

Universidad de Ciencias Médicas de La Habana
Centro de Cibernética Aplicada a la Medicina

Concepción de un Sistema de Telemedicina

Tesis presentada en opción al Título Académico de
Máster en Informática en Salud

Autor: Ing. Duniór Socarrás Benítez

Tutor: Dra. Esperanza O'Farril Mons

2014

DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA

Yo *Dunior Socarrás Benítez* con carné de identidad *84062624404*, declaro que soy el autor principal del resultado que expongo en el trabajo titulado *Concepción de un Sistema de Telemedicina*, en opción al Título Académico de Máster en Informática en Salud.

Este trabajo fue desarrollado durante 2011 - 2014 en colaboración con mis colegas de equipo *Ing. Leosdan Pozo Aguila, Ing. Hilda María Rodríguez, Ing. Eddy Eliceo Alvarado Oquendo* y demás miembros del proyecto *Telemedicina*, quienes me reconocen la autoría principal del resultado expuesto en este trabajo.

Finalmente, declaro que todo lo anteriormente expuesto se ajusta a la verdad, y asumo la responsabilidad moral y jurídica que se derive de este juramento profesional.

Y para que así conste, firmo la presente declaración jurada de autoría en La Habana a los días del mes de del año 2014.

Ing. Dunior Socarrás Benítez
Autor

DEDICATORIA

A mi mamá, mi papá, mis abuelos y mi hermanito, por ser la mejores personas del mundo.

A mi novia, por su comprensión, su apoyo y darme todo su amor.

A mi familia y amigos por todo su apoyo.

AGRADECIMIENTOS

A la Revolución, ese proceso enorme que ha engendrado tantos sueños y ha hecho el mío realidad.

A mis padres, por todo el amor y la comprensión que me han dado, por estar a mi lado en todo momento y darme lo mejor de ellos, por haber sido mi guía en la vida; porque sin ellos no sería quien soy.

A mi abuelita y mis abuelitos, por haberme hecho el hombre que hoy soy, por su amor y dedicación hacia mí.

A mi hermanito por el cariño y el amor inmenso que siento por él.

A mi novia, Neni, por su amor incondicional todos estos años, por su apoyo y comprensión, por su cariño y su manera de hacerme feliz cada momento y sacarme de los momentos de estrés.

A todos mis colegas del equipo de trabajo les estoy muy agradecido.

En especial deseo agradecer a la Dra. Esperanza O’Farril Mons, quien fungió como tutora de mi formación como máster. Además, deseo agradecer a los profesores que estuvieron presentes en mi carrera, quienes también contribuyeron a mi crecimiento profesional y humano en general. A todos ellos, así como a otros colegas y amigos que no he mencionado por razones de espacio, les doy las más sinceras gracias.

RESUMEN

En la Medicina la comunicación entre los profesionales y las personas bajo su atención, tiene lugar en diferentes contextos que la singularizan especialmente en aquellas que involucran al médico o la enfermera con sus pacientes, en una relación bidireccional. La atención médica ha ido evolucionando, pasando de una asistencia, enfocada en la enfermedad, a una atención dirigida al paciente.

El presente trabajo tiene como objetivo, mostrar la concepción de un sistema de telemedicina que permita realizar diagnósticos mucho más rápidos y eficaces de los pacientes. Se realizará un análisis de los conceptos y antecedentes relacionados con el área del conocimiento en cuestión. Se expondrá el estudio de las herramientas y tecnologías propuestas para el desarrollo del sistema, haciendo énfasis en el servidor de streaming, el cual es una pieza clave para el éxito de la solución.

El sistema que se propone estará compuesto por dos módulos, uno encargado de realizar reuniones virtuales en línea y otro cuyo principal objetivo será centrarse en las necesidades de los pacientes que no puedan trasladarse a una institución con regularidad.

Palabras clave: Diagnóstico, paciente, streaming, telemedicina.

ÍNDICE

ÍNDICE	V
INTRODUCCIÓN	1
Capítulo 1: Marco Teórico.....	6
1.1. Qué es la Telemedicina.....	6
1.2. Sistemas de Telemedicina a nivel internacional	8
1.3. Herramientas y Tecnologías.....	13
1.3.1. Metodología de desarrollo.	13
1.3.2. Lenguajes.....	13
1.3.3. Librerías Utilizadas	14
1.3.4. Framework Utilizados	15
1.3.5. Servidor de Aplicaciones	18
1.3.6. Servidor de Streaming.....	18
1.3.7. Herramientas de desarrollo utilizadas.....	20
1.3.8. Sistema Gestor de Base de Datos.....	20
1.4. Conclusiones del capítulo	21
Capítulo 2: Características de la Solución.....	22
2.1. Solución propuesta	22
2.2. Estructura en paquetes del sistema.	24
2.3. Modelo Conceptual	25
2.4. Especificación de los requerimientos	26
2.5. Requisitos no funcionales del sistema.....	29
2.6. Diseño de casos de uso	31
2.6.1. Diseño del Caso de Uso Gestión de Reuniones	32
2.6.2. Diseño del Caso de Uso Telemedicina Domiciliara	33
2.7. Modelo de datos propuesto	33

2.8. Descripción de la Arquitectura.....	35
2.8.1. Patrones Arquitectónicos.....	35
2.8.2. Patrones de Diseño Utilizados.....	36
2.9. Conclusiones del capítulo	37
Capítulo 3: Análisis de los resultados.....	38
3.1. Prueba de carga y estrés	38
3.2. Validación por especialista	39
3.2.1. Resultados de la entrevista en profundidad a especialista.....	39
3.2.2. Resultados de la encuesta realizada a especialistas de la Salud	39
3.2.3. Resultados de la encuesta realizada a los integrantes del equipo de desarrollo.....	40
3.3. Beneficios que aportaría la utilización de este sistema.....	41
3.4. Conclusiones del capítulo	42
CONCLUSIONES	43
RECOMENDACIONES	44
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45
ANEXOS.....	48

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) ha ido en aumento en los últimos años, el intercambio de información a través de la red de redes, Internet, es cada vez mayor lo que hace que la necesidad de herramientas de comunicación que satisfagan las necesidades de los usuarios sea una de las prioridades de las grandes compañías de desarrollo de software.

El surgimiento de las redes sociales, así como las herramientas que han surgido con la aparición de la web 2.0, son responsables en gran medida del rápido avance de las TIC. Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), se encargan del estudio, desarrollo, implementación, almacenamiento y distribución de la información mediante la utilización de hardware y software como medio de sistema informático.

Son una parte de las tecnologías emergentes que habitualmente suelen identificarse con las siglas TIC y que hacen referencia a la utilización de medios informáticos para almacenar, procesar y difundir todo tipo de información o procesos de formación educativa. En pocas palabras, las Tecnologías de la Información tratan sobre el empleo de computadoras y aplicaciones informáticas para transformar, almacenar, gestionar, proteger, difundir y localizar los datos necesarios para cualquier actividad humana. (1)

A nivel mundial se concibe la comunicación como la interacción entre personas, un proceso dinámico entre individuos o grupos, que mediante un intercambio informativo sirve para establecer la comprensión. La misma está presente en todas las esferas de la actividad del ser humano, especialmente en aquellas que involucran al médico o la enfermera con sus pacientes, en una relación directamente proporcional. (2)

En la Medicina la comunicación entre los profesionales y las personas bajo su atención, tiene lugar en diferentes contextos que la singularizan, especialmente en aquellas que involucran al médico o la enfermera con sus pacientes, en una relación bidireccional. La atención médica ha ido evolucionando, pasando de una asistencia, enfocada en la enfermedad, a una atención dirigida al paciente. (3)

En épocas antiguas, lo más importante en la Medicina era tener acceso físico a un médico que pudiera dar una respuesta a determinadas enfermedades. Las distancias eran grandes, los medios de comunicación y transporte muy lentos ¡y los médicos muy pocos! Pero luego, el creciente desarrollo cultural dio oportunidad de estudiar a muchos más individuos, y el avance tecnológico creó medios de enlace cada día más rápidos.

Con el advenimiento de la máquina de vapor, el telégrafo y luego la telefonía, el mundo se hacía cada vez más pequeño, y las posibilidades de acceso a los servicios médicos, mucho mayores. Luego, las Ciencias

Médicas se especializaron más; la tecnología irrumpió con sus avances, y el contacto con un especialista en otra ciudad o país se hizo un requerimiento cada vez más frecuente. (3)

Desde la aparición del telégrafo, muchos han sido los intentos de desarrollar una Telemedicina, en la cual se acotaran las distancias entre los pacientes y los médicos:

- 1900: Se hacen intentos para desarrollar equipos, en Australia, para transmitir radiografías a través del telégrafo.
- 1924: Aparece en la revista Radio News, un artículo titulado "Doctor por Radio", el cual abarcó la portada y se describe el esquema de la circuitería necesaria para lograrlo.
- 1950: Científicos de la NASA desarrollaron un sistema de asistencia médica, que les permitía vigilar constantemente las funciones fisiológicas de los astronautas en el espacio.
- 1951: Primera demostración que abarca varios Estados de los Estados Unidos, usando líneas dedicadas y estudios de televisión.
- 1955: En Montreal, el Dr. Albert Jutras realiza Teleradiología, a fin de evitar las altas dosis de radiación que incidían en las fluoroscopías. Se hizo uso de un interfono convencional.
- 1959: Se consiguen transmitir, por primera vez, imágenes radiológicas a través de la línea telefónica.
- 1959: En Nebraska, Cecil Wittson comienza sus primeros cursos de Teleeducación y Telesiquiatría, entre su Hospital y el del Estado, en Norfolk, Virginia, a 180 km de distancia.
- 1971: Se inicia la era de los satélites, en especial el ATS (lanzado en 1966), con el fin de mejorar las prestaciones de una comunidad de nativos de Alaska.
- 1972: Inicio de STARPAHC, programa de asistencia médica para nativos de Papago, Arizona. Se realizó electrocardiografía y radiología, y se transmitió por medio de microondas.
- 1975: Finaliza STARPAHC, el cual fue adaptado de un programa de atención médica para astronautas por la compañía Lockheed.
- 1986: Se realiza, en Noruega, la Primera Videoconferencia entre Médicos.
- 1988: La Nasa lanza el programa Space Bridge, a fin de colaborar con Armenia y Ufa (en esa época pertenecientes a la Unión Soviética). Armenia fue devastada por un terremoto. Las conexiones se hicieron usando video en una dirección y voz y fax bidireccionales, entre el Centro Médico de Yereván, Armenia, y cuatro Hospitales en los Estados Unidos. Se extendió posteriormente el programa a Ufa, para socorrer a los quemados en un terrible accidente de tren.

- 1991: En la Cátedra UNESCO de Telemedicina, Catai, se realiza la primera cuantificación de ADN a distancia en el mundo, aplicado al análisis de imagen de factores pronósticos en el cáncer de mama.
- 1995: La Clínica Mayo pone en marcha una conexión permanente con el Hospital Real de Ammán, en Jordania. Se realizan consultas diarias entre un médico hachemita y otros de los Estados Unidos. El médico hachemita presentaba, como si se tratase de una sesión clínica del hospital, a los pacientes, de forma sucesiva, en directo a los médicos americanos, quienes preguntaban o pedían al médico jordano que indagara, a su vez, en los enfermos, sobre sus dolencias. En otros casos, eran interpretaciones de radiografías o problemas dermatológicos.
- 2001: Un doctor, en New York, elimina la vesícula enferma de un paciente de 68 años en Estrasburgo, Francia, por medio de un brazo robot. Se observa el vínculo de la Telemedicina con incipientes avances de la Robótica.
- 2003: Comienza el proyecto de Telemedicina en la Antártica (Proyecto Argonauta), dirigido por la Universidad de Chile.

En la actualidad, la Telemedicina es utilizada en varios países, haciendo uso de las Tecnologías de la Informática y las Comunicaciones y explotando al máximo las posibilidades que estas brindan. La realización de esta, puede ser desde dos especialistas discutiendo un caso por teléfono, hasta la utilización de avanzada tecnología en Comunicaciones e Informática para realizar consultas a distancia, diagnósticos, consultas de segunda opinión y hasta cirugías en tiempo real.

Cuba no se encuentra ausente a estos cambios tecnológicos, ya que desde los años 70 se tiene experiencia en la transmisión de señales, a través del teléfono o radio, con el fin de obtener una mayor calidad del diagnóstico mediante consultas de segunda opinión. Hoy en día, más que nunca el país está inmerso en la Informatización de la Sociedad, con el objetivo de llevar las TIC a todos los sectores de la sociedad.

La Telemedicina es un avance tecnológico que podría ser usado por los profesionales de la salud y difundido por las instituciones del país, siempre con el objetivo de contribuir con el diagnóstico médico, pero nunca como sustituto del médico, ya que lo más importante es el contacto físico. Actualmente los médicos, enfermeras y personal en general de la salud, utilizan vías para comunicarse como son el teléfono, el correo electrónico, en reuniones para las cuales es necesario trasladarse en muchos casos grandes distancias con el correspondiente gasto de dinero y tiempo.

El intercambio de información a través del teléfono puede ser una opción cuando no se puede llegar a tiempo a los lugares donde se necesita un especialista de la salud, pero posee el inconveniente de que no

se pueden mostrar imágenes o en algunos casos la conversación sin tener contacto visual puede resultar difícil.

El correo electrónico es una de las vías más usadas para el intercambio de información. Este permite que se puedan enviar reportes en documentos, imágenes de un tamaño reducido, en general archivos que sean permitidos por los servidores de correo. Sin embargo, la comunicación aunque bidireccional, es muy lenta pues las personas tienen que esperar a que el mensaje sea leído y contestado por la otra persona. A esto se le suma el tiempo de entrega de estos mensajes por parte de los servidores de correo y la imposibilidad de analizar en tiempo real imágenes o series de imágenes especializadas.

Gran parte de la población cubana vive en lugares apartados, hoy en día la Revolución pone en cada uno de estos pueblos un médico de familia, con la responsabilidad de atender a todos los que habitan en estos lugares. Por lo general, los médicos de familia, son Médicos Generales Integrales (MGI) y muchos de ellos recién graduados, esto ocasiona que en la mayoría de los casos, las personas deban trasladarse hasta las ciudades, en donde se encuentran las instituciones hospitalarias con todas las condiciones para la atención médica en busca de especialistas en una de las ramas de la medicina, con el objetivo de encontrar un diagnóstico certero a una dolencia. Además, los equipos para la obtención de parámetros vitales o de imágenes médicas se encuentran en dichas instituciones y muchas veces los pacientes tienen que ir a realizarse el análisis y volver luego a recoger el resultado. Incluso puede darse el caso de que en la institución donde se encuentre el equipo para realizar el estudio, no se encuentre el especialista que pueda realizar el diagnóstico, o simplemente el médico que atiende a la persona se encuentra en otra institución a la cual el paciente debe trasladarse para poder recibir el diagnóstico y por consecuencia el tratamiento necesario.

De esta manera se identifica como **problema**: ¿Cómo aumentar la eficacia y disminuir el tiempo en los diagnósticos que se realicen alejados de otros especialistas?

Estableciéndose la siguiente **hipótesis**: Con la concepción de un modelo que permita la implementación de un Sistema de Telemedicina, posibilitará a los profesionales de la salud, aumentar la eficacia y disminuir el tiempo en los diagnósticos a pacientes que se encuentren alejados de los médicos especialistas.

Partiendo del problema se define como **objeto de estudio** los diagnósticos que se realizan alejados de otros especialistas, delimitado por el **campo de acción** la Telemedicina en el diagnóstico realizado lejos de otros especialistas.

Como **objetivo general** se define: Concebir un modelo que aumente la eficacia y disminuya el tiempo de diagnóstico, realizado en lugares alejados de otros especialistas.

Para la realización del objetivo general, se definen los siguientes **objetivos específicos**:

- Concebir una arquitectura para el Sistema de Telemedicina que garantice una implementación flexible y modular.
- Seleccionar las tecnologías necesarias para el desarrollo del sistema y que pertenezcan a la categoría de Software Libre.
- Concebir las interfaces del sistema cumpliendo con los parámetros de usabilidad establecidos por la Ingeniería de Software.
- Analizar los sistemas y componentes existentes para su posible reutilización.

Para llevar a cabo la investigación se utilizaron varios métodos de la investigación científica, tanto teóricos como empíricos:

Métodos teóricos:

Histórico-Lógico: Este método se utilizó para estudiar los antecedentes y las tendencias de los sistemas de telemedicina, además se identificó cómo ha evolucionado la Telemedicina como área de conocimiento desde su surgimiento.

Analítico-Sintético: Permite realizar un análisis de las funcionalidades y características de los sistemas de telemedicina existentes. Además se usaron en la identificación de implementaciones, componentes y tecnologías existentes que pudiesen ser utilizados en el desarrollo del sistema.

Método de la modelación: Se utilizó para modelar los flujos y procesos que cubrirá el sistema de forma tal que sea mucho más fácil el entendimiento y la interpretación.

Métodos empíricos:

La entrevista: Se utilizará en el trabajo para obtener los datos necesarios referentes al problema a resolver. Además con la ayuda de este método, se validarán los resultados con los especialistas.

Observación: Se utilizará para analizar cómo se realizan los procesos actualmente y los resultados luego de terminada la investigación.

Capítulo 1: Marco Teórico

En el presente capítulo se expone una base teórica sobre los conceptos, tecnologías y herramientas a utilizar en el desarrollo del sistema. Se abordan los antecedentes de los sistemas existentes similares al sistema que se propone. Se aborda de manera general una pequeña descripción de qué es la telemedicina y se realiza un análisis de los servidores de streaming existentes para seleccionar el que se propone para el desarrollo de la telemedicina.

1.1. Qué es la Telemedicina

La palabra telemedicina procede del griego Τηλε (tele) que significa distancia y medicina. Sería por tanto, etimológicamente la medicina practicada a distancia. Inicialmente surgió por un simple hecho: la presencia de un médico cerca de un teléfono, pero el paso del tiempo y la evolución tecnológica la convirtieron en una herramienta social, profesional, educativa, económica y de gestión sanitaria. La Organización Mundial de la Salud define a la telemedicina como "el suministro de servicios de atención sanitaria, en los casos en que la distancia es un factor crítico, llevado a cabo por profesionales sanitarios que utilizan tecnologías de la información y la comunicación para el intercambio de información válida para hacer diagnósticos, prevención y tratamiento de enfermedades, formación continuada de profesionales en atención a la salud, así como para actividades de investigación y evaluación, con el fin de mejorar la salud de las personas y de sus comunidades" (4)

La telemedicina cumple un papel fundamental en la mejora sostenible de la salud de las comunidades. El médico colombiano Karim Náder aclara el concepto e indica algunos elementos que se deben considerar en la implementación de esta herramienta.

Esta primera entrega realiza una aproximación a lo que se conoce como telemedicina, a partir de la definición dada por la Organización Mundial de la Salud desde el año 1988, como la distribución de servicios de salud en la que la distancia es un factor crítico, donde los profesionales de la salud usan información y tecnología de comunicaciones para el intercambio de información válida para el diagnóstico, tratamiento y prevención de enfermedades o daños, investigación y evaluación, y para la educación continuada de los proveedores de salud pública, todo ello en interés del desarrollo de la salud del individuo y su comunidad.

Se emplea el término telemedicina, y no otros adoptados, y toda la información contenida se centra en los pacientes. En el año 1999, el Consejo de Evaluación de Tecnologías de la Salud de Quebec, Canadá (CETS), concluyó que una de las principales causas de fracaso de numerosos proyectos de telemedicina

se atribuye a que su desarrollo se centró más en la propia tecnología que en las necesidades concretas del personal de salud o de la población beneficiaria.

¿Qué es telemedicina? Es cualquier acto médico realizado sin contacto físico directo entre el profesional y el paciente, o entre profesionales entre sí, por medio de algún sistema telemático. En otras palabras, la telemedicina utiliza las tecnologías de la información y las telecomunicaciones (por medio de los sistemas telemáticos) para proporcionar o soportar la asistencia médica, independientemente de la distancia que separa a los que ofrecen el servicio.

Aunque los gobiernos promulgan a diario políticas para mejorar la cobertura en salud y la calidad de la asistencia médica, factores como la alta dispersión poblacional, las distancias y la escasez de especialistas en todas las áreas de la medicina se contraponen a estas voluntades políticas. A medida que crecen los problemas de salud, los gobiernos canalizan los recursos económicos y dictan leyes que pretenden paliar a corto y mediano plazo las dificultades del sector en lo que concierne a cobertura, y dejan a un lado la asistencia médica eficiente y de buena calidad a la que tienen derecho todos los seres humanos, sin importar su estrato económico y su ubicación geográfica. Como lo demuestran estudios realizados por la Organización Mundial de la Salud, la buena formación intelectual de las comunidades está ligada, en forma directa e indefectible, a una buena salud y nutrición. Si la población laboralmente activa no tiene buena salud, jamás tendrá un progreso sostenible y creciente en el tiempo. La mala salud se refiere, de manera integral, a una nutrición deficiente y al padecimiento de enfermedades incapacitantes, tratables y prevenibles, en adultos y en la población infantil.

Por ello, la telemedicina hoy entra a desempeñar un papel fundamental en lo que concierne a la mejora sostenible de la salud de las comunidades, a nivel global. Es una herramienta más para el buen desempeño científico del personal de la salud, que no solucionará todos los problemas existentes en el sector sanitario, pero con los avances generados durante los últimos quince años de las telecomunicaciones alámbricas e inalámbricas, entrará a desempeñar un rol de marcada importancia en todos los países del mundo. (5)

1.2. Sistemas de Telemedicina a nivel internacional

Doctor Chat®(Bogotá)

El servicio fue diseñado por la División de Educación de la fundación Santa Fé de Bogotá a través de su programa e-Salud®. Cuenta con la asesoría médica por Internet abierto a toda la comunidad, de manera gratuita, las teleconsultas pueden ser de dos formas.

- Formulando una pregunta: Este servicio se solicita a través de un mensaje, el cual será respondido por un especialista en cualquier momento a través del servicio asincrónico de teleconsultas, el cual dará la respuesta de 3 a 5 días por vía correo, publicándola en el sitio o ambos.
- En tiempo real: Un invitado resolverá dudas en vivo, en un tema seleccionado, todos los jueves de 1:00 pm a 2:00 pm.

Doctor Chat® es un servicio que ofrece internet donde brinda teleconsulta online gratuita, pero este servicio no ofrece un intercambio en tiempo real. Este no resuelve el problema de comunicación entre profesionales con el objetivo de realizar valoraciones en conjunto, tampoco permite visualizar imágenes médicas en pizarras compartidas y no posibilita de que un paciente sea consultado de forma online por un médico.

Sitio web Apoyomédico

Este sitio ofrece la posibilidad de intercambiar de forma privada y gratuita con el médico en línea con respecto a alguna duda o necesidad de información sobre algún tema relacionado con la salud y la medicina. Las consultas y sus respuestas se publican de forma anónima y sirve como información referencial o educativa al visitante. Las preguntas se resuelven a manera de opinión médica y su finalidad es de tipo educativa o informativa y de ninguna manera reemplaza a una consulta médica normal, pues para ello, se requiere de la interacción directa entre el médico y el paciente. El sitio web Apoyomédico a pesar de sus variadas ofertas, no posibilita el intercambio entre profesionales de la salud de forma online. En ocasiones, existe la posibilidad que los profesionales no estén en línea directa para responderles su petición, por tanto, no cumple con los objetivos trazados.

Sitio web Soymédico (Bolivia)

El servicio que ofrece Soymédico para médicos de Bolivia, a través de la tecnología web tagboard (herramienta para crear chat), es para realizar consultas a través de un chat donde un especialista atiende las solicitudes del paciente. En este caso los especialistas están preparados en ginecología y sexología, este sitio se hizo con el propósito de que no hubiera embarazos no deseados. El Servicio de chat Soymédico tiene la desventaja que es solamente para médicos de Bolivia. El tema que se debate principalmente es acerca de los embarazos y la mujer. Las conversaciones pueden ser vistas por cualquier usuario, lo cual no brinda privacidad y confidencialidad a las consultas que se realicen en línea y estas son realizadas con descuentos, es decir que hay que pagarlas; por tanto, no cumple con los requisitos establecidos.

VistaMédica(Argentina)

El portal VistaMédica es un servicio para médicos donde ofrece información científica, noticias médicas, artículos, chat, novedades de la medicina, clasificados en salud, correo gratis y más. Es un sitio de cooperación libre entre sus integrantes, cuyo objetivo es ofrecer servicios y contenidos para profesionales de la salud de habla hispana, con el propósito de lograr un mayor desarrollo científico y humano. Es independiente de cualquier laboratorio farmacéutico, aseguradora, hospital o cualquier otra empresa. El servicio de chat para los médicos se activa a las 8:00 todos los días para que se comuniquen y expongan sus ideas.

El portal VistaMédica es bastante amplio en su contenido de la salud y útil para todo profesional de la medicina ya que puede documentarse y actualizarse constantemente. El servicio de chat que ofrece, para la comunicación en línea no está moderado, por tanto está propenso a no ofrecer un servicio con la calidad médica requerida. Tiene el inconveniente que para ingresar a él tiene que ser a través de publicidad, donaciones, uso de internet gratis, y cuentas de correo Premium, debido a estas características, no cumple con los requisitos establecidos.

Health & Doctor

Health & Doctor es un canal de atención médica directa que utiliza tecnología de punta a favor de la salud, complementa la medicina tradicional y ofrece un valor añadido de inmediatez y ruptura de barreras geográficas en la asistencia médica. Brinda variados servicios de atención médica como: consultas médicas en línea, emisión de recetas digitales, solicitud de exámenes de laboratorios vía internet, emisión de informes médicos, Telemedicina e información de clínicas y hospitales. El servicio que ofrece Health &

Doctor, es de calidad, ya que utiliza modernas tecnologías que hoy día son parte de la vida diaria para llegar a los pacientes, sin importar el lugar del mundo donde vivan. A pesar de sus variadas ofertas de consultoría y atención a la salud, para beneficiarse de ellos hay que afiliarse por medio de pago de tarjetas magnéticas, lo que lo convierte en un servicio solamente para las personas que puedan pagar. Este servicio no corresponde con el sistema de Cuba, donde es totalmente gratuita la atención médica, por tanto no cumple con las características requeridas.

El médico en casa

El sitio web El médico en casa ofrece consultas online e información sobre lo último en salud. Esto se realiza por medio de consejos y recomendaciones a todos aquellos usuarios y/o pacientes que lo necesiten. El servicio de consultas médicas online es de pago obligatorio y su precio es de 2 €, a realizar tras rellenar el formulario de consulta vía PayPal y se puede adjuntar un archivo que pueda servir de ayuda (analítica, radiografía, fotografía...). La respuesta se envía en menos de 48-72 horas.

El servicio que ofrece el sitio web para los pacientes o cualquier persona es a través de un mensaje que se envía al grupo de expertos médicos, donde en un período de tiempo es respondido. Tiene la desventaja de que para solicitarlo hay que pagar y esperar un tiempo determinado para recibir la respuesta por no ser un servicio online. Este sitio no corresponde con las características del sistema cubano por lo que no lo convierte en un candidato de acuerdo a las necesidades.

Colabor@

Se trata de un sistema de videoconferencia que establece reuniones online entre especialistas de diferentes centros sanitarios para cubrir las necesidades de cooperación entre los profesionales médicos, sin necesidad de invertir tiempo y dinero en desplazamientos físicos. La capacidad de la banda ancha, las pantallas de alta definición y la multicanalidad aseguran una experiencia muy cercana a la de la reunión física. El Hospital Costa del Sol y el Hospital de Benalmádena, en Málaga, son dos de los centros donde se prueba Colabor@. (6)

Con este servicio los profesionales de la salud pueden llegar al diagnóstico compartido entre especialistas de diferentes centros hospitalarios, realizar teleconsultas o sesiones clínicas colaborativas para compartir casos y experiencias entre profesionales sanitarios. El mismo permite a los profesionales sanitarios establecer sesiones de trabajo virtuales con el objetivo de compartir información médica en tiempo real, garantizando siempre la calidad del contenido compartido. Este sistema tiene la desventaja de que para solicitarlo hay que pagar, por lo que no es viable su utilización en Cuba.

Cisco Health Presence

Es un sistema de videoconferencia pensado para el ámbito rural. El aislamiento en zonas remotas, sobre todo de pacientes de edad avanzada y con dolencias crónicas, deja de ser un problema porque incorpora equipos de Telediagnóstico que evitan los desplazamientos rutinarios a los hospitales o a las consultas con especialistas. (6)

El sistema incluye dispositivos con biosensores que monitorizan los signos vitales de los pacientes, presión sanguínea, frecuencia cardiaca, nivel de oxígeno o de glucosa en sangre, electrocardiograma y peso corporal. También se realizan consultas médicas remotas por videoconferencia. La Telepresencia facilita el acceso a médicos y especialistas desde ubicaciones remotas brindando una mejor atención a los pacientes. Aunque este sistema brinda consultorías en tiempo real, para beneficiarse de él hay que afiliarse por medio de pago, por lo que no es factible su uso en el país.

La Red de Telemedicina de Ontario (OTN)

Es una de las mayores redes de Telemedicina en el mundo, tiene la capacidad de ofrecer cuidados de salud a casi cualquier paciente, en cualquier lugar y en cualquier momento. Además de la atención clínica, se facilita la entrega de educación a distancia y reuniones para profesionales de la salud y los pacientes. También mejora las oportunidades de desarrollo profesional para los médicos, los estudiantes y sus aliados profesionales de la salud. La entrega de los servicios de salud y la educación se lleva a cabo a través de sistemas de videoconferencias y los últimos instrumentos de tele-diagnóstico. En la actualidad, OTN soporta videoconferencia para tres aplicaciones principales: Clínica de Telemedicina, Educación a Distancia y Reuniones. (7)

Esta red de Telemedicina ha permitido conectar a los médicos en toda la provincia, siendo una de las mejores formas de comunicación entre ellos. No obstante, esta red presenta varios inconvenientes, pues su contenido está dirigido solamente a residentes de Ontario, si llega a usarse fuera de esta provincia habría que afiliarse mediante pagos, por lo que no es conveniente su uso en Cuba.

Consultas de Telemedicina en Trujillo-España

Cuenta con un sistema de Telemedicina donde el paciente habla por videoconferencia con el especialista explicándole sus síntomas, mientras que éste a través de preguntas y de las pruebas realizadas previamente por el equipo sanitario, da un diagnóstico y un tratamiento. (8)

Este sistema cuenta con nueve especialidades que se atienden en las consultas, dentro de ellas se tienen: dermatología, endocrinología, medicina interna, nefrología, neumología, tabaquismo, radiología, geriatría y neurología. Esta última especialidad engloba un programa piloto de cefaleas y migrañas. Mediante este servicio el hospital beneficia alrededor de 20.000 personas entre los pobladores de Trujillo y los pobladores de las poblaciones cercanas. Este sistema de Telemedicina aunque presenta conexión en tiempo real, no contiene reuniones online entre especialistas, además de no realizar diagnósticos en todas las esferas de la medicina, por lo que no cumple con los objetivos trazados.

1.3. Herramientas y Tecnologías

1.3.1. Metodología de desarrollo.

Las metodologías de desarrollo de software surgen ante la necesidad de utilizar un conjunto de procedimientos, técnicas, herramientas y soporte documental para el desarrollo de productos software. (9)

Proceso Unificado de Desarrollo (RUP) por sus siglas en inglés. Metodología pesada que permite abarcar un registro amplio y explícito del proceso de desarrollo, minimiza los riesgos, garantiza la predictibilidad de los datos y la entrega del software a tiempo. Tiene tres características fundamentales: es dirigido por casos de uso, centrado en la arquitectura e iterativo e incremental.

Esta metodología proporcionará la guía necesaria para construir el componente, garantizando la documentación para su posterior integración al Sistema de Telemedicina.

1.3.2. Lenguajes

El **Lenguaje Unificado de Modelado** (UML) por sus siglas en inglés, es un lenguaje que permite modelar, construir y documentar los elementos que forman un sistema de software orientado a objetos. UML sirve para el modelado completo de sistemas complejos, tanto en el diseño de los sistemas de software como para la arquitectura hardware donde se ejecuten. (10) Permite la representación conceptual y física de un sistema. Cuenta con varios tipos de diagramas, los cuales muestran diferentes aspectos de lo que se quiere representar. Ofrece un estándar para describir un plano del sistema, incluyendo aspectos conceptuales tales como procesos de negocios y funciones del sistema, y aspectos concretos como expresiones de lenguajes de programación, esquemas de bases de datos y componentes de software reutilizables. (11)

UML permitirá la representación del componente a través de diagramas que muestran desde diferentes puntos de vista, para su mejor comprensión, los conceptos del dominio, objetos, componentes y clases. Creando un estándar para la documentación mediante la generación de artefactos definidos por la metodología.

El lenguaje de programación **Java** es robusto, multiplataforma. Tiene muchas similitudes con el lenguaje C y C++. Java es un lenguaje de programación orientado a objetos desarrollado originalmente por James Gosling y sus colegas en la empresa Sun Microsystems. La empresa Oracle es la actual dueña de Java y mantiene y actualiza regularmente el conjunto de estándares y herramientas que lo definen. La

Especificación del Lenguaje Java, 2a. edición, define Java como un lenguaje de programación de propósito general, concurrente, basado en clases y orientado a objetos.

- De propósito general: apto para programar cualquier tipo de aplicación, no diseñado específicamente para un cierto tipo de aplicación.
- Concurrente: puede programarse para permitir varios usuarios simultáneos, mediante el uso de la programación con hilos de ejecución paralela, en forma sincronizada, sin interferencias mutuas.
- Orientado a Objetos: asume el uso exclusivo de la programación orientada a objetos.
- Basado en Clases: la orientación a objetos se implementa a través de la definición de clases, a partir de las cuales se construyen los objetos como instancias de esa clase. (12)

Este lenguaje permitirá la creación e implementación de las clases controladoras, encargadas de la lógica del negocio.

ActionScript es el lenguaje de programación para crear scripts en Flash. Este lenguaje provee de una amplia variedad de herramientas para enviar y recibir información del servidor. (13)

Será el encargado de la implementación del componente Flash de las páginas cliente a través del cual se podrá transmitir y recibir el flujo de videos y datos en tiempo real.

Lenguaje de Marcado de Hipertexto Extensible (XHTML) por sus siglas en inglés, es la combinación combinando de la sintaxis de HTML, diseñado para mostrar datos, con la de XML, diseñado para describir los datos. (14)

Será el lenguaje utilizado para la creación de las páginas cliente, permitirá la visualización de la información, haciendo uso del servidor de aplicaciones JBoss Server.

1.3.3. Librerías Utilizadas

Richfaces es una biblioteca de componentes visuales para la creación de aplicaciones web basadas en JSF. Las componentes RichFaces implementan AJAX de forma nativa y aprovechan las posibilidades que le brindan su completa integración con JSF para acceder a las facilidades de los componentes administrados y de los validadores del lado del servidor, así como los convertidores y los procesos en espera del cambio de un valor o una acción. También es posible habilitar AJAX en otras componentes que no pertenecen a RichFaces mediante el uso de componentes específicos que brinda Richfaces sin la necesidad de utilizar JavaScript. De igual forma la plataforma permite la construcción de componentes

propias mediante el uso de CDK, una plataforma con facilidades para la generación de código y el uso de plantillas, evitando procesos rutinarios en la tarea. (15) (16)

Así mismo, permitirá crear interfaces de usuario modernas de manera eficiente y rápida, basadas en componentes listos para usar, altamente configurables en cuanto a temas predefinidos por el propio marco de trabajo o desarrollados a conveniencia. Específicamente en el componente a desarrollar richfaces permitirá la visualización de la información, en las funcionalidades que requieran listar, solamente con la creación de una variable para este fin, es decir no será necesario implementar un algoritmo para realizar dicha función.

Ajax4JSF es una biblioteca de código abierto que se integra totalmente en la arquitectura de JSF y extiende la funcionalidad de sus etiquetas dotándolas con tecnología Ajax de forma limpia y sin añadir código Javascript. Ajax4jsf presenta mejoras sobre los propios beneficios del framework JSF incluyendo el ciclo de vida, validaciones, facilidades de conversión y el manejo de recursos estáticos y dinámicos. (17)

Esta librería permitirá recargar componentes de la página sin necesidad de recargarla por completo, se encargará de las peticiones automáticas al servidor y de los eventos del usuario. Se utilizará fundamentalmente para las funcionalidades, como por ejemplo: Desconectar y Terminar consulta y para los botones como: Consultar, Iniciar comunicación y Llamar.

1.3.4. Framework Utilizados

Jboss Seam Es una poderosa plataforma de desarrollo de código abierto para desarrollar aplicaciones enriquecidas para Internet en Java. Seam integra tecnologías como Asynchronous JavaScript and XML (AJAX), JavaServer Faces (JSF), Java Persistence (JPA), Enterprise Java Beans (EJB 3.0) y Business Process Management (BPM) en una solución completa con sofisticadas barras de herramientas.

Seam ha sido diseñado desde cero para eliminar la complejidad, tanto a nivel de arquitectura como de API. Permite a los desarrolladores ensamblar aplicaciones web complejas mediante simples clases Java anotadas, un amplio conjunto de componentes de interfaz de usuario, y muy poco XML. El soporte único de Seam para las conversaciones y la administración del estado declarativo puede introducir una experiencia de usuario más sofisticada y al mismo tiempo que se eliminan los errores comunes que se encuentran en las aplicaciones web tradicionales. (18)

Hibernate es un framework de persistencia para Java de libre distribución que facilita el mapeo de atributos entre una base de datos relacional y el modelo de objetos de una aplicación. Además proporciona un potente lenguaje de consultas denominado Hibernate Query Language (HQL). (19)

Teniendo las tablas necesarias para la aplicación como clases java mediante el mapeo de las mismas, se tendrá acceso a las propiedades almacenadas en la base de datos de los objetos creados.

JavaServer Faces (JSF) es un marco de trabajo para crear aplicaciones java J2EE basadas en el patrón MVC de tipo 1. JSF tiene como características principales:

- Utiliza páginas JSP para generar las vistas, añadiendo una biblioteca de etiquetas propia para crear los elementos de los formularios HTML.
- Asocia a cada vista con formularios un conjunto de objetos java manejados por el controlador (managed beans) que facilitan la recogida, manipulación y visualización de los valores mostrados en los diferentes elementos de los formularios.
- Introduce una serie de etapas en el procesamiento de la petición, como por ejemplo la de validación, reconstrucción de la vista, recuperación de los valores de los elementos, etc.
- Utiliza un sencillo fichero de configuración para el controlador en formato XML.
- Es extensible, pudiendo crearse nuevos elementos de la interfaz o modificar los ya existentes.
- Y lo que es más importante: forma parte del estándar J2EE. En efecto, hay muchas alternativas para crear la capa de presentación y control de una aplicación web java, como Struts y otros frameworks, pero solo JSP forma parte del estándar. (20)

Enterprise Java Beans (EJB 3.0) es una arquitectura para el desarrollo y despliegue de aplicaciones de negocio basadas en componentes.

Las aplicaciones escritas utilizando la arquitectura Enterprise JavaBeans son escalables, transaccionales y de multiusuario seguro. Estas aplicaciones se pueden escribir una vez, y luego desplegar en cualquier plataforma de servidor que soporta la especificación de Enterprise JavaBeans.

La especificación Enterprise JavaBeans ha sido, desde su inicio, una fuente de debate dentro del mundo de desarrollo Java. La especificación EJB ha ido evolucionando a la par que lo hacía la propia especificación J2EE.

La nueva especificación de EJB 3.0 simplifica el proceso de creación de EJB y facilita la implementación de la persistencia de una nueva manera por medio del api JPA. A partir de la segunda versión, los desarrolladores decidieron abandonar el uso de EJB debido a la complejidad y las restricciones de su uso. Sin embargo, con la aparición de la nueva versión EJB 3, se ha simplificado mucho su uso. (21)

Java Persistence API (JPA), define la correlación relacional de objetos internamente, en lugar de basarse en implementaciones de correlación específicas del proveedor. JPA se basa en el modelo de programación Java que se aplica a los entornos Java EE, pero JPA puede funcionar dentro de un entorno Java SE para probar funciones de la aplicación.

JPA representa una simplificación del modelo de programación de persistencia. La especificación JPA define explícitamente la correlación relacional de objetos, en lugar de basarse en implementaciones de correlación específicas del proveedor. JPA crea un estándar para la importante tarea de la correlación relacional de objetos mediante la utilización de anotaciones o XML para correlacionar objetos con una o más tablas de una base de datos. (22)

Java Virtual Machine (JVM) Una Máquina virtual Java (en inglés Java Virtual Machine, JVM) es un programa nativo, es decir, ejecutable en una plataforma específica, capaz de interpretar y ejecutar instrucciones expresadas en un código binario especial (el Java bytecode), el cual es generado por el compilador del lenguaje Java.

La JVM es una de las piezas fundamentales de la plataforma Java. Básicamente se sitúa en un nivel superior al Hardware del sistema sobre el que se pretende ejecutar la aplicación, y este actúa como un puente que entiende tanto el bytecode, como el sistema sobre el que se pretende ejecutar. Así, cuando se escribe una aplicación Java, se hace pensando que será ejecutada en una máquina virtual Java en concreto, siendo ésta la que en última instancia convierte de código bytecode a código nativo del dispositivo final. (23)

Java Development Kit o (JDK), Kit de desarrollo en Java, es un software que provee herramientas de desarrollo para la creación de programas en java. Puede instalarse en una computadora local o en una unidad de red. (23)

Java Runtime Environment (JRE) es un conjunto de utilidades que permite la ejecución de programas java, En su forma más complicada, el entorno en tiempo de ejecución de Java está conformado por una Máquina Virtual de Java o JVM, un conjunto de Java y otros componentes innecesarios para que una aplicación escrita en lenguaje c++ pueda ser ejecutada. El JRE actúa como un "intermediario" entre el sistema y Java. (23)

1.3.5. Servidor de Aplicaciones

El Servidor de aplicación JBoss Server o JBoss AS 4.2 es un servidor de aplicaciones J2EE de código abierto implementado en Java puro. Al estar basado en Java, JBoss puede ser utilizado en cualquier sistema operativo para el que esté disponible Java. Proporciona una herramienta útil para el desarrollo y despliegue de aplicaciones Java, aplicaciones Web y portales. JBoss AS puede ser descargado, utilizado, incrustado y distribuido sin restricciones por la licencia.

1.3.6. Servidor de Streaming

Para seleccionar el servidor de streaming, se realizó un análisis de los ya existentes a nivel internacional en busca de uno que con los requerimientos necesarios para el proyecto. Sobre todo que fuese libre de código abierto y que cuente con todas las funcionalidades que permita implementar la telemedicina propuesta.

VLC VideoLAN es un software que se puede obtener de forma gratuita y su licencia es del tipo GPL v2. Puede ser utilizado en computadoras que tengan como sistema operativo tanto Windows como Linux. Permite el trabajo con información que posean los formatos AVI, quick time, OGG, MATROSKA, MP4, MPEG y FLV y puede comunicarse mediante los protocolos HTTP, DASH, RTSP, MMS, RTP, RTCP, UDP, TCP y RTMP. (24)

Flash Media Server permite la transmisión de audio y video en tiempo real. Su funcionamiento es basado en el lenguaje actionScript. Tiene un costo anual de \$4500 y es un software propietario. Puede ser utilizado en los sistemas operativos Windows o Linux. Permite el trabajo con diferentes formatos como mp4, FLV y ABS y puede comunicarse mediante los protocolos HTTP y RTMP. (25)

Mistserver permite la transmisión de audio y video en tiempo real. Tiene un costo de €299 por el soporte de 3 años. Puede ser utilizado para los sistemas operativos Windows o Linux. Permite el trabajo con diferentes formatos como quick time, mp4, MPEG, FLV y ABS y puede comunicarse mediante los protocolos HTTP, TCP, RTMP y MPEG. (26)

Darwin Streaming Server es un software que se puede obtener de forma gratuita. Puede ser utilizado en los sistemas operativos Windows o Linux. Permite el trabajo con información que posean los formatos 3gp, quick time y mp4 y puede comunicarse mediante los protocolos RTSP, RTP y RTCP. (27)

Flumotion Streaming Server es un software que se puede obtener de forma gratuita. Puede ser utilizado en computadoras que tengan como sistema operativo Linux. Permite el trabajo con información que posean los formatos ASF, quick time, OGG, OGM, MATROSKA, MP4, FLV y puede comunicarse mediante el protocolo TCP. (28)

El Servidor Streaming RED5 es un servidor de código abierto, escrito totalmente en java para transmitir contenido streaming en Flash. Utiliza el protocolo RTMP, con lo cual se puede transmitir contenido en tiempo real. Este servidor tiene todas las cualidades del Flash Media Server de Adobe. Utiliza la sintaxis de ActionScript Communication con la cual se pueden desarrollar aplicaciones de comunicación en tiempo real. Es un software libre, la instalación es sencilla y es multiplataforma. Además es muy estable, si un cliente genera una excepción el servidor solo falla en la conexión en la que se generó y todos los demás clientes se mantienen sin problemas. Gracias al soporte de transmisión de datos en tiempo real que posee el Servidor Streaming RED5, se pueden implementar: chats multiusuario en tiempo real, transmisión de señal de televisión, chats con soporte de audio y video, con la cual los usuarios pueden transmitir el contenido de su webcam. La grabación del contenido es en formato FLV. (29)

Después de haber analizado un conjunto de servidores de streaming existentes, dos de ellos, VLC VideoLan y Red5, son los que poseen las características necesarias para el desarrollo del sistema. Se selecciona **Red5 Streaming Server** debido a que este está basado en Java, utiliza la sintaxis de ActionScript y soporta información con formato FLV, lo que permitirá una correcta integración con las tecnologías y herramientas definidas previamente para el desarrollo. Además VLC VideoLan posee una licencia GPLv2, lo que trae como inconveniente que su utilización provoca que el producto resultante deba ser desplegado bajo esta misma licencia y Red5 posee una licencia Open Source.

1.3.7. Herramientas de desarrollo utilizadas

Para el modelado del sistema se utilizó **Visual Paradigm**, la cual es una herramienta que permite realizar el modelado de una forma rápida y fácil. Posee un conjunto de plugins y funcionalidades, que posibilitan la realización de varios tipos de diagramas usando el lenguaje de modelado UML. Posibilita además la generación de código fuente y de base de datos, además de que con esta se puede documentar o generar parte de la documentación necesaria para el proyecto.

Como Entorno de Desarrollo Integrado (IDE, por sus siglas en inglés), se utilizaron el Eclipse GANYMEDE y el Adobe Flex Builder3.

El **Eclipse GANYMEDE** es un Entorno de Desarrollo Integrado basado en Java. Con soporte nativo para la plataforma Java y su lenguaje de programación (del mismo nombre), puede ser extendido para dar respaldo a otras plataformas. El diseño arquitectónico de esta herramienta está basado en la composición e integración de extensiones, lo cual, unido a que ha sido licenciado como software de código abierto permite que muchos desarrolladores y empresas lo tomen como base para sus propias herramientas. De esta forma Eclipse se considera una meta herramienta, es decir, una herramienta para construir nuevos entornos de programación. (30)

Adobe Flex Builder 3 es un entorno de desarrollo integrado (IDE) basado en Eclipse y desarrollado por Adobe. Nos permite crear proyectos utilizando Flex SDK, tal como Eclipse hace con otros lenguajes. Las principales ventajas que ofrece son: Reconocimiento dinámico de errores, detección de librerías, edición de archivos ActionScript y mxml, interfaz visual para el diseño de componentes, utilizando la extensión MXML de Flex, SDK que consiste en un lenguaje XML en el que definir un conjunto de componentes Flex, permitiendo añadir código ActionScript.

El Adobe Flex Builder 3 soporta el lenguaje ActionScript el cual será el utilizado para la construcción de los componentes visuales.

1.3.8. Sistema Gestor de Base de Datos

PostgreSQL es un sistema de gestión de bases de datos objeto-relacional, distribuido bajo licencia BSD y con su código fuente disponible libremente. Es el sistema de gestión de bases de datos de código abierto

más potente del mercado y en sus últimas versiones no tiene nada que envidiarle a otras bases de datos comerciales.

Utiliza un modelo cliente/servidor y usa multiprocesos en vez de multihilos para garantizar la estabilidad del sistema. Un fallo en uno de los procesos no afectará el resto y el sistema continuará funcionando.

1.4. Conclusiones del capítulo

En el presente capítulo, se realizó un análisis de los principales elementos que componen el objeto de estudio y el campo de acción. Se expuso de manera clara, los principales conceptos asociados a la investigación. Se mostró además un análisis de los sistemas a nivel internacional, evidenciando que ninguno se ajusta a las condiciones que se necesitan en Cuba, ya que son sistemas específicos para los países donde se desarrollaron, además de que son sistemas propietarios que se requiere de la compra de una licencia para poderlos utilizar. En algunos casos, son sistemas que están desplegados en servidores a los cuales no se puede tener acceso físico, lo que imposibilita que se pueda auditar la seguridad de estos para tener una mejor confidencialidad de la información que se maneja.

Se realizó un análisis además de las tecnologías más adecuadas para el desarrollo de la solución, haciendo énfasis en los servidores de streaming, ya que la selección del adecuado, en este caso el Red5, es la columna vertebral de la solución, puesto que el intercambio de los datos en tiempo real es debido a la utilización de un buen servidor de streaming.

Capítulo 2: Características de la Solución

En este capítulo se realiza la propuesta de solución del sistema de telemedicina. Se realizará una descripción del problema a resolver, además de que se mostrará el modelo de negocio y se describirán los principales componentes que lo conforman. Se expondrán las principales características que tendrá el sistema, así como los diagramas de los principales componentes y clases.

2.1. Solución propuesta

El desarrollo de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones al servicio de la Salud en Cuba, ha ido en ascenso con el paso de los años. Es por ello que muchas empresas de software están dedicadas a prestarle servicio a este sector de la sociedad. La Universidad de las Ciencias Informáticas, se creó con el objetivo de formar a estudiantes en la especialidad de la informática y desarrollar software de todo tipo.

El Centro de Informática Médica, perteneciente a la Facultad 7, se creó con el objetivo de desarrollar sistemas encaminados a contribuir con el mejoramiento de los procesos en las instituciones de salud tanto en Cuba como en el mundo. Dentro de este centro, se encuentra el Departamento de Sistemas Especializados, en el cual se desarrollan sistemas para el nivel terciario de atención, el cual tiene la misión de contribuir al avance de la Informática en los centros de salud, de forma tal que contribuya a aumentar la calidad en la atención a los pacientes.

Aumentar la certeza en el diagnóstico, usando las TIC, es uno de los retos de este departamento, es por ello que se crea el Proyecto Telemedicina, encaminado a obtener una solución informática que fuese capaz de acortar las distancias entre los médicos y los pacientes.

El sistema tendrá dos módulos, uno encargado de realizar reuniones virtuales en línea, el cual tendrá dos actores, un moderador y las personas que participan en la reunión. Este módulo permitirá planificar reuniones virtuales con horario, día, tema, breve descripción del caso y los invitados a esta. El sistema se encargará de enviar un aviso a los médicos que van a formar parte de la reunión y si estos aceptan la petición, entonces se procede al intercambio de opiniones a través del chat, la videoconferencia y pizarra compartida.

La videoconferencia, tiene como objetivo la comunicación visual en línea entre los participantes de la reunión, permitiendo el intercambio y con el objetivo de lograr un mejor diagnóstico, resolver una duda con mayor rapidez u obtener una segunda opinión más especializada.

Con el uso de la pizarra compartida, se podrá trabajar con imágenes que se obtenga del sistema PACS desarrollado en el Centro de Informática Médica, seleccionarlas, ampliarlas, dibujarlas mostrando en que parte desea que su contacto haga énfasis, moverlas o enviarlas.

El otro módulo tendrá un objetivo más centrado en el paciente, es una telemedicina domiciliaria en el cual los pacientes podrán realizar consultas a través de audio y video en tiempo real, estos recibirán una consulta médica realizada por especialistas de la salud conectados al sistema, dándoles la oportunidad de ser diagnosticados desde sus hogares, ahorrándoles tiempo en caso de vivir en lugares lejanos a un hospital. El servicio ofrecerá varias opciones como: solicitar y recibir la consulta médica a través de audio y video en tiempo real, el paciente podrá conectarse previamente con una operadora la cual lo asignará a un médico especialista, a quien se le podrá enviar datos desde los distintos dispositivos médicos conectados a la pc, así estos podrán emitir un diagnóstico con la información que los pacientes les envían y la charla paciente-médico, cada uno de ellos podrá desconectarse, permitiéndole terminar la consulta. Mediante este componente se podrán diagnosticar los pacientes situados en diferentes lugares geográficos contribuyendo así a un ahorro de tiempo en la atención.

En lo adelante se presentarán las características y funcionalidades que este sistema poseerá, utilizando las tecnologías descritas en el capítulo anterior. Se dará además una descripción de los casos de uso y se presentarán los diagramas de estos.

2.2. Estructura en paquetes del sistema.

Para tener un mejor entendimiento de como estará estructurado el sistema, a continuación se muestra la relación que existirá entre los diferentes módulos y componentes del sistema.

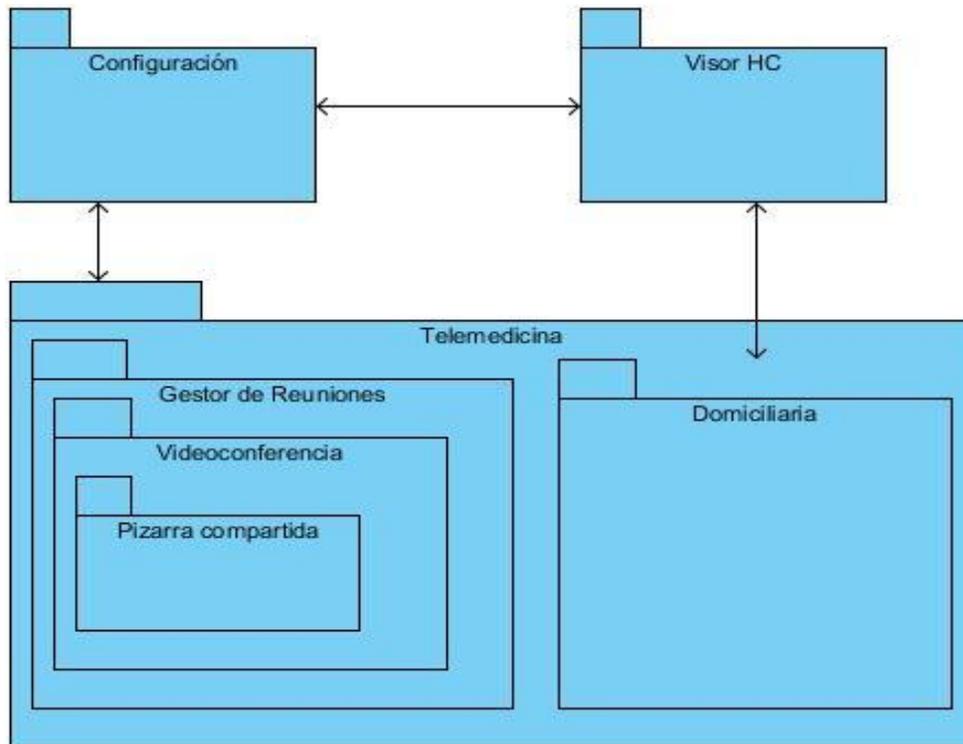


Fig. 1: Diagrama de paquetes del sistema

Domiciliaria: se efectuará con transmisión de video y audio en tiempo real, el cual permitirá a los pacientes que lo posean recibir una consulta médica realizada por especialistas de la salud conectados al sistema dándoles la oportunidad de ser diagnosticados desde sus hogares, ahorrándoles tiempo en caso de vivir en lugares lejanos a un hospital.

Gestor de Reuniones: permitirá al usuario moderador planificar reuniones virtuales con horario, día, tema, breve descripción del caso, los medios que tienen que llevar (audífonos, speaker, etc.) y los que van a participar en ella, para hablar de un tema en específico

Pizarra compartida: permitirá trabajar con imágenes al cargarlas, seleccionarlas, ampliarlas, dibujarlas mostrando en que parte desea que su contacto haga énfasis, moverlas o enviarlas.

Videoconferencia: permitirá a los usuarios a través de la comunicación visual en línea con una webcam, ver claramente a la persona con que quiere intercambiar y determinará mejor el diagnóstico o resolverá una duda con mayor rapidez. (31)

2.3. Modelo Conceptual

El modelo conceptual, permite ver la relación que existe entre los componentes del módulo, mostrando la cardinalidad que existe entre estos. Explica cuales son y cómo se relacionan los conceptos relevantes en la descripción del problema.

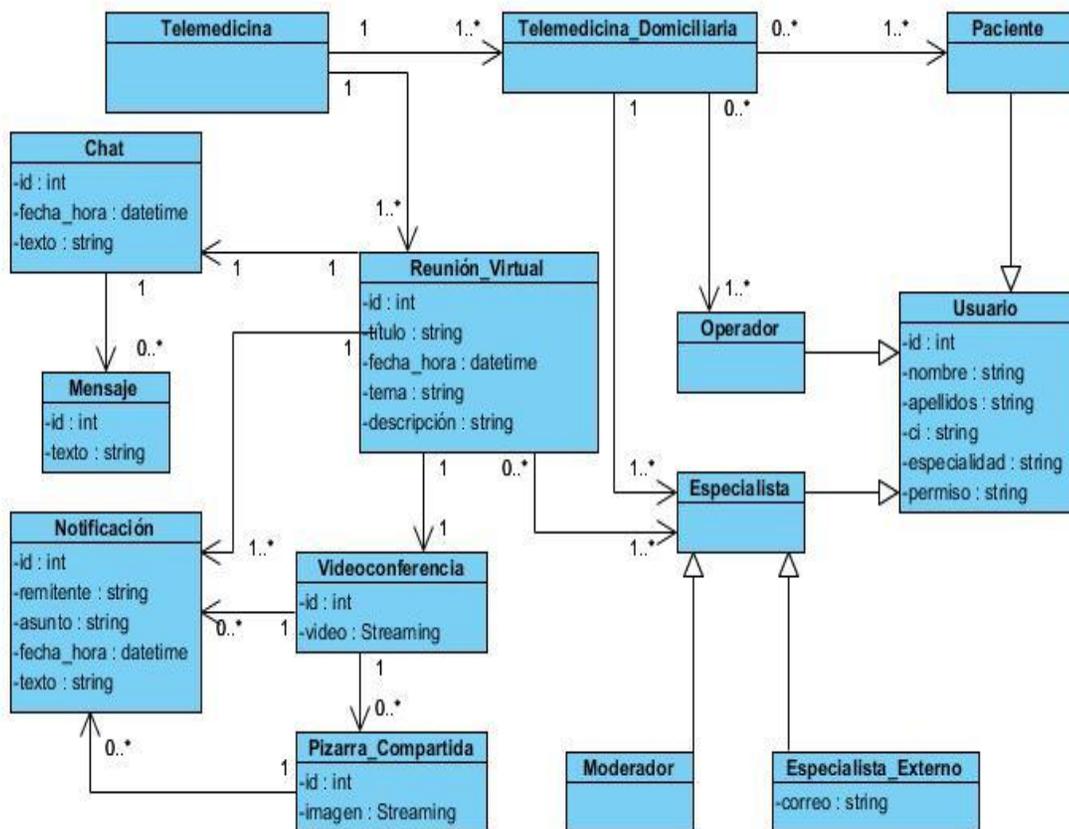


Fig.2: Modelo Conceptual

2.4. Especificación de los requerimientos

El levantamiento de requisitos tiene como objetivo principal, obtener las necesidades que tiene el cliente, para así tener una descripción detallada de las principales funcionalidades que tendrá el sistema. Una correcta obtención de los requisitos, permite que el producto final tenga la calidad requerida y que posea todo lo que el cliente desea.

A continuación se listan los requisitos que se obtuvieron del cliente:

R.1 Planificar reunión.

R.2 Buscar reunión.

R.3 Ver detalles de reunión.

R.4 Modificar reunión.

R.5 Acceder a la reunión

R.6 Eliminar reunión

R.7 Ver datos de reunión

R.8 Iniciar reunión

R.9 Enviar notificación

R.10 Agregar especialistas

R.11 Enviar mensaje de chat

R.12 Ver calendario de reuniones

R.13 Terminar reunión

R.14 Buscar reuniones grabadas

R.15 Reproducir reuniones grabadas

R.16 Iniciar videoconferencia.

R.17 Asignar permiso de videoconferencia.

R.18 Denegar permiso de videoconferencia.

R.19 Terminar intervención.

R.20 Grabar videoconferencia.

R.21 Expulsar usuario.

R.22 Admitir usuario.

R.23 Ver datos del especialista interventor.

R.24 Ver datos del especialista.

R.25 Ampliar pantalla.

R.26 Reconectar cámara.

R.27 Duplicar pantalla.

R.28 Solicitar permiso de videoconferencia.

R.29 Salir de la videoconferencia.

R.30 Reanudar reunión.

R.31 Silenciar videoconferencia.

R.32 Dibujar.

R.33 Borrar dibujo.

R.34 Escalar imagen.

R.35 Panear imagen.

R.36 Cargar imagen.

R.37 Rotar imagen.

R.38 Inicializar pizarra.

R.39 Modificar color.

R.40 Modificar grosor.

R.41 Mover imagen.

R.42 Desconectar a telemedicina domiciliaria.

R.43 Solicitar consulta.

R.44 Iniciar comunicación.

R.45 Listar pacientes.

R.46 Listar especialistas.

R.47 Atender paciente.

R.48 Transferir llamada.

R.49 Terminar comunicación.

R.50 Iniciar consulta.

R.51 Consultar paciente.

R.52 Terminar consulta.

2.5. Requisitos no funcionales del sistema

Usabilidad

RnF 1. La aplicación tendrá un ambiente sencillo y será fácil de manejar para los usuarios incluso aquellos que no han tenido mucha experiencia en el trabajo con computadoras o con sistemas informáticos.

RnF 2. Se impartirá capacitación a los usuarios acerca del funcionamiento del software.

Confiabilidad

RnF 3. La aplicación tendrá un sistema de trazas que registran el flujo constante de los datos y los responsables de sus cambios.

RnF 4. En los servidores donde se instale el sistema se garantizará una arquitectura de máxima disponibilidad, tanto de servidores de aplicación como de base de datos. Se garantizarán además, políticas de respaldo a toda la información, evitando pérdidas en caso de desastres. Las informaciones médicas relacionadas con los pacientes y que vayan a ser intercambiadas con otros centros por la red pública, viajarán cifradas para evitar accesos o modificaciones no autorizadas.

RnF 5. Se mantendrá la seguridad y el control a nivel de usuario, garantizando el acceso de los mismos sólo a los niveles establecidos de acuerdo a la función que realizan. Las contraseñas podrán cambiarse sólo por el propio usuario o por el administrador del sistema.

RnF 6. El sistema implementará un control de cambios a determinados campos de información (seleccionados por su importancia), de forma tal que sea posible determinar cuáles han sido las actualizaciones que se le han realizado. Ninguna información que se haya ingresado en el sistema será eliminada físicamente de la BD, independientemente de que para el sistema no exista. El sistema permitirá la recuperación de la información de la base de datos a partir de los respaldos o salvadas realizadas.

Eficiencia

RnF 7. El servidor de aplicación debe soportar un aumento de usuarios concurrentes por minuto de 1 a 400.

RnF 8. El sistema minimizará el volumen de datos en las peticiones y además optimizará el uso de recursos críticos como la memoria. Para ello se potenciará como regla guardar en la memoria caché datos y recursos de alta demanda.

Soporte

RnF 9. Una vez terminada la aplicación se instalará en el CIM para realizar pruebas piloto del software y pruebas de despliegue.

RnF 10. Se debe acceder al sistema desde cualquier plataforma.

RnF 11. Se debe garantizar que el sistema sea compatible con el resto de los módulos que se realizan.

RnF 12. El sistema debe estar bien documentado de forma tal que el tiempo de mantenimiento sea mínimo en caso de necesitarse.

Restricciones de diseño

RnF 13. El análisis y diseño de la aplicación será basado en las fases propuestas por el Modelo CMMI en su nivel 2 y la metodología definida en la UCI para la aplicación del mismo.

RnF 14. Se usará como herramienta CASE Visual Paradigm para el modelado de los productos típicos de trabajo generados en cada fase del ciclo de vida de CMMI.

RnF 15. Se usará como lenguaje de programación Java.

RnF 16. Se usará como Gestor de Base de Datos PostgreSQL.

RnF 17. Podrán ser utilizados varios estándares como HTTP, HTML, XML, SOAP, UDDI.

Software

RnF 18. Para la instalación de la aplicación se debe disponer del sistema operativo Windows o GNU Linux.

RnF 19. Debe utilizar la plataforma JAVA (Java Virtual Machine).

RnF 20. Servidor de Base de Datos Postgres 8.3 o superior.

RnF 21. Navegador: Internet Explorer 9, Mozilla Firefox 3.6 o versiones superiores.

RnF 22. Web Server: Apache Tomcat 5.5.31.

RnF 23. La PC cliente debe contar con el plugin de Flash player para el navegador.

RnF 24. El servidor de streaming deberá tener instalado el Red5.

RnF 25. Debe estar instalada la máquina virtual de Java: java-6-openjdk para GNU Linux o la jdk-6u3 o superior para Windows.

RnF 26. El servidor de aplicación deberá tener instalado Java Runtime Environment (JRE) 1.5 o superior y al JBoss AS 4.2 o superior.

Hardware

RnF 27. Los ordenadores que serán utilizados por los usuarios del sistema para acceder a la aplicación y operar la misma deben tener los siguientes requerimientos de hardware:

- Tipo de procesador: Intel Pentium IV o superior.
- Velocidad del procesador: 3.0 GHz o superior.
- Memoria RAM: mínimo 1Gb (Recomendado).
- Cámaras web con micrófono incluido o externo.
- Servidor de Base de Datos: debe tener 1 a 3 TB de espacio disponibles pues el volumen de información es bastante grande y perdura en el tiempo hasta 15 años.
- Servidor de aplicaciones y de streaming son: Procesador Intel® Xeon® 5140 Dual – Core, 4GB de memoria y 2x72GB de disco. (32)

2.6. Diseño de casos de uso

A continuación se presentan los casos de uso más significativos del sistema, en los anexos se podrán encontrar los casos de uso más específicos.

2.6.1. Diseño del Caso de Uso Gestión de Reuniones

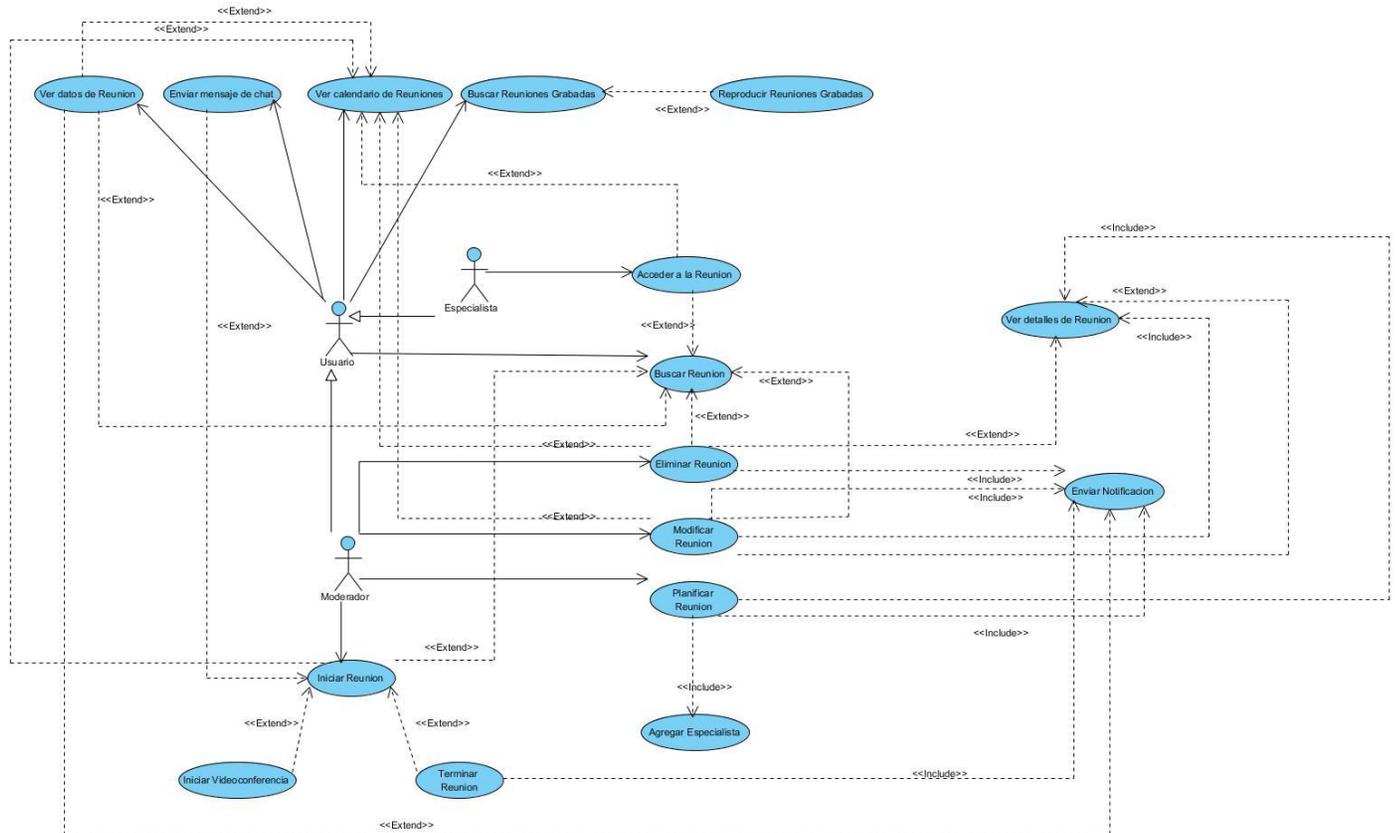


Fig. 3: Diseño de Caso de Uso de Gestión de Reuniones

2.6.2. Diseño del Caso de Uso Telemedicina Domiciliara

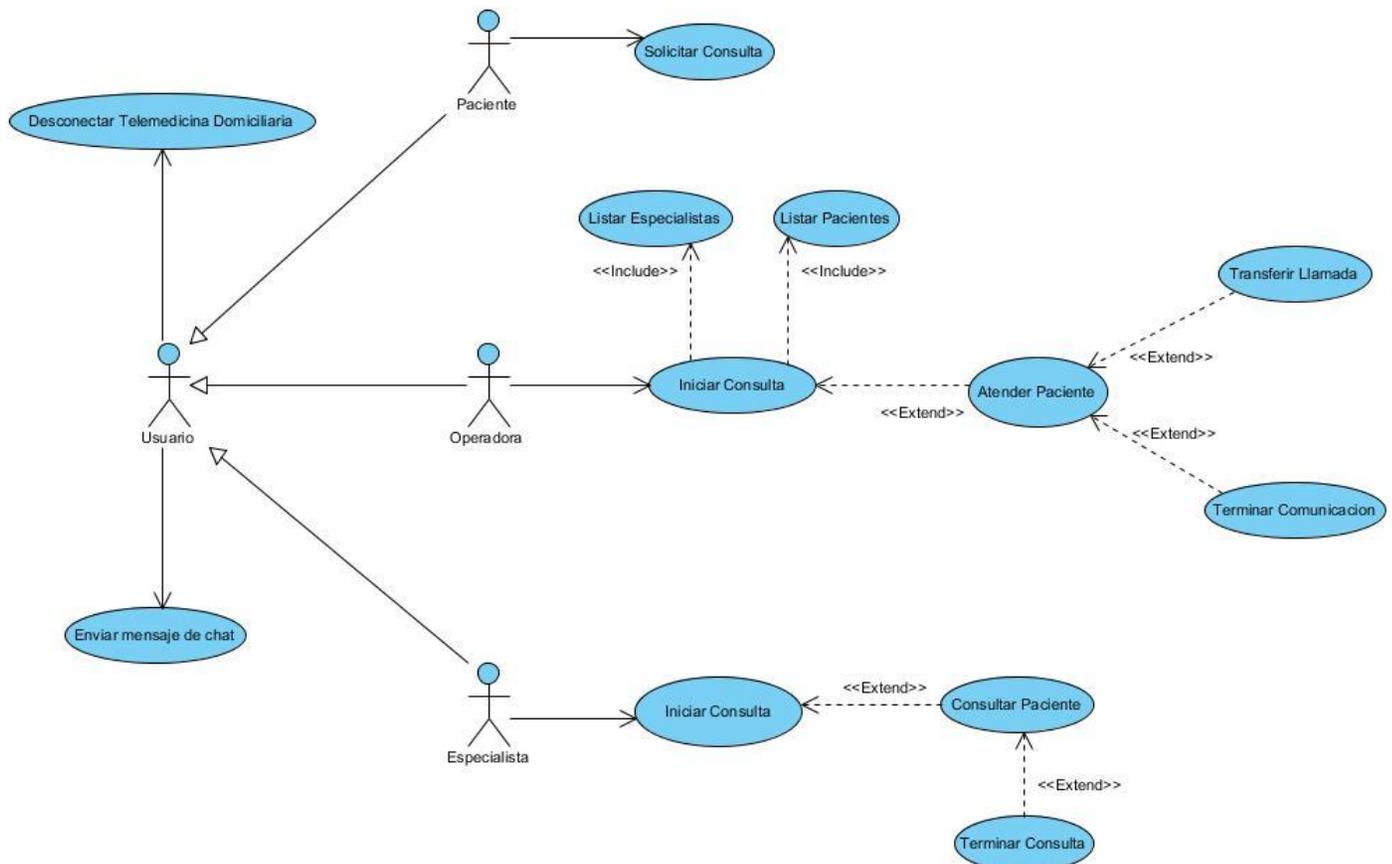


Fig. 4: Diseño de Caso de Uso de Telemedicina Domiciliara

2.7. Modelo de datos propuesto

Un modelo de datos es la combinación de una colección de estructuras de datos, operadores o reglas de inferencia y de reglas de integridad, las cuales definen un conjunto de estados consistentes. El cual puede ser usado como una herramienta para especificar los tipos de datos y la organización de los mismos. Además para la manipulación de consultas y datos, así mismo es el elemento clave en el diseño de la arquitectura de un manejador de BD. (33)

El modelo de datos propuesto define los objetos de la base de datos que se encargarán de almacenar los toda la información referente a la planificación de las reuniones, los usuarios invitados a las reuniones, las reuniones gravadas, las imágenes compartidas entre otras.

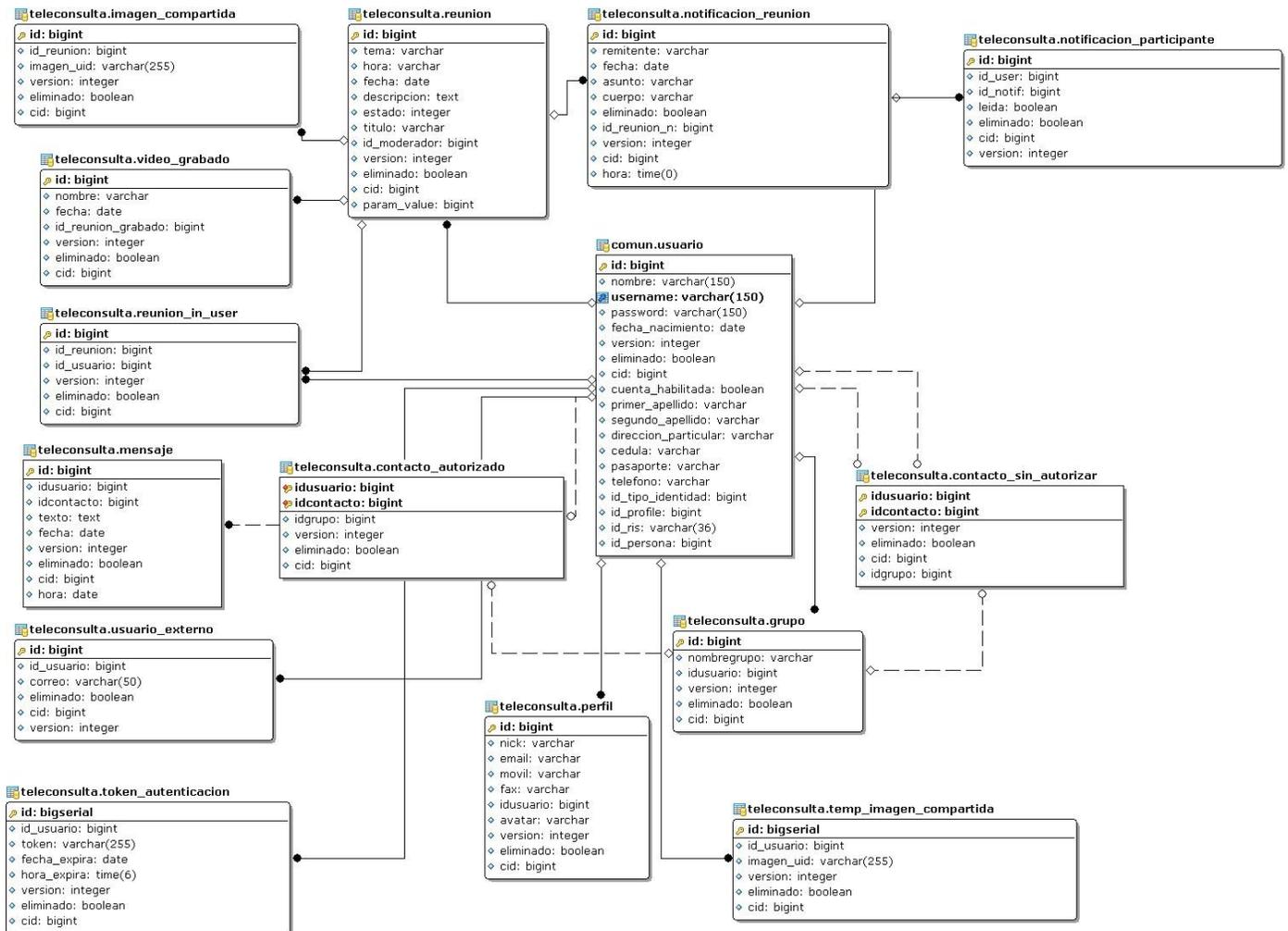


Fig. 5: Modelo de datos del sistema

Para un mayor entendimiento del modelo de datos, a continuación se describen cada una de las tablas que están presentes en este:

Nombre	Descripción
comun.usuario	Almacena los datos de los usuarios del sistema
teleconsulta.reunion	Almacena los datos de una reunión
teleconsulta.imagen_compartida	Almacena los datos de las imágenes compartidas para una reunión
teleconsulta.video_grabado	Almacena los datos de los videos grabados de las reuniones

teleconsulta.reunion_in_user	Relaciona a las reuniones con los usuarios
teleconsulta.notificacion_reunion	Almacena los datos de las notificaciones a una reunión
teleconsulta.notificacion_participante	Almacena los datos de la notificación a un participante de una reunión
teleconsulta.notificacion_reunion	Almacena los datos de las notificaciones a las reuniones
teleconsulta.temp_imagen_compartida	Almacena los datos de la imagen que temporalmente se comparte para ser incluida en una reunión posteriormente

2.8. Descripción de la Arquitectura

La Arquitectura del Software es el diseño de más alto nivel de la estructura de un sistema. El objetivo principal es aportar elementos que ayuden a la toma de decisiones y, al mismo tiempo, proporcionar conceptos y un lenguaje común que permitan la comunicación entre los equipos que participen en un proyecto. Para conseguirlo, la Arquitectura del Software construye abstracciones, materializándolas en forma de diagramas. (34)

2.8.1. Patrones Arquitectónicos

Los patrones arquitectónicos, o patrones de arquitectura, son patrones de diseño de software que ofrecen soluciones a problemas de arquitectura de software en ingeniería de software. Dan una descripción de los elementos y el tipo de relación que tienen junto con un conjunto de restricciones sobre cómo pueden ser usados. Un patrón arquitectónico expresa un esquema de organización estructural esencial para un sistema de software, que consta de subsistemas, sus responsabilidades e interrelaciones. (34)

Modelo Vista Controlador (MVC)

Este patrón se usará en el sistema para separar la lógica de negocio, el modelo de los datos y la vista. En la vista se encuentra toda la presentación del sistema, en el modelo se encuentran todas las clases que acceden directamente a la base de datos y representan la estructura y relaciones de esta. En la lógica del negocio están todas las clases controladoras, encargadas de realizar las funcionalidades que responden al negocio del sistema. El uso de este patrón permite que el mantenimiento al sistema sea mucho más fácil, ya que cualquier cambio en una de las capas repercute en menor medida en las otras.

2.8.2. Patrones de Diseño Utilizados

“Los patrones de diseño son el esqueleto de las soluciones a problemas comunes en el desarrollo de software.”

En otras palabras, brindan una solución ya probada y documentada a problemas de desarrollo de software que están sujetos a contextos similares. Debemos tener presente los siguientes elementos de un patrón: su nombre, el problema (cuando aplicar un patrón), la solución (descripción abstracta del problema) y las consecuencias (costos y beneficios). (35)

Patrones GRASP

Los patrones GRASP describen los principios fundamentales de la asignación de responsabilidades a objetos, expresados en formas de patrones.

GRASP es un acrónimo que significa General Responsibility Assignment Software Patterns. El nombre se eligió para indicar la importancia de captar estos principios, si se quiere diseñar eficazmente el software orientado a objetos.

Experto en información: Asignar una responsabilidad al experto en información; la clase que tiene la información necesaria para llevar a cabo la responsabilidad.

Patrón Creador: Crear una nueva instancia por la clase que:

- Tiene la información necesaria para realizar la creación del objeto
- Usa directamente las instancias creadas del objeto
- Almacena o maneja varias instancias de la clase
- Contiene o agrega la clase

Alta cohesión: Asignar responsabilidades de manera que la información que almacena una clase sea coherente y esté relacionada con la clase.

Bajo Acoplamiento: Diseñar con el objetivo de tener las clases lo menos ligadas entre sí que se pueda. De tal forma que en caso de producirse una modificación en alguna de ellas, se tenga la mínima repercusión

posible en el resto de clases, potenciando la reutilización, y disminuyendo la dependencia entre las clases. (36)

Patrones GOF

Los patrones de diseño el grupo de GoF clasifican en tres grandes categorías basadas en su propósito: creacionales, estructurales y de comportamiento.

Creacionales: tratan con las formas de crear instancias de objetos. El objetivo de estos patrones es de abstraer el proceso de instanciación y ocultar los detalles de cómo los objetos son creados o inicializados.

Estructurales: Los patrones estructurales describen como las clases y objetos pueden ser combinados para formar grandes estructuras y proporcionar nuevas funcionalidades. Estos objetos adicionales pueden ser incluso objetos simples u objetos compuestos.

Comportamiento: Los patrones de comportamiento ayudan a definir la comunicación e iteración entre los objetos de un sistema. El propósito de este patrón es reducir el acoplamiento entre los objetos. (37)

2.9. Conclusiones del capítulo

En el presente capítulo se realizó una descripción de la solución que se propone, dando a conocer cómo estará estructurada, mostrando claramente la forma en que se integran cada uno de los componentes en los paquetes que constituyen el sistema. Se muestra el modelo conceptual del sistema, lo que permite visualizar cómo se relacionan los conceptos principales de la solución.

Se muestran cada uno de los requisitos que componen el sistema, además del diseño de cada uno de los casos de uso que son implementados. Además se describen cada uno de los objetos del modelo de datos que tendrá el sistema y se muestran los patrones a seguir por el sistema.

Capítulo 3: Análisis de los resultados

El propósito de este capítulo es realizar un análisis de los resultados, validando estos de manera que la solución propuesta cumpla con los requisitos necesarios para que pueda ser utilizado por los especialistas. Se expondrán además datos de pruebas realizadas al sistema que verifican el nivel de respuesta de este ante la concurrencia de usuarios.

3.1. Prueba de carga y estrés

Se le realizó una prueba de carga y estrés al sistema la cual tiene como objetivo ver el nivel de respuesta del sistema cuando se le realizan concurrentemente varias peticiones. Para esta prueba se escogió el caso de uso, buscar reunión y entrar a la reunión. Para realizar la prueba se utilizó Apache JMeter, el cual es un programa especializado en realizar pruebas de carga y estrés.

Para la prueba se configuraron 50 usuarios concurrentes, se utilizó una computadora con un procesador Core Duo a 1.8GHz de velocidad y 2 GB de RAM. La prueba arrojó el siguiente resultado:

Label	# Muestras	Media	Mediana	Línea de 90%	Mín	Máx	% Error	Rendimiento	Kb/sec
/gehos	50	959	719	2125	140	2500	0,00%	13,9/sec	16,0
/gehos/modCommons/login/login.gehos	300	3272	3328	3625	531	6641	0,00%	7,8/sec	32,0
/gehos/modCommons/login/login.xcss/...	200	3441	3437	3750	1985	4578	0,00%	6,5/sec	27,0
/gehos/modCommons/modSelector/al...	50	3459	3438	3594	3203	3657	0,00%	4,0/sec	16,4
/gehos/modCommons/modHome/hom...	100	1728	3203	3489	31	3578	0,00%	3,0/sec	6,5
/gehos/resources/funcionalidades/con...	250	3492	3453	3735	3187	4016	0,00%	4,1/sec	17,0
/gehos/resources/funcionalidades/con...	250	3512	3453	3828	3187	4015	0,00%	4,1/sec	16,9
/gehos/resources/funcionalidades/con...	250	3444	3406	3578	3203	4000	0,00%	5,0/sec	20,6
/gehos/modTeleconsulta/teleconsulta/...	50	3377	3406	3422	3219	3438	0,00%	4,2/sec	17,1
/gehos/modTeleconsulta/teleconsulta/...	600	590	94	1937	15	4204	0,00%	35,6/sec	20,2
TOTAL	2100	2475	3359	3688	15	6641	0,00%	19,3/sec	56,8

Fig. 6: Resultado de la prueba del Jmeter

En la figura 6 se muestra el resultado de la prueba realizada, como se puede observar, para una concurrencia de 50 usuarios, se realizaron 2100 peticiones al servidor de telemedicina, los tiempos

mínimos de respuestas fueron de 15ms y el tiempo máximo fue de 6641ms. El 90% de las páginas respondió en 3688ms, lo que arroja un rendimiento de 19,3s por cada petición realizada al sistema. Esto demuestra que el tiempo de respuesta del sistema en cuanto al nivel de concurrencia es el óptimo.

3.2. Validación por especialista

Para la validación del resultado, se utilizaron dos métodos, se realizó una entrevista en profundidad a un especialista de 2do Grado en Medicina Interna, con una experiencia de más de 30 años diagnosticando y el conocimiento necesario para brindar un criterio sobre el aporte de la solución que se propone.

Se realizaron además 2 encuestas, una dirigida a especialistas de la rama de la Salud, con experiencia en el diagnóstico médico y otra a los integrantes del equipo de desarrollo con el objetivo de que validaran la efectividad de lo concebido en el trabajo, con respecto a la definición de las herramientas tecnológicas, la arquitectura y el diseño.

3.2.1. Resultados de la entrevista en profundidad a especialista.

Se realizó una entrevista en profundidad al Doctor Gabriel Perdomo González, especialista de 2do Grado en Medicina Interna con una alta experiencia en el diagnóstico médico. El doctor revisó el sistema creado a partir de la concepción propuesta en el presente trabajo, se realizó una teleconferencia entre varias personas siendo el Doctor el moderador de esta.

Se le enseñaron todas las funcionalidades del sistema, comenzando por la planificación de una teleconferencia, se le mostró la manera en que se muestran los datos, la posibilidad de ver en tiempo real la historia clínica de un paciente mientras se está realizando la reunión virtual y se le mostró como se comparten en tiempo real, imágenes médicas con el objetivo de realizar una discusión de estas para obtener una segunda opinión.

El doctor al terminar la entrevista, proporcionó un aval que valida al sistema creado, como una solución que contribuirá a realizar diagnósticos mucho más rápidos y eficaces, en pacientes que sean atendidos alejados de especialistas. Ver anexo 4.

3.2.2. Resultados de la encuesta realizada a especialistas de la Salud

Se realizó una encuesta a especialistas de la Salud (Ver Anexo 5), con el objetivo de evaluar la solución propuesta. En esta encuesta se le pide al especialista que evalúe las dos variables que se encuentran presentes en el problema del trabajo, la eficacia y el tiempo, además se les pide que evalúen si es

necesario un sistema como este para mejorar el diagnóstico médico y si este servirá de ayuda para realizar dichos diagnósticos.

Primeramente se evaluaron dos criterios que se corresponden con las dos variables del problema científico. El primer criterio responde al aumento de la eficacia del diagnóstico médico si se utiliza el sistema propuesto, en el caso del segundo, está dirigido a la disminución del tiempo a la hora de realizar un diagnóstico. En ambos criterios, el resultado fue positivo, pues de los 5 especialistas encuestados, el 100% coincidió en que con el uso del sistema se aumentaría la eficacia y disminuirá el tiempo del diagnóstico médico.

Debajo se muestra la tabla con el resultado de la encuesta para estos criterios, siendo 0 el valor de menor importancia y 5 el de mayor.

Criterios	0	1	2	3	4	5
El uso del sistema de telemedicina contribuirá a aumentar la eficacia del diagnóstico médico.						100%
El uso del sistema de telemedicina disminuirá el tiempo en los diagnósticos médicos, para los casos en que se encuentren alejados de especialistas						100%

Tabla 1: Cantidad de respuestas por criterio dadas en porciento.

En el caso de los otros dos criterios evaluados, la necesidad y la valoración de que el uso de un sistema como este ayudará al diagnóstico médico, coincidió en que el 100% valoraron de muy necesario el uso de este y que sería de gran ayuda a la hora de realizar los diagnósticos médicos alejados de especialistas.

3.2.3. Resultados de la encuesta realizada a los integrantes del equipo de desarrollo

En la encuesta realizada a los integrantes del equipo de desarrollo, se evaluaron los objetivos trazados en el trabajo. En una primera pregunta se evaluaron 3 criterios, la identificación de las tecnologías que se proponen en el trabajo, la concepción de la arquitectura presentada y la reutilización de los componentes propuestos en el trabajo. En este caso el resultado fue positivo, en la tabla 2 expuesta debajo, se presenta el resultado de la evaluación de estos criterios, expresado en el porciento de especialistas que evaluaron cada criterio, expresado en una puntuación que se interpreta como: 0 es el nivel de menor importancia y 5 el de mayor importancia. Se encuestaron 7 especialistas, de ellos 4 son desarrolladores, 2 son analistas, y se encuestó a la Jefa del Proyecto.

Criterios	0	1	2	3	4	5
La identificación de las tecnologías contribuyó al desarrollo de la aplicación					57%	43%
La concepción de las interfaces del sistema y la arquitectura permitió desarrollar el sistema en un menor tiempo				14%	29%	57%
Reutilizó los componentes y sistemas propuestos por el maestrante.					29%	71%

Tabla 2: Cantidad de respuestas por criterio dadas en porciento.

En el caso de los otros dos criterios evaluados, el primero de ellos dirigido a si los especialistas consideraban necesaria la investigación del maestrante para el desarrollo del sistema, el 100% coincide en que fue muy necesaria. El último criterio evaluado, también resultó positivo, este pedía una opinión a los especialistas como ingenieros en la rama de la informática, que evaluaran si dicho sistema contribuiría a la informatización de la sociedad cubana en el campo de la salud, el 100% de los encuestados le confiere al sistema una gran importancia para la informatización de la sociedad.

3.3. Beneficios que aportaría la utilización de este sistema

El uso de este sistema de telemedicina, trae consigo un sinnúmero de beneficios para toda la sociedad en general. Los más beneficiados serían los pacientes, debido a que este es un sistema que tiene como centro de referencia al paciente, dando respuesta a sus necesidades de salud con una mayor eficacia y en un menor tiempo, facilitando su acceso a los recursos de salud desde cualquier parte. La atención al paciente sería con un mejor criterio aportado por varios especialistas. Se tendrá un acceso a los datos del paciente de forma virtual y con el especialista que lo atienda.

Los médicos serán también beneficiados, puesto que, al ser un sistema que se accede a través de la red de redes, Internet, podrán acceder a información del paciente para facilitar los procesos de diagnóstico, tratamiento y otros programas de cuidados a través de las consultas de segunda opinión a distancia. Tendrán la posibilidad de revisar los diagnósticos de pacientes atendidos con anterioridad para evaluar el trabajo realizado por ellos mismos en aras de aumentar la eficacia en el diagnóstico.

Los beneficios serán además para las instituciones de salud, las cuales podrán lograr un aprovechamiento óptimo de los equipos médicos de diagnóstico. Se minimizarán los gastos en concepto de pasajes para especialistas que tengan que dar apoyo a doctores con menos experiencia en zonas alejadas. Así también disminuirán los gastos en concepto de transporte a los directivos o especialistas que deseen realizar una

reunión o intercambio en un determinado hospital y los gastos en concepto de llamadas telefónicas a larga distancia.

3.4. Conclusiones del capítulo

La validación de la propuesta que se expone en esta investigación, fue desde un inicio, validada por el mismo trabajo del equipo de desarrollo, pues desde que comenzó la investigación, se comenzó a probar cada una de las tecnologías o componentes propuestos. El avance del desarrollo del proyecto, sustentó en gran medida, todo lo expuesto en este trabajo.

Además, es un sistema que ha sido presentado en varios eventos, como Informática, CubaSalud, UCIENCIA, Fordes, entre otros, en los cuales hay especialistas con experiencia en el tema, los cuales sirven de árbitros en las revisiones de los trabajos y todos los artículos presentados referentes a esa investigación fueron publicados.

Se escogió además, un especialista con una gran experiencia en el campo de la medicina, específicamente en el diagnóstico médico, por ser un especialista en 2do Grado en Medicina Interna, además de que lleva muchos años vinculado a la informática aplicada a la medicina, el cual consideró que esta propuesta y el sistema desarrollado, poseen un gran valor en el campo de la salud.

Las encuestas aplicadas a los especialistas tanto de la rama de la Salud como los integrantes del equipo de desarrollo, ayudaron a darle mucha más solidez a lo expresado en este trabajo.

CONCLUSIONES

Con el desarrollo de la presente investigación, se logró la creación de una solución que permitiera la realización de teleconsultas en tiempo real, creando así un sistema de telemedicina que brindara además, la posibilidad de compartir imágenes y poder revisar la historia clínica de los pacientes mientras se estuviera discutiendo un caso. Las herramientas y tecnologías expuestas en el trabajo, fueron elementos claves en el resultado de este proyecto, ya que hoy en día, son muy poco conocidos los servidores de streaming libres que pudiesen ser utilizados en un desarrollo como este.

Además, la búsqueda de los sistemas existentes, a nivel internacional, sirvió para que el equipo de desarrollo adquiriera experiencia en cómo brindar a los usuarios una mejor usabilidad del sistema. Sobre todo, la obtención de cada uno de los conceptos asociados al tema, sirvió para que el idioma que se hablara dentro del equipo fuese fluido.

Con la investigación realizada, se podrá además, mejorar aún más el desarrollo actual, para lograr mejores resultados a la hora de ser utilizado por los especialistas. Es un sistema que permitirá sobre todo, ayudar a aumentar la eficacia del diagnóstico médico, sobre todo en aquellos lugares donde la llegada de especialistas se hace muy difícil, y la existencia de ciertos casos de enfermedades hace que los médicos que se encuentran allí, tengan la necesidad de consultar con doctores que tengan mucha más experiencia.

RECOMENDACIONES

Al terminar la presente investigación, luego de haber visto el resultado en un sistema que actualmente se encuentra en perfeccionamientos, se recomienda:

Continuar con el estudio de nuevas tecnologías que permitan mejorar la transmisión de audio y video que posee el sistema actualmente.

Seguir de cerca el desarrollo del servidor de streaming Red5, el cual continúa mejorando su rendimiento cada día.

No dejar de estudiar las tendencias en el mundo sobre los sistemas de telemedicina.

Incluirle al sistema, las funcionalidades relacionadas con el monitoreo remoto de bioseñales, cuya concepción está descrita en un artículo presentado por el autor de esta investigación.

Continuar con la validación del sistema, una vez terminado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Tecnología al Instante. [Online].; 2008. Available from: http://tecnologiahechapalabra.com/tecnologia/glosario_tecnico/articulo.asp?i=2060.
2. Sansó FJS, Hidalgo MdCA. La comunicación en medicina familiar. 2006; 22(4).
3. Fernández MJ, Hernández RM. Telemedicina: ¿futuro o presente? 2010; 9(1).
4. Gutierrez LMJ. Telemedicina en cirugía maxilofacial. 2008; 30(2).
5. Ch KN. ¿Qué es la telemedicina? 2011.
6. Sáez. Telefónica grandes clientes. [Online].; 2010. Available from: http://www.grandesclientes.telefonica.es/articulo.php?id=48&id_submenu=3.
7. Ontario. [Online].; 2010. Available from: <http://www.otn.ca/>.
8. Sánchez P. HOY.es. [Online].; 2007. Available from: <http://www.hoy.es/20071213/trujillo/aceptacion-consultas-telemedicina-provoca-20071213.html>.
9. Pérez IC, González RP, Martín ADR. Metodología de desarrollo del software; 2008.
10. Orallo EH. Universidad Politécnica de Valencia. [Online].; 2012. Available from: <http://www.disca.upv.es/enheror/pdf/ActaUML.PDF>.
11. Mora F. Universidad de Alicante. [Online].; 2013. Available from: <http://www.dccia.ua.es/dccia/inf/asignaturas/GPS/archivos/Uml.PDF>.
12. Universidad de la República de Uruguay. [Online]. Available from: <https://eva.fing.edu.uy/mod/resource/view.php?id=32251>.
13. Taller webmaster. [Online].; 2013. Available from: <http://www.tallerwebmaster.com/tutorial/actionsript-flash-introduccion/25/>.

14. Alliey AML. Universidad de Palermo. [Online].; 2009. Available from: http://www.palermo.edu/dyc/maestria_diseno/pdf/tesis.completas/43.luzardo.pdf.
15. Corporation RH. Ajax4jsf Developer Guide; 2007.
16. Corporation RH. RichFaces Developer Guide; 2008.
17. Reyes AJO, García AO, Corales YS. Informática en Salud 2013. [Online].; 2013. Available from: <http://www.informatica2013.sld.cu/index.php/informaticasalud/2013>.
18. SeamFramework.org. [Online].; 2013. Available from: <http://www.seamframework.org/>.
19. Scribd. [Online].; 2012. Available from: <http://es.scribd.com/doc/99836434/Persistencia-Hibernate>.
20. Almirón CG. AdictosAlTrabajo. [Online].; 2009. Available from: <http://www.adictosaltrabajo.com/tutoriales/tutoriales.php?pagina=IntroduccionJSFJava>.
21. Andalucía Jd. Enterprise JavaBeans 3. [Online].; 2013. Available from: <http://www.juntadeandalucia.es/servicios/madeja/contenido/recurso/95>.
22. IBM. Arquitectura JPA (Java Persistence API). [Online]. Available from: http://pic.dhe.ibm.com/infocenter/wasinfo/v8r5/index.jsp?topic=%2Fcom.ibm.websphere.nd.multiplatfo rm.doc%2Fae%2Fcejb_persistence.html&lang%3Des.
23. JVM - JDK - JRE - Conceptos Fundamentales de la P.O.O. [Online].; 2010. Available from: <http://gl-eqn-programacion-ii.blogspot.com/2010/03/jvm-jdk-jre-conceptos-fundamentales-de.html>.
24. VideoLan Organization. [Online].; 2013. Available from: <http://www.videolan.org/>.
25. Adobe Media Server family. [Online].; 2013. Available from: <http://www.adobe.com/products/adobe-media-server-family.html>.
26. Mist/Server. [Online].; 2013. Available from: <http://www.mistserver.org/>.
27. Koushik B. Code Project. [Online].; 2013. Available from:

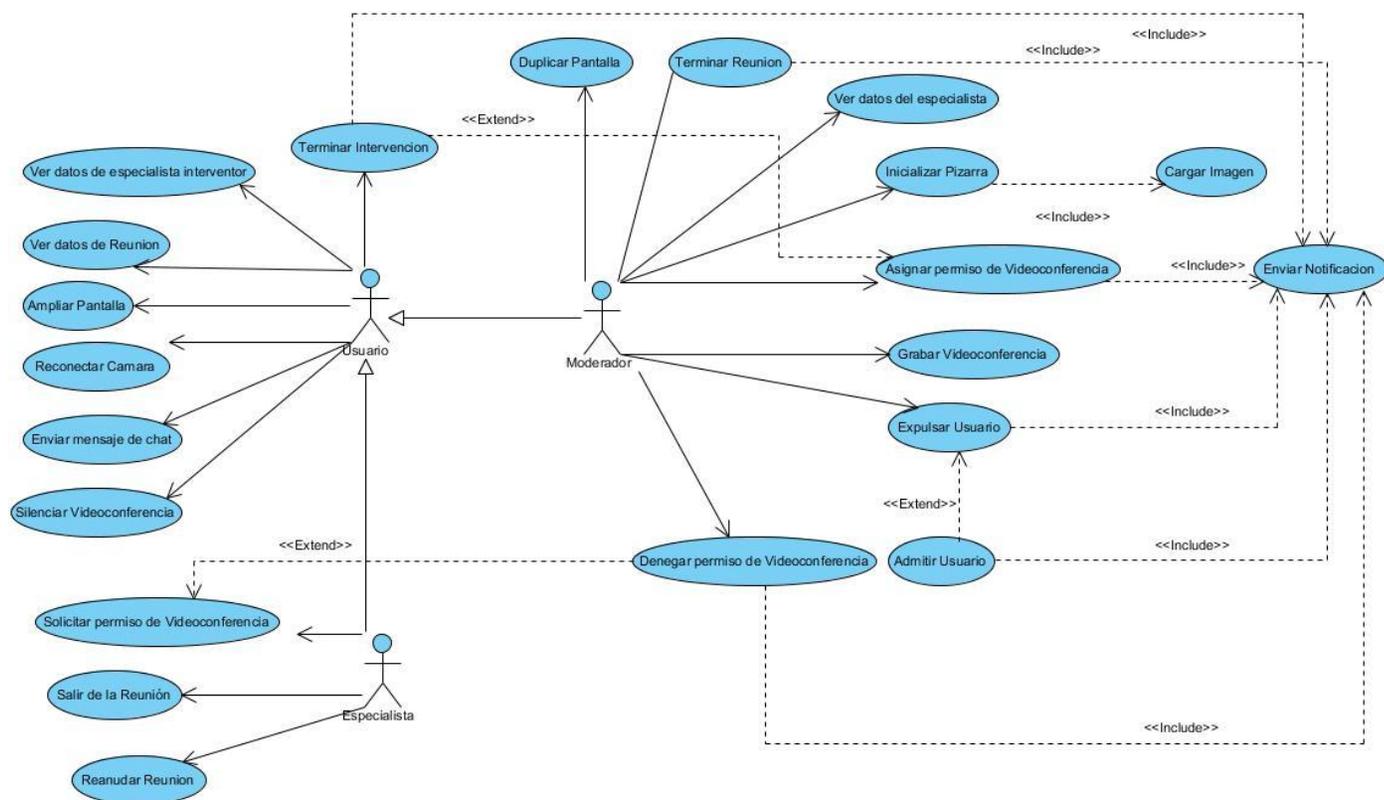
- <http://www.codeproject.com/Articles/41874/Darwin-Streaming-Server-6-0-3-setup-customization>.
28. Flumotion Open Source Multimedia Streaming. [Online].; 2012. Available from: <http://www.videolan.org/>.
 29. Red5 The Open Source Media Server. [Online].; 2014. Available from: <http://www.red5.org/>.
 30. The Eclipse Foundation open source community website. [Online].; 2013. Available from: <http://www.eclipse.org/>.
 31. Pérez JFR, Gómez HMR. Especificación de casos de uso. Cuba: UCI; 2014.
 32. García AO, Gómez HMR. Especificación de requisitos de software. Cuba: UCI; 2014.
 33. Colima ITd. 2.1 Definicion de modelo de datos. [Online]. Available from: http://labredes.itcolima.edu.mx/fundamentosbd/sd_u2_1.htm.
 34. IJ, GB, RJ. El Proceso Unificado de Desarrollode Software España; 2000.
 35. ¿Qué es un Patrón de Diseño?. [Online]. Available from: <http://msdn.microsoft.com/es-es/library/bb972240.aspx>.
 36. Grosso A. Prácticas de Software. [Online].; 2011. Available from: <http://www.practicadesoftware.com.ar/2011/03/patrones-grasp/>.
 37. Guerrero CA, Suárez JM, Gutiérrez LE. Información tecnológica. [Online].; 2013 [cited 2014. Available from: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642013000300012&lng=es&tlng=es.10.4067/S0718-07642013000300012.
 38. del Val M. Adobe Flex SDK y Flex Builder 3: Universidad de Cádiz; 2010.
 39. Sobre PostgreSQL. [Online].; 2010. Available from: http://www.postgresql.org.es/sobre_postgresql.

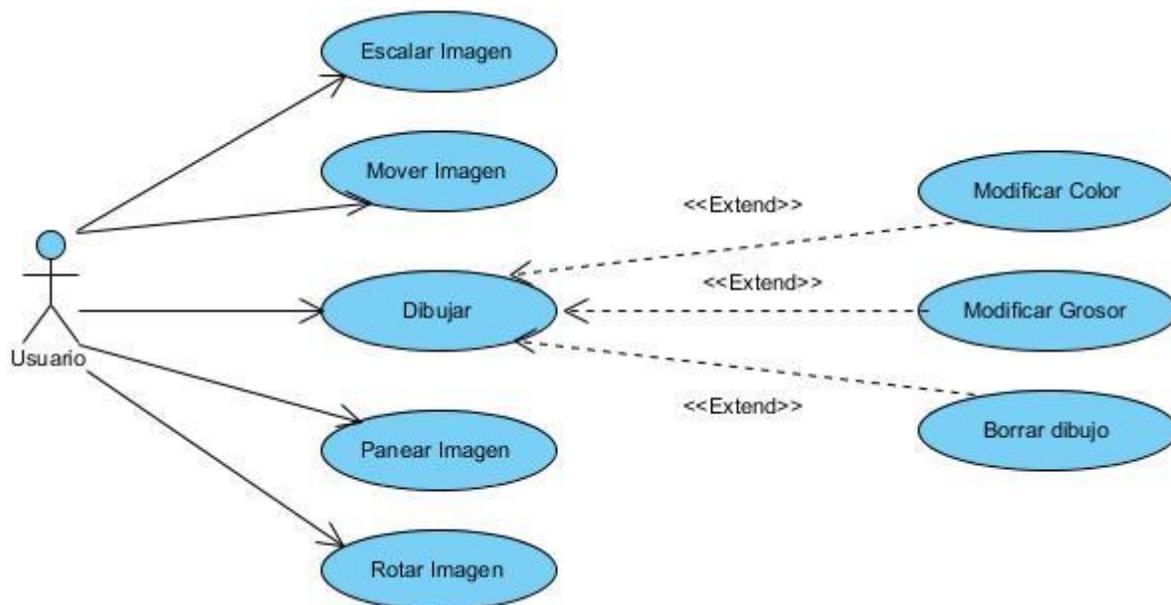
ANEXOS

Anexo 1: Descripción de los actores del sistema

Actor	Descripción
Moderador	Actor del sistema que dirige el comportamiento de la reunión, ejecuta acciones como planificar, iniciar, modificar y suspender una reunión, además de invitar a especialistas.
Especialista	Es el médico que tiene la posibilidad de participar en una reunión ya sea como moderador o invitado y atiende a los pacientes mediante la telemedicina domiciliaria.
Usuario	Actor del sistema que tiene acceso a las funcionalidades básicas y comunes según los permisos que le son conferidos en la configuración de su usuario.
Operadora	Es el intermediario entre el especialista y el paciente.
Paciente	Es un usuario que es atendido mediante la telemedicina domiciliaria.

Anexo 2: Diseño de Caso de Uso del componente de Video Conferencia.



Anexo 3: Diseño de Caso de Uso del componente Pizarra Compartida.

Anexo 4: Aval del sistema por el Dr. Gabriel Perdomo González

14 de febrero de 2014

"Año 55 de la Revolución"

A: Maestría de Informática en Salud

Por este medio yo, Dr. Gabriel Perdomo González, especialista de 2do Grado en Medicina Interna con número de registro profesional 08066, avalo que la solución propuesta por el maestrante Ing. Duniar Socarrás Benítez, con el título de Concepción de un Sistema de Telemedicina, luego de haber revisado el resultado que consiste en un Sistema de Telemedicina desarrollado a partir de su trabajo, contribuirá a realizar diagnósticos mucho más rápidos y eficaces en los pacientes que sean atendidos alejados de especialistas.

Sin más que agregar

Atentamente,


Dr. Gabriel Perdomo González

Dr. F. Perdomo González SENJIAL



Anexo 5: Encuesta a especialistas de la rama de la salud para evaluar la solución propuesta.

Encuesta para evaluar la solución propuesta

Nombre:

Fecha:

Cargo o responsabilidad:

Especialidad:

Entidad:

Nota: El objetivo de esta encuesta es solamente investigativa. El responsable de esta encuesta se compromete a mantener total privacidad de la información recopilada.

El uso de un sistema de telemedicina que le permita intercambiar con otros especialistas en tiempo real, brindándole la posibilidad de interactuar con la historia clínica del paciente e imágenes radiológicas, le posibilitará aumentar el nivel de eficacia del diagnóstico médico así como disminuir el tiempo en que se emite este.

Pregunta 1

Evalúe los siguientes criterios según el nivel de importancia que usted le confiera donde: "1" significa poco valor y "5" el valor máximo posible. Marque con una "x".

Criterio	0	1	2	3	4	5
El uso del sistema de telemedicina contribuirá a aumentar la eficacia del diagnóstico médico.						
El uso del sistema de telemedicina disminuirá el tiempo en los diagnósticos médicos, para los casos en que se encuentren alejados de especialistas						

Pregunta 2

El uso de un sistema de telemedicina para obtener segundas opiniones y lograr un mejor diagnóstico, usted considera que es:

Innecesario

Necesario

Muy Necesario

Pregunta 3

¿Considera usted que la aplicación de un sistema de telemedicina servirá como una herramienta de ayuda para realizar los diagnósticos que se realicen alejados de especialistas?

Si No

Anexo 6: Encuesta a miembros del equipo de desarrollo para evaluar la concepción de la solución.

Encuesta para evaluar la concepción de la solución

Nombre:

Fecha:

Cargo o responsabilidad:

Especialidad:

Entidad:

Nota: El objetivo de esta encuesta es solamente investigativa. El responsable de esta encuesta se compromete a mantener total privacidad de la información recopilada.

La investigación del maestrante tuvo entre sus objetivos:

- Concebir una arquitectura para el Sistema de Telemedicina que garantice una implementación flexible y modular.
- Seleccionar las tecnologías necesarias para el desarrollo del sistema y que pertenezcan a la categoría de Software Libre.
- Concebir las interfaces del sistema cumpliendo con los parámetros de usabilidad establecidos por la Ingeniería de Software.
- Analizar los sistemas y componentes existentes para su posible reutilización.

Pregunta 1

Evalúe los siguientes criterios según el nivel de importancia que usted le confiera donde: "1" significa poco valor y "5" el valor máximo posible. Marque con una "x".

Criterio	0	1	2	3	4	5
La identificación de las tecnologías contribuyó al desarrollo de la aplicación						
La concepción de las interfaces del sistema y la arquitectura permitió desarrollar el sistema en un menor tiempo						
Reutilizó los componentes y sistemas propuestos por el maestrante.						

Pregunta 2

Considera que para el desarrollo del sistema la investigación del maestrante fue:

Innecesaria

Necesaria

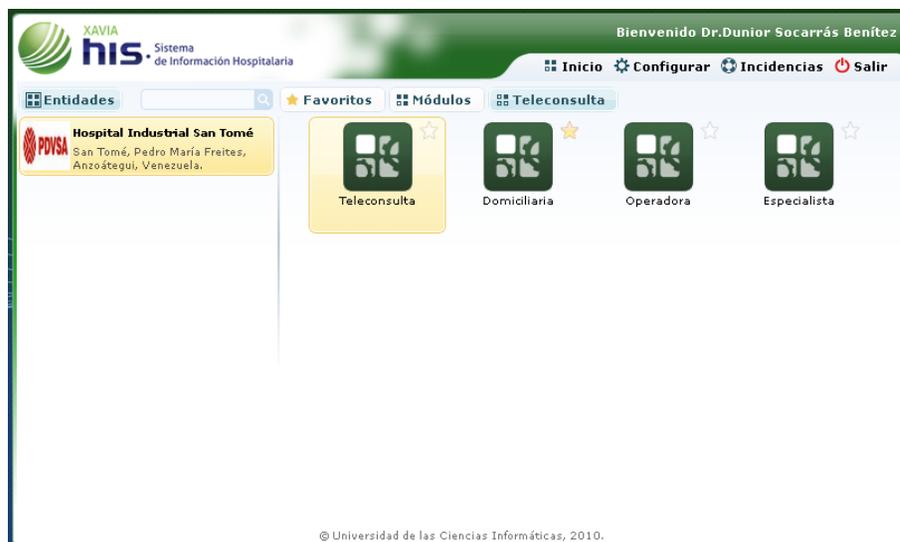
Muy necesaria

Pregunta 3

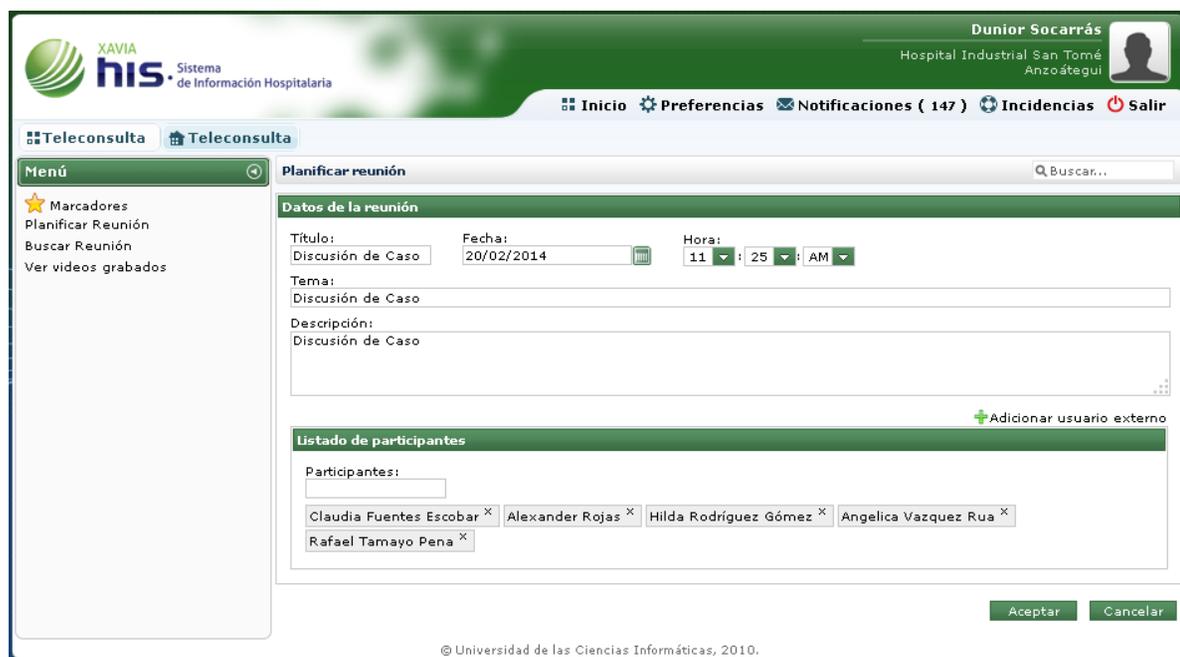
¿Considera usted, desde su experiencia como ingeniero en Ciencias Informáticas, que la aplicación del sistema ayudará a la informatización de la sociedad en el campo de la Salud?

Si No

Anexo 7: Pantalla inicial del sistema.



Anexo 8: Pantalla para planificar una reunión.



Anexo 9: Pantalla con los detalles de una reunión planificada

The screenshot displays the 'Ver detalles de la reunión' (View meeting details) page in the HIS system. The interface includes a top navigation bar with the user's name 'Dunior Socarrás' and hospital information. A left sidebar contains a 'Menú' (Menu) with options like 'Marcadores', 'Planificar Reunión', and 'Ver videos grabados'. The main content area shows the following details:

- Datos de la reunión:**
 - Título: Discusión de Caso
 - Fecha: 20/02/2014
 - Hora: 11:25 AM
 - Tema: Discusión de Caso
 - Descripción: Discusión de Caso
- Listado de participantes:**

Foto	Usuario	Nombre y apellidos
	rafael	Rafael Tamayo Pena
	angelica	Angelica Vazquez Rua
	hilda	Hilda Rodríguez Gómez
	alexander	Alexander Rojas
	claudia	Claudia Fuentes Escobar

At the bottom right, there are buttons for 'Modificar', 'Eliminar', and 'Salir'. A copyright notice at the bottom center reads '© Universidad de las Ciencias Informáticas, 2010.'

Anexo 10: Pantalla con el listado de las reuniones a las que está invitado o es moderador.

The screenshot displays the 'Mis reuniones' (My meetings) page in the HIS system. The interface includes the same top navigation bar and left sidebar as in Anexo 9. The main content area shows two sections for listing meetings:

- Reuniones como moderador:**
 - Criterio de búsqueda: Fecha: [input field] [Búsqueda avanzada]
 - Listado de reuniones:

Tema	Fecha	Hora	Acciones
Discusión de Caso	2014-02-20	11:25 AM	
- Reuniones como invitado:**
 - Criterio de búsqueda: Fecha: [input field] [Búsqueda avanzada]
 - Listado de reuniones:

Tema	Fecha	Hora	Acciones
sdfdsfwer3243	2014-02-19	10:00 AM	

At the bottom center, a copyright notice reads '© Universidad de las Ciencias Informáticas, 2010.'

Anexo 11: Pantalla del moderador cuando se está ejecutando una reunión.



Anexo 12: Pantalla del usuario invitado a la reunión.

