

SAEL U.D. TELEMEDICINA AL SERVICIO DE LA COMUNIDAD**SAEL UD TELEMEDICINE TO COMMUNITY SERVICE**

NELSON G. AGUDELO C.¹
 JESÚS E. ROJAS N.²
 GIOVANI M. GAONA³

RECIBIDO: ABRIL 2010
 APROBADO: OCTUBRE 2010

RESUMEN:

la telemedicina es una disciplina que se ha convertido en una alternativa tecnológica para superar necesidades de comunidades vulnerables, especialmente alejadas de los centros de atención médica de niveles primarios. Por ello, el CDATICS (Centro de desarrollo de aplicaciones de tecnologías de la información y las comunicaciones) y el grupo de investigación Gidenutas, adscritos a la Universidad Distrital, han focalizado esta investigación desarrollando e implementando SAEL UD - Salud Electrónica Universidad Distrital - en Ciudad Bolívar, localidad 19 de la ciudad de Bogotá (Colombia), como una plataforma sobre Internet para realizar consultas médicas virtuales, a través de herramientas *on-line* entre pacientes localizados remotamente y especialistas localizados en centros médicos; permite la toma de signos vitales como temperatura corporal, pulso cardiaco, frecuencia respiratoria, oximetría o (SPO2), nivel de saturación de oxígeno en la sangre, (NIBP), y presión sanguínea –sistólica diastólica y media–, mediante equipos electromédicos y su visualización.

Palabras clave

monitor de signos vitales Desktop Jerry III, ANGEL, Dicom, *hosting*, Openmeetings, HL7, PHP, JOOMLA.

Abstract

telemedicine is a discipline that has become an alternative technology to address needs of vulnerable communities, especially away from the centers of primary health care level. SAEL levels UD - Electronic Health

Distrital University seeks to develop and implement a platform for a virtual medical consultation through online tools, including the patient located in a remote location and a specialist located in an office setting. Allows the taking of vital signs such as body temperature, heart rate, respiratory rate, oximetry or (SPO2), oxygen saturation level in the blood, (NIBP), blood pressure, systolic diastolic and mean by electro-medical equipment and visualization to healthcare

1. Ingeniero en Telecomunicaciones. Telefónica. Correo electrónico: udistrital.sael@gmail.com

2. Ingeniero en Telecomunicaciones. Laboratorista en tecnología electrónica. Correo electrónico: udistrital.sael@gmail.com

3. Ingeniero electrónico. Especialista en sistemas gerenciales en ingeniería. MBA. Director de protección y aseguramiento de ingresos COMCEL®. Correo electrónico: giovani.mancilla@gmail.com

thanks to the internet protocol. The implementation was done in Ciudad Bolivar, a town 19, of Bogota (Colombia), SAEL UD, is a research product of the Center for application development information technology and communications CDATICS, attached to the Distrital University.

Key words: vital signs monitor Desktop Jerry III, ANGEL, DICOM, hosting, Openmeetings, HL7, PHP, JOOMLA.

1. INTRODUCCIÓN

En el mundo moderno, el desarrollo acelerado de un gran número de servicios ofrecidos por las tecnologías de la información y las telecomunicaciones, como videoconferencias, transmisión de imágenes diagnósticas, plataformas web y repositorios, han abierto un sinnúmero de posibilidades de aplicaciones en diferentes áreas de la ciencia y del conocimiento. Precisamente, estas herramientas son aprovechadas en la telemedicina, para posibilitar que los especialistas presten servicios de salud a distancia, ya sea en tiempo real, o en diferido, generando diagnósticos remotos.

Por lo anterior, de los procedimientos de diagnóstico médico deben considerarse protocolos para realizar mejores evaluaciones. Por lo tanto, una alternativa tecnológica que considere estos elementos será útil y competitiva, pues la combinación de telecomunicaciones y tecnologías multimedia para la prestación de servicios de salud, será una de las herramientas tecnológicas que se fortalecerán en el futuro inmediato, para aumentar el acceso a los servicios de salud, mejorar la calidad en la atención, elevar la eficiencia en la gestión de las redes prestadoras de servicios de medicina y capacitar el talento humano

En este sentido, SAEL UD se ha implementado buscando aprovechar la red Internet como una herramienta tecnológica de fácil acceso y como un medio de comunicación, para ponerla en beneficio de la medicina y la salud. La plataforma SAEL UD se llevó a cabo utilizando lenguajes de programación y herramientas de libre aplicación y distribución. Algunas de ellas son *open source* o código abierto, requisito para la realización del portal, por su carácter social y para evitar gastos de licencia.

En este artículo se realiza una descripción general de la plataforma. El contenido se estructura de la siguiente manera: descripción del problema, antecedentes y estado de arte, descripción del sistema, modelamiento, metodología e implementación, resultados y conclusiones.

2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y ESTADO DEL ARTE

Ciudad Bolívar, localidad número 19 de Bogotá Distrito Capital, se encuentra en el suroccidente de la ciudad. Esta localidad tiene una extensión territorial de 12.998,46 hectáreas, de las cuales pertenecen a la zona rural el 73,52% (9.555,94), distribuidas así: 5.574,43 en suelo rural y 3.981,51 en áreas de expansión. Así mismo, el 24,91% (3.237,87 hectáreas) corresponde al área urbana, y solamente el 1,57% (204,65 hectáreas) se encuentra ubicado en suelo de expansión, lo que sitúa a la localidad, en esta categoría, en el séptimo lugar entre todas las localidades del Distrito Capital [1].

Por otra parte, el sistema distrital de salud ha tenido a bien denominar que los hospitales, las clínicas y los centros de salud tengan diferentes especialidades para la prestación

de servicios, dependiendo de las necesidades de salud de los pacientes. Por eso, se han establecido diferentes niveles de atención [2]:

- UBA – Unidad Básica de Atención. Servicios básicos de salud prestados por equipos conformados por médico, odontólogo, trabajadora social, auxiliar de enfermería, promotor de saneamiento y promotores de salud.
- UPA - Unidad Primaria de Atención. Servicios de medicina y odontología general, además de trabajo social en algunos de los casos.
- CAMI – Centro de Atención Médica Inmediata. Dotados para la atención de partos de bajo riesgo, consulta externa médica, odontología y atención de urgencias durante las 24 horas del día; en algunos casos cuentan con camas de hospitalización.
- Hospital de primer nivel de atención. Con los servicios de urgencias 24 horas, además de consulta externa médica y odontológica, hospitalización y seguimiento a los problemas de salud que no exijan un tratamiento especializado.

El Centro de desarrollo de aplicaciones de tecnologías de la información y las comunicaciones (Cdatics), ha podido verificar que en las zonas rurales, e incluso en las zonas urbanas de difícil acceso de esta localidad, no se cuenta con la presencia cercana de un médico, y la existencia de entidades de salud como las anteriormente expuestas es notablemente escasa: cuatro CAMIS, un centro de salud mental, dos UBAS, ocho UPAS, y dos hospitales, Vista Hermosa y Meissen.

De acuerdo con estadísticas recogidas por la investigación, en la localidad 19 hay un

significativo segmento de la población que presenta una condición especial, es decir, ha tenido que acudir a tratamientos médicos por afecciones pulmonares, luxaciones, accidentes de tránsito, maternidad, osteoporosis, distonía primaria, infarto, diabetes, imposibilidad de caminar, o tensión alta.

La situación anteriormente expuesta se agrava, pues la población de la localidad 19 ubicada en zonas rurales carece de los recursos necesarios para el desplazamiento a los centros de salud, hospitales, o a la consulta de médicos particulares. Por ello se ven privados de la oportuna atención médica; apenas el 44,75 % de la población cuenta con una EPS o una IPS, y debido a esta carencia, la evolución de los síntomas en los pacientes podría causar complicaciones más severas y aun la muerte.

En Ciudad Bolívar, por cada 1.000 niños nacidos vivos en la población, se estima que fallecerán 21 menores de un año en el quinquenio de la proyección 2005-2010, y para el quinquenio 2010-2015, 17 niños y niñas menores de un año. Esta localidad presenta una de las tasas de mortalidad infantil más altas de la ciudad, y por tanto del país.

La esperanza de vida es otro indicador que se define como el número promedio de años que vivirían los integrantes de una cohorte hipotética de personas que permaneciese sujeta a la mortalidad imperante en la población en estudio, desde su nacimiento hasta su extinción. En la localidad 19 en el quinquenio 2005-2010 se estima que en promedio las mujeres tendrán 75,25 años de vida y los hombres 67,28 desde el momento en que nacen [3].

Un sistema capaz de realizar una comunicación en línea entre el paciente y el médico

para atender una consulta general primaria, se presenta como una solución en la cual el médico puede evaluar los aspectos básicos del paciente y proceder a formular, diagnosticar, o remitir –si es necesario– a especialistas. El desarrollo y la implementación de SAEL UD, en consecuencia, serían vitales, teniendo en cuenta los antecedentes expuestos.

Existen proyectos relacionados, implementados por grupos de investigación o entidades dedicadas al campo de la salud, como los desarrollados por la Universidad Distrital Francisco José de Caldas desde el Grupo de Investigación en Telemedicina (Gitem); entre ellos se encuentran los siguientes:

- Tesis de maestría: “Redes de telemedicina”.
- Tema de doctorado: control de errores en transmisión de datos comprimidos de señal electro cardiográfica.
- Proyecto: Telemedicina Bogotá.
- GRST. Gestión de Redes de Telemedicina, Fondo de Publicaciones Universidad Distrital.

La Universidad Nacional de Colombia, dentro del grupo de investigación BioIngenium [4], ha desarrollado los siguientes proyectos orientados a la telemedicina:

- Simulación y visualización en computación gráfica.
- Interpretación y recuperación de información médica.
- Representación y análisis de imágenes médicas.

- Aprendizaje virtual “Sofía”.

El Centro de Telesalud de la Fundación Santa Fe de Bogotá, a su vez, ha desarrollado:

- Doctor Chat: asesoría médica por Internet, segunda opinión médica.
- Teledermatología: soporte especializado en la resolución de casos clínicos dermatológicos difíciles.
- Clínica virtual del dolor y del cuidado paliativo: programa soportado en conjunto con el departamento de Anestesiología.
- La Fundación Cardiovascular de Colombia ha desarrollado e implementado:
- Teleconsulta.
- Cardiología adultos, medicina interna, pediatría, cardiología pediátrica, neurología, ginecobstetricia, clínica del dolor, cirugía vascular periférica, odontología e infectología.
- Teleradiología.
- Tele EKG.

En Ciudad Bolívar, por lo tanto, SAEL UD es pionero, y se configura como alternativa válida y coherente con la investigación del momento en telemedicina para esta localidad.

3. ALTERNATIVA PROPUESTA

Esta plataforma debe cumplir con los requerimientos necesarios para garantizar un diagnóstico de primer nivel, por parte de un médico a un paciente localizado remotamen-

te, permitiendo con ello mejorar la eficiencia en el uso de los recursos escasos de la salud, para que el paciente acceda a servicios primarios de forma cercana, rápida y segura.

En primer lugar, se requiere diseñar un *software* amigable para que interactúe con el doctor, en el que se logren visualizar fácilmente los resultados del paciente obtenidos al otro lado del canal.

Los datos de los equipos electromédicos que se conectan al paciente deben almacenarse en una memoria para poder ser transferidos al PC. Este debe contar con la programación necesaria para envío y almacenamiento de información en la base de datos de un servi-

dor web. De la misma forma, se debe realizar el almacenamiento de la historia clínica y las fórmulas médicas, pero en un servidor remoto, para ser consultadas posteriormente por el médico o por el paciente, según el nivel y los permisos de acceso, previa validación por clave y con la firma digitalizada del doctor que realiza la consulta.⁵

Este sistema debe contar con una prueba piloto de todos sus componentes y aplicaciones, la cual debe ser realizada dentro de la localidad 19. Para el buen uso de la plataforma se debe diseñar una metodología y unos manuales de usuario (médico, paciente, encargado).

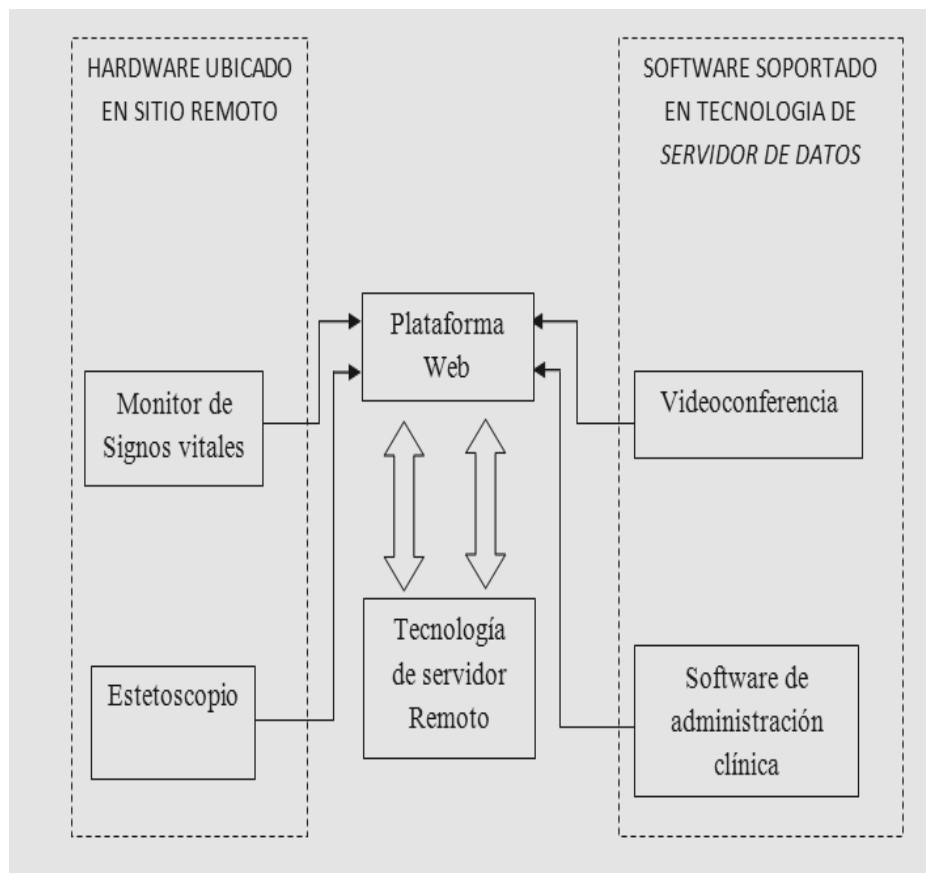


Figura 1. Bloques del sistema

3.1. MODELAMIENTO DEL SISTEMA

El funcionamiento de la plataforma SAEL UD se describe mediante la figura de bloques número 1, en el cual se involucran las aplicaciones utilizadas.

3.2. DESCRIPCIÓN

- Plataforma web: esta plataforma web se convierte en el eje central del proyecto, en razón de que todos los aplicativos giran en torno a ella. De esta forma, se integran todas las aplicaciones para hacer posible al especialista realizar una consulta médica virtual.
- Tecnología de servidor remoto: es necesario implementar este tipo de tecnología para lograr el almacenamiento de los archivos necesarios para el funcionamiento de la plataforma web.
- Monitor de signos vitales: el monitor de signos vitales se hace necesario para la recolección de los valores correspondientes a temperatura corporal, pulso cardíaco, oximetría o (SPO2)¹, nivel de saturación de oxígeno en la sangre, (NIBP) o presión sanguínea, la cual se muestra en tres valores: sistólica diastólica y media.
- Estetoscopio: la adopción de un estetoscopio en este proyecto se hace necesaria para registrar el comportamiento de la frecuencia respiratoria [6].
- Videoconferencia: la videoconferencia se convierte en este proyecto en un arma fundamental para la comunicación entre el paciente y el médico.
- Software de administración clínica: este software es necesario en este desarrollo, pues permite la administración, el alma-

cenamiento y la gestión de la historia clínica de cada paciente.

3.3. GESTOR DE CONTENIDOS

Para la creación de una plataforma web es necesario tener en cuenta lo que se quiere mostrar al visitante. Así, entonces, se requiere un diseño amigable y sencillo para el usuario del sistema. En el momento en el que se inició el desarrollo del diseño, se propuso trabajar un software sencillo de operar, en el diseño de páginas dinámicas y enlazadas con bases de datos, y se decidió utilizar Dreamweaver®. Esta herramienta permite el diseño de páginas web, así como realizar ajustes de manera sencilla, mediante el enlace a bases de datos desarrolladas en MySQL® y enlazadas mediante código PHP. Nuestra primera publicación se encuentra en la web www.sael.isgreat.org.

3.4. SERVIDOR DE BASE DE DATOS

Los servidores de bases de datos aparecen por la necesidad de manejar grandes y complejos volúmenes de información y de esta forma poder consultarla, cuando sea necesario con una llave, administrarla y gestionarla. En este punto es necesario encontrar el mejor motor de bases de datos, y para esto se realizó un estudio de ventajas y desventajas. Existen otros software para realizar bases de datos, como Access y Oracle, pero en nuestro caso analizamos la posibilidad de implementar SQL Server de Microsoft, PostgreSQL y MySql con licencia libre.

3.5. LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN

El lenguaje de programación a utilizar, como herramienta que permitiera utilizar progra-

mas creados bajo este ambiente, es PHP, ya que es compatible con el gestor de contenidos JOOMLA® y las aplicaciones implementadas. PHP es un lenguaje interpretado, utilizado para el desarrollo de la página web, el cual nos permite insertar instrucciones dentro del código HTML. Se ejecutó desde el servidor web, tomando este código como entrada y creando la página como salida, teniendo en cuenta sus ventajas de rendimiento, soporte para MySQL y manejo de excepciones. Además de ser un lenguaje de programación gratuito de fácil acceso, no requiere definición de tipos de variables.

3.6. MONITOR DE SIGNOS VITALES

Inicialmente, se pretendió implementar diseños de dispositivos electrónicos [5] que fueran capaces de captar las señales eléctricas a través de la piel del paciente, en puntos estratégicos, los cuales involucraban dispositivos electrónicos como, por ejemplo, microcontroladores, una interface al computador y sensores de diferentes tipos (de temperatura, de presión, foto sensores, entre otros) [6].

Luego de un análisis de la normatividad para equipos electromédicos, se observó que

esta es muy exigente en cuanto a la certificación de prototipos, por su aspecto legal, el cual incluye una cantidad considerable de documentación, y solo un ente en Latinoamérica certifica equipos de medicina o electromedicina [7], los cuales se hacían necesarios para una aplicación de telemedicina. De acuerdo con este impedimento, se determina que es más viable adquirir un equipo de electromedicina certificado y adaptarlo para la aplicación. Con esta visión del objetivo se inicia la escogencia del equipo, el monitor de signos vitales.

El mercado de estos equipos está compuesto por varias marcas, unas con mucha trayectoria y reconocimiento, otras con buena tecnología pero nuevas en el mercado, y el común denominador es que estos equipos se fabrican en diversas partes del mundo.

En Colombia hay varios lugares que comercializan equipos nuevos y usados. Durante la búsqueda del equipo se contactaron personas ubicadas en Medellín, Bogotá, Sogamoso, Cali y Barranquilla, algunas personas naturales que realizan la exportación, o por diversas razones tienen un único equipo, y proveedores directos como los relacionados en la tabla 1.

Proveedor	Ubicación	Marca	Precio en US \$
Ab Médica S.A.	Barcelona, España	Mindray VS 800	\$1.957,24
Soma Technology INC	Highland Park, USA	Criticare 8500	\$ 5.450,00
La Tienda Virtual	Bogotá, Colombia	Welch Allyn VSM 300	\$7.153,09
Bios.com	Santiago, Chile	Mindray PM 8000	\$ 3.850,00
Medical Equipment Supplies SAS	Palmira, Colombia	Mindray PM 9000 Express	\$5.757,24
Innovar Colombia Ltda.	Sogamoso, Colombia	Mindray VS 800	\$2.857,24

Tabla 1. Proveedores

Se encontró que estos equipos no cuentan con documentación y carecen de garantía. Además, los portadores de estos equipos no sabían manipularlos, lo que hizo imprescindible estudiar las características y los costos para su importación. Como conclusión, los equipos electromédicos, cualquiera sea su aplicación, deben ser importados directamente por el comprador. La razón principal es que durante la búsqueda y escogencia se encontró que todos tienen muy escasa documentación, los importadores en Colombia no tienen conocimiento de su funcionamiento, sus costos son más elevados, y los usuarios que se contactaron solo utilizan sus funciones básicas.

El equipo monitor de signos vitales que se escogió es el Desktop Jerry III, por su peso y su tamaño, los cuales permiten su fácil transporte y le dan la característica de portátil. El costo comercial de este equipo no es muy alto, aun con el impuesto de importación. Otra característica muy importante es que cuenta con una interfaz al PC, necesaria para la aplicación del proyecto.

3.7. SOFTWARE PARA REALIZAR VIDEOCONFERENCIAS

La videoconferencia es una comunicación simultánea bidireccional de audio y video. Nos permite mantener reuniones con grupos de personas situadas en lugares alejados entre sí. Dentro del desarrollo del proyecto, el aplicativo de videoconferencia tiene lugar en el momento en que el doctor, el enfermero o el paciente necesitan establecer una comunicación, es decir, cuando se inicia la consulta médica. En el análisis de *software* para videoconferencia se encontraron varias opciones, las cuales se analizaron detenidamente. Además, se instalaron

y se realizaron pruebas funcionales a cada una, teniendo como punto común que todos eran “gratis”, de libre instalación; se trata de los *software*: Dimdim, Ekiga y Openmeetings. Estos permiten la transmisión de voz y datos por parte de los participantes. Luego de este análisis del *software* existente para realizar videoconferencias, y tras realizar una comparación entre las diferentes opciones, se escogió Openmeetings, el cual presenta menos restricciones para su utilización y desarrollo; no precisa un ancho de banda especial ni una adaptación a los programas de gestión de conexión; y tiene un escritorio amistoso para el usuario y fácil de manejar en el momento de su funcionalidad. Así mismo, ofrece varias comunidades para comunicarse por el *chat*, compartir escritorio, pizarra, realizar transferencias de archivos y llevar a cabo videoconferencia con otros usuarios conectados.

3.8 ANGEL - SISTEMA INTEGRAL DE ADMINISTRACIÓN DE SALUD

El primer *software* médico completo y gratuito que permitió establecer un sistema electrónico de historias clínicas, revolucionando con ello la provisión de servicios sanitarios en Latinoamérica, fue el Sistema Integral de Administración de la Salud ANGEL®. Este proyecto, desarrollado durante una década, y cuya versión actual es la culminación de un trabajo multidisciplinario que aspira a cambiar la salud en Latinoamérica, fue presentado el 28 de abril de 2005 por integrantes de las sociedades profesionales de diversas especialidades médicas y farmacéuticas en Argentina. Este *software* permite no sólo llevar adecuadamente la historia clínica de cada paciente, sino también administrar el personal, el patrimonio, los stocks de la farmacia, etc. Los hospitales pueden así

disponer de registros de usuarios, agendas de consultas y turnos, al mismo tiempo que suministrar información anónima y estadística a una gran base de datos. Las organizaciones de profesionales de la salud señalan que han creado ANGEL® para beneficio del paciente, la investigación y la buena administración.

El sistema permite que toda decisión o acción se almacene en un registro médico electrónico y puede, así mismo, incorporar datos socioeconómicos y ambientales, para focalizar programas de prevención y asistencia en los sectores sociales más necesitados. Es una herramienta que permitirá a los gobiernos decidir sobre bases de datos epidemiológicas de millones de casos específicamente formateadas para el análisis y la toma de decisiones políticas y sociales.

ANGEL® es, para sus creadores, la base para constituir una estructura de salud en la cual las decisiones puedan tomarse sobre datos reales.

ANGEL tiene estructura de firma digital propia, con posibilidad de generar sus propios certificados para los usuarios.

4. METODOLOGÍA, DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO

Después de la recopilación de información acerca de electromedicina, telemedicina, equipos médicos, equipos electromédicos, proyectos similares, funcionamiento de equipos, tecnologías existentes, *software* para diseño de páginas web, y aplicaciones sobre plataformas web, y luego de los análisis pertinentes, sobre los cuales se tomaron decisiones con respecto a las tecnologías por adoptar y los equipos por utilizar, se procedió a integrar estas tecnologías para lograr el producto final [8].

4.1. FIGURA DE BLOQUES DEL SISTEMA

El acoplamiento se realizó, según lo muestra la figura de bloques número 2, implementado una prueba piloto en un centro médico, teniendo tres puntos básicos de operación: el primero en el centro médico, donde se puso en funcionamiento un servidor sobre el cual se instaló el sistema integral ANGEL para la administración de salud y su respectiva base de datos; el segundo, la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Facul-

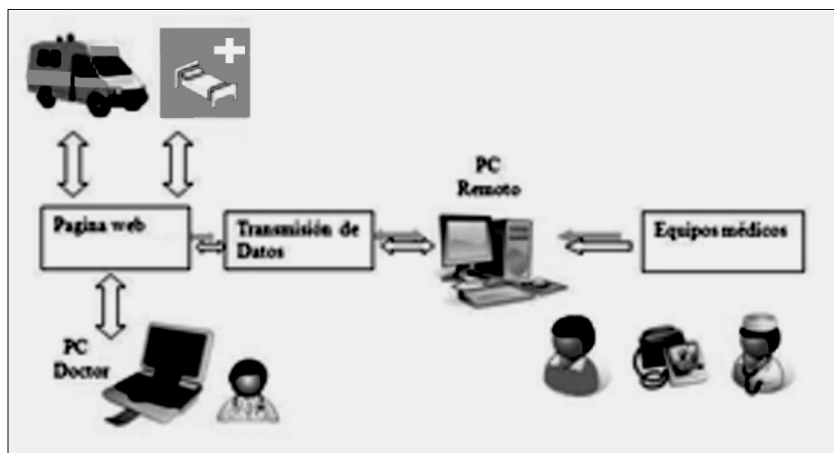


Figura 2. Figura de bloques del proyecto SAEL UD – Salud Electrónica Universidad Distrital.

tad Tecnológica, en el cual se instaló un servidor con el aplicativo para la conferencia web, que permite la comunicación entre el paciente, el enfermero y el médico; y el tercero, los puntos remotos, en los cuales se instalaron los equipos médicos encargados de recolectar los datos del paciente que se analizarán por parte del doctor o el especialista, según el caso.

4.2. ADQUISICIÓN DE DATOS

Los datos tomados del paciente se recolectan por medio de los equipos médicos, en este caso el monitor de signos vitales Desktop Jerry III y el estetoscopio. Estos datos deben ser almacenados en el computador ubicado en la unidad remota específica; el

enfermero o asistente debe utilizar el aplicativo (ver figura 3), el cual permite transferirlos a la página web. Estos datos son almacenados en nuestra plataforma web y podrán ser vistos solamente por el médico, quien debe estar previamente registrado en las bases de datos del aplicativo. El siguiente paso comprende la inserción de datos del doctor para el ingreso, y del enfermero, el cual también debe estar registrado en las bases de datos del aplicativo. La información del paciente se encontrará almacenada en una posición determinada de las bases de datos de MySQL que funciona en la web. Otros especialistas podrán tener acceso a la información, siempre y cuando tengan los permisos adecuados y se encuentren registrados en la plataforma con un usuario y una contraseña asignados.

The image shows a web browser window displaying a registration form. On the left, there is a 'MENU PRINCIPAL' with a list of links: Inicio, Consulta Médica, Angel coned, Signos Vitales DCOvan, Hospitales, Ambulancias, Fono, Normatividad, E-línea, and Contactenos. Below the menu is a login section with fields for 'Usuario' and 'Contraseña', a 'Recordarme' checkbox, and an 'Acceso' button. The main content area features a banner with two arrows pointing left and right, labeled 'Diligencia el formulario' and 'Confirma email' respectively. Below the banner are five input fields: 'Nombre:', 'Nombre de usuario:', 'E-mail:', 'Contraseña:', and 'Verifique su contraseña:'. A note below the password field states 'Minimum number of characters is 6'. At the bottom, there is a CAPTCHA verification area with the text 'matang diatom' and a 'Verificar' button.

Figura 3. Imagen del formulario para registrarse a la plataforma, con aplicación de verificación para evitar bots

4.3. Equipo

Esta etapa comprende la adquisición de datos de oximetría, pulso, temperatura y presión arterial, información que es almacenada mediante el monitor de signos vitales digital Desktop Jerry III y entregada por el puerto rs-232, para luego ser visualizada. En la figura 4 se observan los datos de un paciente, graficados con respecto al tiempo, en un rango corto. Posteriormente, se debe realizar el almacenamiento en el servidor y la visualización en la página web, la cual estará siendo vista por el profesional de la salud, para realizar el procedimiento de análisis de datos y formulación.

4.4. Hosting

El hosting, cuyo significado es hospedaje o alojamiento, es el servicio que provee a los

usuarios de Internet un sistema para poder almacenar información, imágenes, video, o cualquier contenido accesible vía web.

Existen varias empresas prestadoras de este servicio. Para las pruebas de la plataforma web del proyecto se adquirió alojamiento en un hosting gratuito llamado Zobyhost, el cual nos dio un dominio principal sobre el cual se diseñó la página www.sael.zobyhost.com.

El diseño original desarrollado en sobre el que se inicio el también fue alojado en este hosting como www.sael.isgreat.org. Este hosting sirve a manera de disco duro, pero con una ubicación específica en Internet, y sobre el cual se instalan todas las aplicaciones pertinentes, lo que permite, como ya se dijo, almacenar información, imágenes, video, o cualquier contenido accesible vía web.



Figura 4. Visualización de resultados.

4.5. PLATAFORMA WEB

El desarrollo de un sitio web se debe publicar en el hosting para lograr que sea visto desde cualquier punto con acceso a Internet. Esto se consigue haciendo uso de un software como Filezilla, que es un cliente FTP, gratuito, libre (GNU) y de código abierto, y sustenta FTP, SFTP y FTP sobre SSL. Las principales características son el site manager (administrador de sitios), el message log (registro de mensajes), y el transfer queue (cola de transferencia), y que permite transferir los archivos necesarios para que la página pueda ser vista y funcione desde Internet.

5. RESULTADOS

La plataforma SAEL UD se desarrolló, se implementó, y durante la prueba piloto demostró que es un sistema estable y confiable para la atención médica virtual en línea de pacientes localizados remotamente.

Esta plataforma logró integrar los resultados generados por el monitor de signos vitales encargado de cuantificar valores de los pacientes correspondientes a: oximetría, frecuencia cardíaca, presión arterial, temperatura corporal, y el estetoscopio, que transmite la frecuencia respiratoria, y entregarlos al profesional de la salud, logrando con ello un correcto diagnóstico en los pacientes analizados.

La información sobre los pacientes analizados reposa en las bases de datos de la página web www.proyectosael.org, la cual en su momento fue consultada para realizar un diagnóstico, pero está disponible para el paciente y para el doctor que realizó la consulta, además de la formulación y los resultados.

La seguridad y la confiabilidad de la información que se introdujo en este sistema, obtenida de los equipos y de los profesionales de la salud, se logró gracias a las contraseñas de acceso, la limitación de perfiles y la firma digital.

Durante la prueba piloto se desarrolló e implementó la instalación de la base de datos ANGEL, la cual tiene la llave de la institución en la que se realizó, lo que tiene como ventaja, entre otras, que la impresión de fórmulas médicas e historias clínicas se rotuló con el nombre de la institución.

Se implementó la asignación de citas médicas de acuerdo con la disponibilidad del profesional de la salud.

Para imágenes diagnósticas fue necesario implementar un repositorio para imágenes DICOM, el cual permite que el médico observe placas de rayos X, y además, ver imágenes de cualquier tipo de equipo de análisis médico.

Así mismo, se realizó la capacitación técnica al personal médico y asistencial de la institución en la cual se implementará este sistema.

6. CONCLUSIONES

- Durante el diseño e implementación de la plataforma web SAEL UD para consultas médicas virtuales, encontramos que su costo fue mínimo, gracias a la utilización de software libre y de fuente abierta, la cual se modificó de acuerdo con las necesidades.
- La existencia de versiones de bases de datos diferentes en aplicaciones parale-

- las hizo necesaria la implementación de un servidor de datos para el almacenamiento de historias clínicas, lo cual se modificó gracias a nuevas versiones que implementaron bases de datos compatibles.
- Durante la investigación del proyecto se determinó que la utilización de herramientas de código abierto es una buena posibilidad para el desarrollo de un portal, ya que estas permiten mantener el bajo perfil económico que se tenía como requisito, sin alterar la calidad del proyecto.
 - Mediante el proceso de gestión de información, identificación del producto y análisis de la oferta se determinaron los requisitos que se deberían tener en cuenta para el diseño e implementación del portal en Internet.
 - El material disponible en la red Internet es innumerable. Gracias a las páginas que realizan tutoriales fue posible la capacitación de los desarrolladores del sistema.
 - Con la implementación del servicio de foros virtuales se abre un espacio importante para el debate de muchos temas de carácter médico y un importante medio de gestión del conocimiento a nivel nacional e internacional.
 - Mediante el análisis de la demanda se determinó el interés de todos los vinculados con el área de la salud por tener un portal especializado en telemedicina. Con ello se abre la posibilidad de una fuente de investigación para nuevos procesos educativos en la Universidad Distrital.
 - El portal SAEL-UD es un espacio importante para la creación de grupos de trabajo e investigación, como un instrumento para nuevos proyectos de desarrollo y la mejora del mismo.
 - Se desarrollaron todas las actividades necesarias para diseñar e implementar un portal especializado en telemedicina que permitiera a la comunidad médica tener un sitio web que ofrezca un espacio para el debate, la gestión del conocimiento y el aprendizaje.
 - Durante la realización de la prueba piloto en la localidad número 19 de Bogotá (Colombia), Ciudad Bolívar, se probaron cada uno de los componentes y aplicaciones, los cuales acoplados permitieron realizar consultas médicas virtuales y todos sus complementos médicos.
 - La aplicación se presenta como una herramienta útil para una amplia gama de consultas de primer nivel.
 - Los costos de implementación de este proyecto para la institución son nulos.
 - Las herramientas presentan un backup de respaldo, cumpliendo así con las expectativas propuestas.
 - El software es amigable, de fácil acceso y manejo. Además, se comprobó que es posible instalarlo en un PC de gama baja.

REFERENCIAS

- [1] “Generalidades Ciudad Bolívar”, consultado en junio de 2009 en: <http://www.integracionsocial.gov.co/modulos/contenido/default.asp?idmodulo=783>.
- [2] “Resultados de caracterización de la estrategia de APS”, consultado en ju-

- nio de 2009 en: http://www.sdp.gov.co/resources/19_ciudad_bolivar.pdf.
- [3] “Conociendo la localidad de Ciudad Bolívar. Diagnostico de los aspectos físicos, demográficos y socioeconómicos”, consultado en julio de 2009 en: http://www.sdp.gov.co/resources/19ciudad_bolivar.pdf.
- [4] G. Harris, “India: Telemedicine’s Great New Frontier”. IEEE Spectrum, vol. 39, no. 4, p. 16, April 2002.
- [5] D. Neamen, Análisis y diseño de circuitos electrónicos, 2a ed. McGraw Hill, 2000.
- [6] G. Weiss, “Welcome To The (Almost) Digital Hospital.” IEEE Spectrum, vol. 39, no. 3, p. 44, March 2002.
- [7] S.K. Moore, “Extending Healthcare’s Reach”. IEEE Spectrum, vol. 39, no. 1, p. 66, January 2002.
- [8] I. Coll Expósito, “Patrones de de saturación ergoespirométricos en función de la edad”. Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte, vol. ED.- I, 2005.
- [9] A. Despopoulus, Fisiología, 4ª ed. Barcelona: Mosby Doyma Libros, 1994.
- [10] N. Boylestad, Teoría de circuitos, 6ª ed. Prentice Hall, 2004.
- [11] P. Farreras y C. Rozman, Medicina interna, tomo I. Elsevier, 2004
- [12] “Proyecto Ciudad Bolívar Localidad Digital”, consultado en: http://udtecnovirtual.org/archivo_foro3/archivos/CiudadBolivarLocalidadDigital.pdf. Consultado en mayo de 2009.