

**MODELO DE CREACIÓN DE SERVICIOS DE TELEMEDICINA
BASADO EN EL CONCEPTO DE RED INTELIGENTE**

**CLAUDIA MILENA HERNÁNDEZ BONILLA
CARLOS HERNÁN TOBAR ARTEAGA**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES
DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA, INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL
POPAYÁN
2004**

**MODELO DE CREACIÓN DE SERVICIOS DE TELEMEDICINA BASADO EN EL
CONCEPTO DE RED INTELIGENTE**

**CLAUDIA MILENA HERNÁNDEZ BONILLA
CARLOS HERNÁN TOBAR ARTEAGA**

**Monografía para optar al título de
Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones**

**Director
Mg. RAFAEL RENGIFO PRADO**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES
DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA, INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL
POPAYÁN
2004**

A mi abuela Clemencia,
a mi madre Carmen
y a mis hermanos
Luis y Juan,
quienes siempre me apoyaron.

Claudia Milena

A mis padres Delia María y
Carlos Alfonso, a mi hermana
Sandra del Carmen y a mi sobrina
Angela Fernanda,
por su amor y dedicación.

Carlos Hernán

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

Rafael Rengifo Prado, Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones y director de este Trabajo de Grado, por sus valiosas y constantes orientaciones.

Mary Cristina Carrascal, y Julio Ariel Hurtado, Ingenieros en Electrónica y Telecomunicaciones y docentes de la FIET, por su disposición y colaboración.

Nuestros amigos, por brindarnos su compañía, colaboración y cariño durante todo este tiempo.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. MOTIVACIÓN.....	1
1.2. ENTORNO.....	4
1.3. OBJETIVOS.....	5
1.3.1. Objetivo general.....	5
1.3.2. Objetivos específicos.....	6
1.4. ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO.....	6
2. ESTADO DEL ARTE.....	8
2.1. LA TELEMEDICINA.....	8
2.1.1. La realidad virtual en telemedicina.....	12
2.2. LA RED INTELIGENTE.....	12
2.2.1. Principios de la red inteligente (recomendación Q.1201).....	13
2.2.2. Concepto arquitectural de la red inteligente.....	14
2.2.3. Bloques de construcción independientes del servicio (SIB).....	15
2.2.4. Conjuntos de capacidades de la red inteligente.....	18
2.3. REDES DE TELECOMUNICACIONES ORIENTADAS A LOS SERVICIOS.....	20
2.3.1. Red digital de servicios integrados.....	20
2.3.2. Arquitectura de red de información de telecomunicaciones (TINA).....	21
2.3.3. Internet.....	22
2.3.4. Red de próxima generación.....	23
2.4. ASPECTOS RELACIONADOS CON LA CREACIÓN DE SERVICIOS.....	24
2.4.1. Servicios multimedia.....	24
2.4.2. Desarrollo de software basado en componentes.....	24
2.4.3. Modelos de componentes.....	26

2.4.4. Metodología de desarrollo de software.....	27
2.4.5. El lenguaje de modelado unificado.....	28
2.5. CONCLUSIONES.....	29
3. MODELO DE CREACIÓN DE SERVICIOS DE TELEMEDICINA.....	31
3.1. PLANO DE SERVICIOS.....	33
3.1.1. Caracterización del servicio de telemedicina.....	33
3.1.2. Calidad de servicio de servicios de telemedicina.....	35
3.2. PLANO DE COMPONENTES.....	37
3.2.1. Arquitectura del servicio.....	37
3.2.2. Interacción de componentes.....	38
3.2.3. Especificación de componentes.....	38
3.3. PLANO DE REALIZACIÓN.....	42
3.3.1. Clasificación de componentes.....	43
3.3.2. Descripción de realización.....	44
3.3.3. Implementación de los componentes.....	46
3.3.4. Especificación de despliegue.....	46
3.4. PLANO DE SOPORTE.....	47
3.5. METODOLOGÍA DE APLICACIÓN DEL MODELO.....	48
3.5.1. Creación basada en componentes.....	49
3.5.2. Creación orientada a componentes.....	50
4. SERVICIO DE VISUALIZACIÓN DE IMÁGENES MÉDICAS TRIDIMENSIONALES.....	52
4.1. PLANO DE SERVICIOS.....	52
4.1.1. Caracterización del servicio de telemedicina.....	52
4.1.2. Calidad de servicio del servicio.....	55
4.2. PLANO DE COMPONENTES.....	56
4.2.1. Arquitectura del servicio.....	56
4.2.2. Interacción de componentes.....	57

4.2.3. Especificación de componentes.....	61
4.3. PLANO DE REALIZACIÓN.....	79
4.3.1. Clasificación de componentes.....	79
4.3.2. Descripción de realización.....	80
4.3.3. Implementación de los componentes.....	83
4.3.4. Especificación de despliegue.....	84
4.4. PLANO DE SOPORTE.....	85
4.5. RESULTADOS.....	85
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	86
5.1. CONCLUSIONES.....	86
5.2. RECOMENDACIONES.....	90
GLOSARIO.....	92
BIBLIOGRAFÍA.....	94

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 2.1. Proceso para la identificación de SIBs.....	17
Figura 2.2. Representación gráfica de SIBs.....	18
Figura 3.1. Modelo de creación de servicios.....	31
Figura 3.2. Información general del servicio.....	34
Figura 3.3. Diagrama de casos de uso.....	35
Figura 3.4. Descripción textual de un caso de uso.....	35
Figura 3.5. Arquitectura de un servicio.....	38
Figura 3.6. Interacción de componentes.....	39
Figura 3.7. Información general de un componente.....	39
Figura 3.8. Información de una interfaz.....	40
Figura 3.9. Interfaces de un componente y sus relaciones.....	41
Figura 3.10. Propiedades potenciales de los componentes.....	41
Figura 3.11. Especificación de propiedades de un componente.....	42
Figura 3.12. Requisitos de los componentes.....	42
Figura 3.13. Clasificación de los componentes.....	43
Figura 3.14. Descripción de realización de un componente web.....	44
Figura 3.15. Descripción de realización de un componente empresarial manejado por mensajes.....	44
Figura 3.16. Descripción de realización de un componente empresarial de sesión.....	45
Figura 3.17. Descripción de realización de un componente empresarial de entidad.....	45
Figura 3.18. Descripción de realización de un componente cliente.....	46

Figura 3.19. Especificación de despliegue de un servicio.....	47
Figura 3.20. Especificación de la plataforma de componentes.....	48
Figura 3.21. Enfoque de creación basado en componentes.....	49
Figura 3.22. Enfoque de creación orientado a componentes.....	50
Figura 4.1. Ejemplo de la visualización de los huesos del pie.....	53
Figura 4.2. Diagrama de casos de uso.....	53
Figura 4.3. Arquitectura del servicio.....	57
Figura 4.4. Interacción de componentes para el caso de uso ingresar.....	58
Figura 4.5. Interacción de componentes para el caso de uso listar imágenes 3D.....	59
Figura 4.6. Interacción de componentes para el caso de uso visualizar imagen 3D.....	60
Figura 4.7. Interacción de componentes para el caso de uso manipular imagen 3D.....	60
Figura 4.8. Interfaces requeridas por el componente Visor3D.....	62
Figura 4.9. Interfaces del componente Validación.....	65
Figura 4.10. Interfaces del componente Visualización.....	68
Figura 4.11. Interfaces del componente Estudiante.....	71
Figura 4.12. Interfaces del componente Medico.....	74
Figura 4.13. Interfaces del componente Archivo3d.....	78

1. INTRODUCCIÓN

En este capítulo se presenta una visión general del trabajo de grado “Modelo de creación de servicios de telemedicina basado en el concepto de red inteligente”, para lo cual se ofrece la motivación de su realización, el entorno tecnológico en el cual se enmarca, sus objetivos y la estructura del documento.

1.1. MOTIVACIÓN

Existe una tendencia mundial por la utilización de tecnologías de información y comunicaciones para el suministro de servicios de atención sanitaria, cuyo propósito es mejorar la salud de las personas y garantizar el bienestar de las comunidades. A esto se le denomina telemedicina y es de especial importancia en zonas geográficas alejadas o de difícil acceso, debido a que posibilita el intercambio de datos médicos entre profesionales de la salud para realizar diagnósticos, evaluar tratamientos y prevenir enfermedades; favorece la capacitación permanente y la participación en actividades de investigación de los profesionales de la salud; así como permite la difusión de información en salud a la población en general con fines educativos y de prevención de enfermedades.

El panorama de los servicios de telemedicina muestra un avance significativo en el desarrollo y prestación de los mismos, existe una amplia variedad de servicios, desde aplicaciones básicas para zonas rurales alejadas hasta modernos sistemas que son utilizados en centros de atención en salud especializados. El ánimo de los países del mundo en general es desarrollar nuevos servicios

de telemedicina, mejorar los existentes y ampliar su cobertura; pero el avance en esta área depende de los diversos factores que han impulsado su creación, entre ellos se pueden citar: la necesidad de resolver las limitaciones y demandas de la sociedad y profesionales implicados, la evolución tecnológica actual y la nueva visión de las instituciones que buscan aprovechar las nuevas tecnologías de telecomunicaciones para mejorar la atención y la salud de los ciudadanos.

Desde una perspectiva amplia los servicios de telemedicina se pueden clasificar en cuatro categorías según la orientación que se les dé, de esta manera se tienen servicios de telemedicina orientados a procesos asistenciales, a gestión de información médica, a formación de profesionales e, información y educación a ciudadanos. Los servicios orientados a procesos asistenciales se basan en el uso de las redes de telecomunicaciones para transmitir información e imágenes que faciliten la atención de un paciente, por ejemplo servicios de teleradiología, teledermatología, monitorización de pacientes, telecardiología, teleconsulta y segunda opinión, entre otros. Los servicios de gestión de información médica buscan agilizar los procesos administrativos y dar un mejor servicio al ciudadano, aquí se incluyen: manejo de la historia clínica, control de citas médicas, e intercambio de información electrónica relacionada con resultados de exámenes médicos. Los servicios de formación de profesionales facilitan el acceso a contenidos de salud para la capacitación, entrenamiento e información de los profesionales, por ejemplo servicios de videoconferencia, acceso a bases de datos de salud y, enseñanza asistida por computador mediante aplicaciones web. Finalmente, los servicios de información y educación a ciudadanos ofrecen contenidos multimedia sobre salud como contenidos temáticos, foros de debate y educación preventiva.

Debido a la amplia variedad de servicios de telemedicina, existentes y potenciales, los administradores y desarrolladores de los mismos se enfrentan a inconvenientes en su creación, operación y mantenimiento. Entre los inconvenientes más frecuentes se encuentran: la incapacidad de reutilizar especificaciones, funciones y servicios previamente desarrollados para la provisión rápida de nuevos servicios; la ausencia de funciones de gestión de los servicios; la falta de correspondencia entre las funciones que realiza el servicio y las necesidades de los

usuarios; la falta de transparencia en la distribución de los servicios; los servicios no son abiertos y no consideran políticas de seguridad. Por lo tanto, es necesario un modelo de creación de servicios de telemedicina que además de superar los inconvenientes citados se caracterice por los siguientes aspectos:

- Que ofrezca una metodología de creación de servicios de telemedicina clara y adecuada.
- Que ofrezca una visión completa durante todo el ciclo de vida de los servicios de telemedicina.
- Que se sustente en conceptos de creación de servicios de telecomunicaciones exitosos.
- Que recoja las últimas tendencias tecnológicas en el contexto de software y de sistemas de telecomunicaciones.
- Que permita crear servicios con la variedad requerida y con costes de desarrollo pertinentes.
- Que utilice estándares abiertos para garantizar un entendimiento común y la evolución futura tanto de los servicios de telemedicina y del modelo.

Este modelo se fundamenta en los principios de la Red Inteligente¹, un concepto arquitectural que pretende facilitar la creación y prestación de servicios de telecomunicaciones óptimos que satisfagan las necesidades de servicios del mercado existente y potencial. Este concepto arquitectural es aplicable a todas las redes de telecomunicaciones y se basa en dos aspectos claves: el primero es el suministro de funciones independientes del servicio que puedan utilizarse como “bloques de construcción” para configurar un servicio particular; y el segundo es la prestación de servicios independientes de las redes de telecomunicaciones, con la finalidad de aislar los servicios de la manera en que se aplican realmente en diversas redes físicas las funciones independientes del servicio, proporcionando así servicios independientes de la infraestructura de las redes físicas subyacentes.

¹ Recomendaciones de la serie Q.1200, del Sector de Normalización de las Telecomunicaciones de la UIT (UIT-T)

En la actualidad existe una nueva percepción de la Red Inteligente, motivada por el auge de la red Internet y la convergencia de los servicios de telecomunicaciones como la telefonía, los datos y la multimedia; e influenciada por los avances en los lenguajes de programación orientados a objetos, los ambientes de procesamiento distribuido y el desarrollo de software basado en componentes. Es así como la Red Inteligente es vista como una arquitectura para la prestación de servicios avanzados de telecomunicaciones que se caracterizan por ser abiertos, integrados, flexibles, modulares, federados, gestionables, que satisfagan la calidad de servicio (QoS) requerida, seguros y transparentes (tanto en el acceso, en la localización, relocalización y replicación).

La pregunta central que con este trabajo de grado se pretendió abordar fue: ¿Cómo desarrollar servicios de telemedicina que contribuyan al mejoramiento de la calidad de vida de las poblaciones menos favorecida en la prestación de servicios de salud?. Y específicamente, el problema planteado fue la creación de servicios de telemedicina que satisfagan los requisitos de usuario y de la infraestructura de telecomunicaciones que los soporta. Partiendo de este contexto, presentamos el “Modelo de creación de servicios de telemedicina basado en el concepto de red inteligente” el cual reúne un conjunto de experiencias en el desarrollo de servicios de telemedicina acompañado del caso de estudio de un novedoso servicio de aprendizaje a los profesionales del área de la salud que aplica realidad virtual.

1.2. ENTORNO

Como se mencionó en la sección anterior, este trabajo se enmarca en el área de creación de servicios de telemedicina desde el enfoque dado por la nueva percepción de red inteligente, que involucra conceptos de desarrollo de software basado en componentes, aplicaciones web, realidad virtual y lenguajes de especificación. A continuación se presentan los conceptos básicos y

tecnologías asociadas al área de aplicación de este trabajo de grado. Una mayor descripción de estos aspectos se ofrece en el estado del arte, capítulo 2.

El desarrollo de software basado en componentes, al igual que la red inteligente, construye los servicios a partir de bloques software reutilizables lo cual redundará en la facilidad y flexibilidad en la creación de los mismos, con la diferencia de que el desarrollo de software basado en componentes busca crear servicios abiertos y distribuidos. Las aplicaciones web constituyen la forma en que se prestan servicios de telecomunicaciones en el ámbito de Internet, se caracterizan por la utilización de servidores web que alojan las aplicaciones y ofrecen acceso a los clientes de forma ubicua. La realidad virtual es una tecnología caracterizada por la utilización de entornos tridimensionales artificiales, generados en computador, permite a las personas interactuar de forma natural e intuitiva y en especial experimentar el sentido de presencia. Por su parte el lenguaje de especificación de mayor relevancia es UML, un estándar internacional de gran aceptación por parte de la industria y la academia, representa una colección de las mejores prácticas de ingeniería que han sido exitosas en el modelado de sistemas grandes y complejos.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

Definir un modelo de creación de servicios de telemedicina que sirva como referente para la concepción, el desarrollo e implementación de servicios de telemedicina de forma rápida, flexible e independiente de las redes de transporte, apoyado en las directrices dadas por la filosofía de creación de servicios de red inteligente.

1.3.2. Objetivos específicos

- Estudiar y apropiar los conceptos de red inteligente y tecnologías relacionadas como son RDSI-BA, Internet, TINA y Modelos de componentes, enfocándose en los aspectos de creación de servicios avanzados de telecomunicaciones y en las últimas especificaciones de la red inteligente referidas a servicios multimedia.
- Profundizar en los servicios de telemedicina, determinar sus características y requisitos de desempeño.
- Formalizar un modelo de servicios de telemedicina basado en la filosofía de creación de servicios de red inteligente.
- Desarrollar un prototipo de validación para el modelo propuesto, mediante la implementación de un servicio de telemedicina.
- Difundir el conocimiento y experiencia adquiridos con la ejecución del trabajo a la comunidad.

1.4. ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO

El documento se divide en cinco capítulos, introducción, estado del arte, modelo de creación de servicios de telemedicina, servicio de visualización de imágenes médicas tridimensionales y, conclusiones y recomendaciones. En el capítulo 2, estado del arte, se presentan los conceptos fundamentales relacionados con el trabajo de grado; el capítulo 3, modelo de creación de servicios de telemedicina, define el modelo para la creación de servicios de telemedicina basado en componentes; en el capítulo 4, servicio de visualización de imágenes médicas

tridimensionales, se ilustra la aplicación del modelo en el desarrollo de un servicio de telemedicina; y por último, en el capítulo 5 se consignan las conclusiones y recomendaciones de este trabajo.

Para complementar la información presentada en los capítulos, se incluye un anexo donde se presenta la información correspondiente a la plataforma empresarial de Java, el lenguaje de modelado unificado, el servicio de medicina preventiva y educación a la población infantil, el servicio de afiliación y registro de usuarios, y el manual de usuario de estos servicios.

2. ESTADO DEL ARTE

En este capítulo se presentan los aspectos relacionados con el modelo de creación de servicios basado en el concepto de red inteligente, como la telemedicina, la red inteligente, las redes de telecomunicaciones orientadas a los servicios, y la creación de servicios.

2.1. LA TELEMEDICINA

La organización mundial de la salud define la telemedicina como: “El suministro de servicios de atención sanitaria, en los que la distancia constituye un factor crítico, por profesionales que apelan a las tecnologías de la información y de la comunicación con objeto de intercambiar datos para hacer diagnósticos, preconizar tratamientos y prevenir enfermedades y heridas, así como para la formación permanente de los profesionales de atención de salud y en actividades de investigación y evaluación, con el fin de mejorar la salud de las personas y de las comunidades en que viven.” Esta definición está en concordancia con la que se presenta en la resolución número 2182 de 2004 del Ministerio de Protección Social de Colombia, la cual precisa telemedicina como la provisión de servicios de salud a distancia, en los componentes de promoción, prevención, diagnóstico, tratamiento o rehabilitación, por profesionales de la salud que utilizan tecnologías de la información y la comunicación, que les permiten intercambiar datos con el propósito de facilitar el acceso de la población a servicios que presentan limitaciones de oferta, de acceso a los servicios o de ambos en su área geográfica.

De acuerdo a lo anterior, el objetivo de la telemedicina es suministrar servicios de salud destinados a mantener el bienestar de la sociedad o mejorar su estado de salud general; y los

usuarios de un sistema de telemedicina pueden ser tanto los profesionales sanitarios (personal médico, de enfermería, administrativos) como los pacientes y ciudadanos en general.

La telemedicina no es un concepto nuevo, desde el siglo pasado cuando se pusieron en marcha los primeros sistemas de telecomunicaciones como el telégrafo y el teléfono, estos fueron empleados para diferentes tipos de consultas médicas; en 1955 se realizó la primera transmisión de imágenes radiológicas por medio de una línea telefónica, y posteriormente se consiguió recibir vía radio el electrocardiograma de personas que se movilizaban por la calle a una distancia considerable de la estación receptora. De esta forma se inició una nueva etapa tecnológica, donde un medio audiovisual, acercaba a profesionales alejados físicamente, permitiéndoles una discusión interactiva que buscaba mejorar el enfoque del diagnóstico y la actitud terapéutica a seguir sobre pacientes igualmente distantes. En los últimos años la telemedicina ha alcanzado un valor singular al permitir que delicadas intervenciones médico-quirúrgicas puedan ser dirigidas por especialistas desde puntos distantes con resultados plenamente satisfactorios.

En algunos países se han implementado diversos proyectos de telemedicina, como la utilización de robots para exámenes especializados y cirugías, sistemas en línea para monitoreo de pacientes, telemetría móvil para ayudar a los paramédicos en el diagnóstico y atención, creación de redes de telemedicina para conectar Europa con capacidad para transmitir datos multimedia y bioseñales directamente de instrumentos médicos y, servicios de telemedicina sobre redes de tercera generación. En Colombia la situación es diferente, los servicios de telemedicina que existen son pocos y han sido desarrollados mediante proyectos, adelantados por instituciones de educación superior, con el ánimo de lograr una mejor calidad de vida para los ciudadanos más desfavorecidos del país; tales proyectos se enfocan en la prevención y atención de enfermedades epidemiológicas e infecciosas, educación en salud y gestión de la información de salud. Los pioneros en redes y servicios de telemedicina en el país son: la Universidad Pontificia Bolivariana en Medellín, la Universidad del Cauca en Popayán, la Fundación Universitaria Manuela Beltrán en Bucaramanga, la Universidad Nacional, la Universidad Distrital Francisco José de Caldas en Bogotá y la Universidad de Caldas en Manizales.

La Universidad Pontificia Bolivariana implementó la Red Piloto de Telemedicina para la interconexión de las instituciones de salud del departamento de Antioquia que permite todo tipo atención médica a distancia. La Universidad del Cauca trabaja en los proyectos: Fase de experimentación de la red telemática para la prestación de servicios de Telemedicina y Telesalud en la región pacífica del departamento del Cauca; Red Piloto de Teleasistencia Sanitaria, poblaciones de Popayán, Silvia y Santander de Quilichao; y Enlace Hispano Americano de Salud -EHAS. La Fundación Universitaria Manuela Beltrán trabaja con el proyecto Construcción de Red de Hospital Virtual que busca crear una red nacional de hospitales. La Universidad Nacional desarrolla los proyectos: Red Piloto de Telemedicina Bogotá - San Andrés y Providencia, que conecta la Facultad de Medicina sede Bogotá con el Hospital de San Andrés y éste con el puesto de salud de Providencia, este proyecto se inició gracias al convenio de cooperación con ITEC-Telecom y al apoyo financiero de Colciencias; y Red Piloto de Telemedicina Bogotá - Leticia (Amazonas) - Centro Providencia (Aparí), cuyo propósito es diseñar, instalar e integrar una red piloto de telemedicina que apoye el desarrollo del sistema de asistencia médica en el área de influencia del Hospital de San Andrés y del Hospital de Leticia. La Universidad Distrital Francisco José de Caldas implementó el primer portal de telemedicina del país y trabaja por la creación de una red piloto entre hospitales públicos del distrito capital. La Universidad de Caldas por su parte liderada por el grupo de investigación en Telesalud, presta servicios de teleconsulta en el área de dermatología y radiología a los municipios distantes de Manizales por medio de los hospitales, ofrece publicaciones digitales y cuenta con servicios de video y audio-conferencia en salud, entre otros.

De una forma general, los servicios de telemedicina se pueden separar en cuatro clases: procesos asistenciales, gestión de información médica, servicios de formación a profesionales y, servicios de información y educación a ciudadanos. Los servicios relacionados con procesos asistenciales se basan en el uso de las redes de telecomunicaciones para transmitir información e imágenes que faciliten la atención de un paciente; algunos de los servicios son: teleradiología, teledermatología, telecardiología, monitorización de pacientes, teleconsulta y segunda opinión. Los servicios de gestión de información médica se enfocan en mejorar la gestión de la

información de salud con objeto de agilizar procesos administrativos y brindar un mejor servicio al ciudadano, aquí se incluyen: manejo de la historia clínica, control de citas médicas, e intercambio de información electrónica relacionada con resultados de exámenes médicos. Los servicios de formación a profesionales facilitan el acceso a contenidos de salud para la capacitación, entrenamiento e información de los profesionales, algunos de ellos son: videoconferencia, acceso a bases de datos de salud y, enseñanza asistida por computador mediante portales web. Finalmente, los servicios de información y educación a ciudadanos ofrecen contenidos multimedia sobre salud; algunos ejemplos son: contenidos temáticos, foros de debate y educación preventiva.

Para la prestación de servicios de telemedicina es indispensable tener un conjunto de elementos que permitan su desarrollo e implantación, como son: sistemas de bases de datos y sistemas de información médicos, red de comunicaciones y software especializado, equipos médicos especializados, servidores y estaciones de trabajo y, un excelente equipo de especialistas médicos y profesionales en las tecnologías de la información y las telecomunicaciones. De igual forma se deben enfrentar algunos inconvenientes dados por los costes elevados de los equipos médicos, la aceptación de la telemedicina por parte de sus usuarios, los riesgos asociados a las consultas efectuadas por telemedicina y la falta de normatividad en este campo. Sin embargo estos se pueden superar a medida que se realicen proyectos de telemedicina y se logre un conocimiento más profundo en esta área.

En Colombia se estipularon las condiciones de habilitación para las instituciones que prestan servicios de salud bajo la modalidad de telemedicina mediante la resolución número 2182 de 2004, que representa el primer paso en la normatividad de la telemedicina. En esta resolución se establece la definición de telemedicina, las condiciones para la prestación del servicio, los trámites para la prestación de servicios de telemedicina y otras disposiciones.

2.1.1. La realidad virtual en telemedicina

La realidad virtual es una tecnología caracterizada por la utilización de entornos tridimensionales artificiales, generados en computador, permite a las personas interactuar de forma natural e intuitiva y en especial experimentar el sentido de presencia. El entorno tridimensional ofrece objetos visuales que poseen atributos físicos como forma, color, posición, textura, luminosidad y comportamiento. La interacción de los usuarios por medio del desplazamiento, selección y manipulación de objetos visuales se realiza gracias a dispositivos de entrada/salida que pueden ser desde dispositivos comunes como el teclado, el mouse, el monitor o los parlantes hasta cascos, guantes y gafas especiales.

En el contexto de los servicios de telemedicina donde existe un amplio manejo de información médica, la realidad virtual constituye una opción de aplicabilidad de gran relevancia, en especial en servicios donde se requiere una interacción intuitiva con el ambiente o entorno artificial. En la actualidad las aplicaciones de realidad virtual en telemedicina son muy variadas, de alto impacto y con un promisorio potencial. La realidad virtual se emplea para la enseñanza de la anatomía humana y el entrenamiento en cirugía mediante simulaciones; en la participación en procedimientos quirúrgicos de cirujanos localizados en sitios distantes geográficamente; en la planeación de cirugías que requieren la generación de modelos tridimensionales de los órganos del cuerpo involucrados; en terapias de rehabilitación física y neuro-psicológica; y en medicina preventiva, educación al paciente y a la población en general.

2.2. LA RED INTELIGENTE

La Red Inteligente se especifica en la serie Q.1200 de la ITU-T, mediante la definición progresiva y organizada de conjuntos de capacidades (CS, capability sets) que representan el estado de la RI en su proceso de normalización. Así, el conjunto de capacidades 1 (CS-1) de la RI

es especificado en las recomendaciones Q.121x, el CS-2 en Q.122x, el CS-3 en Q.123x, el CS-4 en Q.124x, etc.; es importante notar que hasta el momento CS-4 representa el último conjunto de capacidades aprobado por la ITU-T. Por su parte, el conjunto de recomendaciones Q.120x contiene el concepto de la RI, técnicas de modelado y otras herramientas de diseño de red. La presente sección ofrece una síntesis de las recomendaciones de la RI, haciendo particular énfasis en la creación de servicios.

2.2.1. Principios de la red inteligente (recomendación Q.1201)

La red inteligente es un concepto arquitectural aplicable a todas las redes de telecomunicaciones (red telefónica pública conmutada, red móvil, red pública de datos con conmutación de paquetes y red digital de servicios integrados) que pretende facilitar la creación y prestación de servicios de telecomunicaciones, entendidos éstos como ofertas comerciales autónomas brindadas por una administración para satisfacer las necesidades de servicios de telecomunicaciones de sus clientes.

Los requisitos funcionales de la RI buscan satisfacer las necesidades del cliente (requisitos de servicio) y las necesidades del operador de red (requisitos de red); los requisitos de servicio permiten identificar servicios de telecomunicaciones específicos que son ofrecidos al cliente mientras que los requisitos de red comprenden la capacidad de crear, desplegar, utilizar y mantener capacidades de red para proporcionar servicios. Pueden identificarse requisitos de servicio y de red para capacidades de servicio/red como creación de servicios, que comprende actividades de especificación, desarrollo y verificación; gestión de servicios, soporta la correcta explotación de un servicio y la administración de información relativa al usuario/cliente y al operador de red; gestión de red, soporta la correcta explotación de una red estructurada como RI; procesamiento de servicios, procesamiento de la llamada básica y de los servicios suplementarios; interfuncionamiento de redes, proceso mediante el cual varias redes (RI - RI o RI - no RI) cooperan para prestar un servicio.

2.2.2. Concepto arquitectural de la red inteligente

Los dos objetivos claves de la RI son: proporcionar funciones reutilizables que puedan utilizarse como “bloques de construcción” para implementar servicios de forma rápida y flexible y, proporcionar servicios independientes de la infraestructura de las redes físicas subyacentes. El modelo conceptual de Red Inteligente representa un marco para el diseño y descripción de la arquitectura RI, consta de cuatro niveles de abstracción, denominados “planos”, que representan las diferentes capacidades proporcionadas por una red estructurada como RI, estos son el plano de servicios, el plano funcional global, el plano funcional distribuido y el plano físico, los cuales se describen a continuación.

Arquitectura del plano de servicios (recomendación Q.1202): El plano de servicios constituye una visión orientada a los servicios sin tener en cuenta su realización en la red. En este plano se utiliza un conjunto de bloques genéricos llamados “características de servicio” que representan aspectos específicos de los servicios y, son utilizados para describir los servicios ofrecidos por la red inteligente a los usuarios finales. También, las características de servicio permiten determinar las funciones (capacidades de servicio) necesarias para construir y/o personalizar servicios.

Arquitectura del plano funcional global (recomendación Q.1203): Este plano modela la funcionalidad de la red desde un punto de vista global, la RI se considera como una sola entidad y, los servicios y características de servicios identificados en el plano de servicios se redefinen desde el punto de vista de las funciones de red necesarias para soportarlos, dichas funciones se denominan bloques de construcción independientes del servicio (SIB, service independent building blocks). Los SIBs son piezas de construcción reutilizables que pueden encadenarse en diversas combinaciones para realizar servicios y características de servicios, son independientes de la tecnología para la cual o en la cual se implementan y, ofrecen una interface unificada y estable por medio de la cual interactúan entre sí. Cabe notar que en la prestación de un servicio

determinado los SIBs interactúan entre sí gracias a la mediación de un elemento dependiente del servicio el cual es llamado lógica del servicio global.

Arquitectura del plano funcional distribuido (recomendación Q.1204): En este plano las funciones necesarias para prestar un servicio se agrupan en conjuntos específicos, llamados entidades funcionales. Los criterios para realizar estas agrupaciones se relacionan con la ubicación física, las exigencias tecnológicas y comerciales. Algunos ejemplos de entidades funcionales son la función de control de llamada (CCF), la función de control de servicio (SCF), la función de datos de servicio (SDF), la función de gestión de servicio (SMF) y la función de conmutación de servicio (SSF). Cada interacción entre pares de entidades funcionales se denomina flujo de información y al conjunto completo flujos de información entre pares de entidades funcionales se le llama relación. Los SIBs identificados en el plano funcional global deben tener su correspondiente realización en por lo menos una entidad del plano funcional distribuido.

Arquitectura del plano físico (recomendación Q.1205): En este plano se identifican las diferentes entidades físicas y las interfaces entre las mismas. Las entidades funcionales del plano funcional distribuido se hacen corresponder con las entidades físicas, una o más entidades funcionales pueden hacerse corresponder con una entidad física pero una entidad funcional no podrá dividirse entre dos entidades físicas, pueden hacerse corresponder instancias duplicadas de una entidad funcional con diferentes entidades físicas pero no con la misma y, las entidades físicas deben ofrecer interfaces normalizadas. Entre las entidades físicas de la RI se tienen el punto de conmutación de servicio (SSP), el punto de control de servicio (SCP), el punto de datos de servicio (SDP) y el punto de gestión de servicio (SMP).

2.2.3. Bloques de construcción independientes del servicio (SIB)

Las características de los SIB son las siguientes:

- La definición de cada uno es independiente de alguna arquitectura específica de los planos funcional distribuido y físico (independientes de la implementación de la red).
- Cada SIB tiene una interfaz unificada y estable.
- La interacción entre las entidades funcionales en el plano funcional distribuido no es visible a los SIB en el plano funcional global.
- Todas las características de servicio son descritas por un SIB o una cadena de SIB.
- Todas las características de servicio pueden definirse mediante un número finito de SIB.
- Los SIB son realizados en el plano funcional distribuido por acciones de entidad funcional que pueden residir en una o más entidades funcionales.
- Un SIB tiene un punto de comienzo lógico y uno o más puntos de fin lógicos.
- Los datos requeridos por cada SIB se definen mediante los parámetros de datos de soporte de SIB y los parámetros de datos de instancia de llamada.

Los SIB son independientes del servicio, por lo tanto para describir las características del servicio se necesitan algunos elementos de dependencia del servicio, denominados parámetros de datos; estos permiten adaptar a un SIB para que realice la funcionalidad deseada. Los parámetros de datos se especifican independientemente para cada SIB y se ponen a disposición del SIB a través de la lógica de servicio global.

En la figura 2.1 se muestra el procedimiento a seguir para la identificación de SIBs, cuyo punto de partida es la caracterización de los servicios. Estos pasos se describen a continuación.

- 1- Se descompone un servicio en sus características de servicio (SF).
- 2- Se describe cada característica desde el punto de vista del usuario.
- 3- Se describe el procedimiento de utilización de la característica de servicio, es decir la cadena de eventos vista por el usuario.
- 4- Se describe la característica del servicio en forma de funciones modulares representadas por los SIBs.

- 5- Comparar lo anterior (pasos 3 y 4) con las listas de características para los SIBs establecidos.
- 6- Se verifica la solidez de la SF analizando la representación SIB con la definición de SF y el procedimiento de utilización (de los pasos 2 y 3). El fracaso de esta verificación indica que el análisis en los pasos 4 y 5 fue incorrecto o incompleto.
- 7- Si no existen SIBs, se describe que funciones deben ser proporcionadas por la red para soportar plenamente la característica del servicio.
- 8- Se amplían las capacidades de un SIB existente para proporcionar la funcionalidad adicional requerida para soportar la característica del servicio o se crea un nuevo SIB.

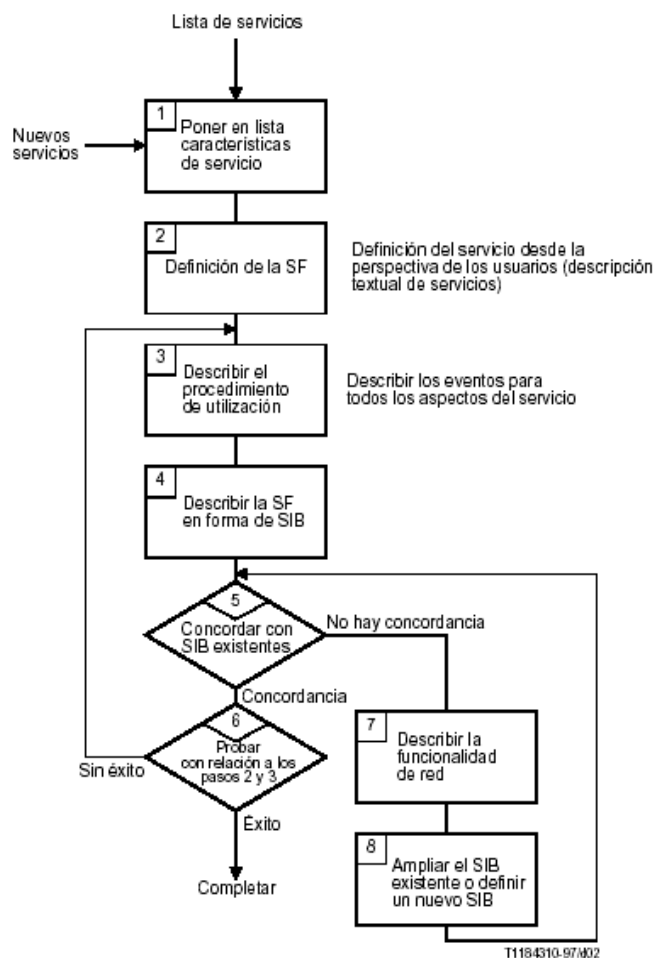


Figura 2.1. Proceso para la identificación de SIBs

En la identificación de un SIB se utilizan los siguientes términos:

Definición: descripción textual del SIB desde el punto de vista de la creación de servicios.

Aplicaciones de servicio potenciales: ejemplos de servicios donde se pueda utilizar el SIB.

Interfaz: identifica las operaciones que constituyen la interfaz SIB y proporciona una descripción textual de la utilización de las operaciones y su relación con la lógica del servicio global. Se define mediante cuatro elementos: operaciones, parámetros de entrada, parámetros de salida y representación gráfica por cada operación.

Representación gráfica del SIB: la descripción gráfica utilizada para describir las operaciones que tiene la interfaz es la mostrada en la figura 2.2.

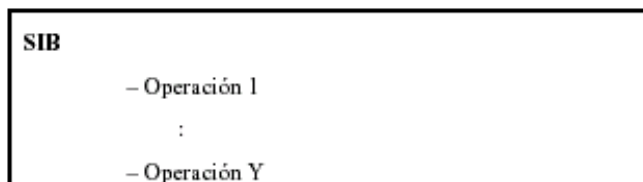


Figura 2.2. Representación gráfica de SIBs

2.2.4. Conjuntos de capacidades de la red inteligente

Conjunto de capacidades 1 (CS-1): CS-1 constituye la primera etapa normalizada de la RI, donde se establecen las especificaciones del modelo conceptual de RI para un conjunto de servicios de telecomunicaciones objetivo, entre los cuales se tiene marcación abreviada, llamadas con tarjeta con cargo a cuenta, facturación alternativa automática, distribución de llamadas y reenvío de llamadas.

Conjunto de capacidades 2 (CS-2): CS-2 constituye la segunda etapa normalizada de la RI como concepto arquitectural para la creación y prestación de servicios, que incluye servicios de telecomunicaciones, de gestión de servicios y de creación de servicios. Entre los servicios de telecomunicaciones se tienen: cobro revertido automático entre redes, tarifa con prima entre redes, llamada masiva entre redes, televoto entre redes, servicio de red virtual global, transferencia de llamada, llamada en espera, etc.; entre los servicios de gestión de servicios: personalización de servicios, control de servicio, supervisión de servicios; y entre los servicios de creación de servicios: especificación de servicio, desarrollo de servicios, verificación de servicio y, despliegue de servicios.

Conjunto de capacidades 3 (CS-3): CS-3 constituye la tercera etapa normalizada de la RI como concepto arquitectural para la creación y prestación de servicios, que incluye servicios de telecomunicaciones, de gestión de servicios y de creación de servicios. CS-3 amplía los aspectos de servicio, de red y de gestión del CS-2. Es importante destacar el soporte RI para redes móviles; soporte RI para RDSI-BA donde el flujo de información puede ser bidireccional simétrico, bidireccional asimétrico o unidireccional; y aspectos de interfuncionamiento de servicios con protocolo Internet y servicios de RI.

Conjunto de capacidades 4 (CS-4): CS-4 es la cuarta etapa de normalización de la RI para la creación y prestación de servicios de red. CS-4 extiende los aspectos de servicio, de red y gestión del CS-3, por lo que ofrece mejoras en el modelo de llamadas, seguridad, interacción de características, gestión de movilidad, movilidad, portabilidad de número, banda ancha e interfuncionamiento con los servicios de las redes que utilizan el protocolo Internet.

Es importante tener en cuenta que el plano funcional global de CS-2 es utilizado en CS-3 y CS-4, por lo tanto, el modelado, diseño y construcción de los SIBs, se mantienen en estos dos últimos conjuntos de capacidades como fueron definidos en CS-2. Las capacidades que agrega CS-3 y CS-4 están enfocadas en el plano funcional distribuido y en el plano físico de la red inteligente.

2.3. REDES DE TELECOMUNICACIONES ORIENTADAS A LOS SERVICIOS

2.3.1. Red digital de servicios integrados

La red digital de servicios integrados (RDSI) fue concebida para integrar distintos tipos de servicios de telecomunicaciones. Los servicios definidos por RDSI son los servicios portadores, los teleservicios y los servicios suplementarios. Los servicios portadores proporcionan los medios para transmitir información entre usuarios en tiempo real y sin alteración del contenido del mensaje; los teleservicios combinan la función de transporte con la de procesamiento de la información; y los servicios suplementarios son la ampliación de los servicios anteriores.

La RDSI de banda ancha (RDSI-BA) es el resultado de la evolución de la RDSI con el fin de soportar mayores velocidades y posibilitar la prestación de servicios que demanden un mayor ancho de banda. En RDSI-BA se distinguen dos categorías de servicios de telecomunicaciones, los servicios interactivos y los servicios de distribución. Los servicios interactivos se dividen en tres clases, servicios conversacionales, servicios de mensajería y servicios de consulta. Los servicios de distribución están conformados por los servicios de distribución sin control de la presentación por el usuario, y servicios de distribución con control de la presentación por el usuario.

Los servicios conversacionales son aquellos que proporcionan los medios para una comunicación bidireccional con transferencia de información en tiempo real entre dos usuarios, algunos ejemplos son la videotelefonía, la videoconferencia y la transmisión de datos a alta velocidad. Los servicios de mensajería ofrecen la comunicación usuario-usuario por medio de unidades con capacidades de almacenamiento y retransmisión de la información, algunos servicios son, correo electrónico para imágenes en movimiento (películas), imágenes de alta resolución y audio. Los servicios de consulta facilitan el acceso de los usuarios a centros de información para uso

público, por ejemplo servicios de consulta de banda ancha para películas, imágenes de alta resolución, audio e información de archivos.

Los servicios de distribución sin control de la presentación por el usuario se distribuyen desde una fuente central a un gran número de usuarios que no pueden controlar el comienzo ni el orden de presentación de la información difundida, aquí se abarcan los servicios de difusión como audio y televisión. En cambio en los servicios con control de la presentación por el usuario se puede controlar el comienzo y el orden de la presentación, además de interactuar con el proveedor del servicio. Un ejemplo de este servicio es el video por demanda.

2.3.2. Arquitectura de red de información de telecomunicaciones (TINA)

TINA es una arquitectura abierta para el desarrollo, despliegue y operación de sistemas de telecomunicaciones, está orientada a componentes y define un conjunto de servicios y componentes de red que interactúan entre sí a través de interfaces bien definidas sobre un entorno de procesamiento distribuido. Un servicio TINA es un conjunto de capacidades significativas provisto por un sistema a los usuarios que lo utilizan. Estos servicios pueden ser de telecomunicaciones, de gestión y de información.

La arquitectura TINA está basada en cuatro principios: análisis y diseño orientado a objetos, distribución, desacoplamiento de componentes software y separación funcional. Estos principios buscan asegurar la interoperabilidad, portabilidad, reusabilidad de componentes software y la independencia de la tecnología, además de compartir la responsabilidad de la creación y gestión de un sistema complejo entre los diferentes actores del negocio, tales como clientes, proveedores de servicio y proveedores de conectividad.

TINA realiza dos separaciones funcionales, la primera entre las aplicaciones y el ambiente en las cuales ellas se ejecutan y, la segunda entre los aspectos de servicio, el control y la gestión. De

acuerdo a esto, TINA está dividida en tres sub-arquitecturas: arquitectura computacional, arquitectura de servicios y arquitectura de red. La arquitectura computacional define conceptos del modelado y del entorno de procesamiento distribuido. La arquitectura de servicios establece un conjunto de principios para la provisión de servicios y ofrecer una visión coherente de los eventos y relaciones que tienen lugar durante la provisión de los mismos. La arquitectura de red describe un modelo genérico independiente de la tecnología para el establecimiento de conexiones y la gestión de redes de telecomunicaciones.

2.3.3. Internet

Internet es una colección global de redes de computadores que cooperan para intercambiar información de diferente tipo, como texto, imágenes, audio y video. De esta manera los usuarios de Internet tienen acceso a una amplia variedad de servicios, entre los cuales se tienen correo electrónico, transferencia de archivos, acceso a bases de datos, colaboración interactiva, audio y video en tiempo real, comercio electrónico, teleeducación y telemedicina. Una característica especial de estos servicios o aplicaciones es que basan su funcionamiento en un sistema de servidores de Internet, conocido como web, que provee una forma simple de acceso a servicios mediante interfaces gráficas de fácil manejo.

Cada computador en la red Internet se comunica con los demás utilizando un conjunto de protocolos de comunicación determinados y siguiendo un modelo de comunicación cliente/servidor. Los protocolos de Internet más destacados son el protocolo Internet (IP) y el protocolo de control de transmisión (TCP). IP es un protocolo de la capa de red que permite transmitir bloques de datos, llamados datagramas, entre computadores que se identifican mediante direcciones de longitud fija. Se caracteriza porque es un protocolo no orientado a la conexión, no realiza control de flujo y secuenciación y, admite que las redes manejen diferentes tamaños de datagrama mediante funciones de fragmentación y reensamblaje. Por su parte TCP es

un protocolo orientado a la conexión que provee transmisión de datos confiable en un ambiente IP, control de flujo eficiente, operación full-duplex y multiplexación.

2.3.4. Red de próxima generación

Una red de próxima generación (NGN) es una red basada en paquetes capaz de ofrecer cualquier servicio de telecomunicaciones, donde la conmutación de paquetes y los elementos de transporte están separados física y lógicamente del control de los servicios. Tales servicios pueden ir desde el servicio telefónico convencional hasta servicios multimedia de banda ancha. El objetivo principal de la NGN es habilitar a los usuarios para acceder al tipo de información que ellos quieran en cualquier formato, a cualquier hora, en cualquier lugar, y en cualquier volumen.

Las NGN ofrecen comunicaciones ubicuas de multimedia y en tiempo real, personalización de servicios, capacidades de gestión de red y servicios y, una amplia variedad de aplicaciones. Entre los servicios más representativos se tienen: recursos especializados, por ejemplo puentes de conferencia multimedia multipunto y unidades de reconocimiento de voz; procesamiento y almacenamiento, como servidores de archivos, sistemas operativos, provisión y gestión de unidades de almacenamiento para mensajería; middleware, provee servicio de nombres, seguridad y transacciones; aplicaciones específicas, de negocios, comercio electrónico y juegos de video interactivos; provisión de contenido, entre los que se tienen servicios de información y educación en línea; y gestión de redes y servicios, relacionados al mantenimiento, operación y gestión de redes y servicios.

Las características claves de una NGN son la división por capas, las interfaces de servicios abiertas y la inteligencia de red distribuida. La NGN está estructurada en 3 capas claramente separadas: control, servicios y transporte; las interfaces de servicios abiertas habilitan a los proveedores de servicio y a los desarrolladores de servicios para crear aplicaciones e introducirlas rápidamente; y la inteligencia de red se logra mediante un ambiente de procesamiento distribuido.

2.4. ASPECTOS RELACIONADOS CON LA CREACIÓN DE SERVICIOS

2.4.1. Servicios multimedia

Los servicios multimedia son aquellos que incluyen capacidades para la transmisión y el manejo de información de audio, texto y video. Tienen su origen en la convergencia de la informática y los sistemas de telecomunicaciones y posibilitan el desarrollo de aplicaciones para diferentes áreas como la educación, cultura y entretenimiento, salud, comercio electrónico, etc.

Los servicios multimedia imponen ciertos requisitos para su correcto desempeño, entre los cuales encontramos los siguientes:

- La información multimedia requiere de un espacio de almacenamiento grande, este hecho determina la necesidad de unidades de almacenamiento especializadas que puedan gestionar muchos dispositivos de almacenamiento.
- Los datos deben entregarse en tiempo real, este proceso no puede ser gestionado por servidores tradicionales debido a que la sincronización entre el servidor y el usuario es fundamental para la entrega adecuada de la información.
- La recuperación de información multimedia impone nuevos requisitos en los sistemas de gestión de bases de datos.

2.4.2. Desarrollo de software basado en componentes

Un componente es una unidad software reutilizable que tiene la capacidad de ser desarrollada, adquirida e incorporada a cualquier sistema de forma independiente en tiempo y espacio. Según este concepto aparecen dos estilos de desarrollo de software, uno basado en la reutilización, donde las aplicaciones se construyen a partir de otras partes software ya existentes; y el otro es el

desarrollo de software de reutilización, donde se elaboran partes eficientes de software para ser utilizadas en el otro estilo de programación.

El desarrollo de software basado en componentes se basa en la utilización de componentes software para construir sistemas abiertos y distribuidos. De esta forma se pueden reducir costos, tiempos, esfuerzos de desarrollo, al tiempo que ayuda a mejorar la fiabilidad, flexibilidad y reutilización de la aplicación final. En este modelo los componentes pueden ser reemplazados fácilmente por otros y, facilitar las funciones de operación y mantenimiento de las aplicaciones.

Un componente software requiere de información de especificación para sus usuarios y desarrolladores, esta permite determinar si un componente satisface o no las necesidades de un nuevo sistema y si los componentes pueden interoperar. Los componentes se especifican por tres elementos: las interfaces, formadas por los atributos, operaciones y eventos del componente; el comportamiento, que representa la funcionalidad que ofrece el componente; y las propiedades, dadas por las características extra-funcionales que puede tener el componente. A continuación se realiza una descripción más detallada de estos elementos.

Interfaces: Las interfaces son abstracciones de los atributos y las operaciones proporcionadas por un componente, estas constituyen la vista externa del componente. En los actuales modelos de componentes, las interfaces están formadas por el conjunto de nombres de las operaciones entrantes y salientes del componente. Las primeras determinan las operaciones que el componente implementa, mientras que las segundas son las que necesita de otros componentes.

Una interfaz se especifica mediante un contrato, una forma de garantizar que los componentes desarrollados independientemente por diferentes personas y organizaciones puedan funcionar correctamente de forma conjunta en un sistema. En un contrato se describe lo que el cliente necesita hacer para usar las capacidades provistas por el componente y, las capacidades ofrecidas por el componente. Por regla general el papel del cliente es asumido por otro componente que también impone sus condiciones, por lo tanto, igual que un componente servidor impone sus condiciones de uso, un componente cliente también puede exigir al servidor que describa lo que

sucede después de utilizar el servicio. Estas dependencias se definen mediante pre y post condiciones, para especificar el comportamiento de las operaciones. El respeto del contrato por parte del componente y el cliente asegura el éxito de la interacción.

Comportamiento: Cuando se construyen aplicaciones no basta con tener especificaciones del componente que contengan solo el nombre de las operaciones ofrecidas y de los atributos, también es necesario incluir una especificación semántica de las interfaces para definir el significado de las operaciones y la especificación de su comportamiento.

Propiedades: Recogen la información de los atributos de calidad de un componente, un atributo de calidad se refiere tanto a información de calidad de servicio como a atributos relacionados con la funcionalidad y extra-funcionalidad de un componente. Ejemplos de aspectos de calidad de servicio son el tiempo máximo de respuesta y la precisión; aspectos de funcionalidad son interoperabilidad y seguridad; y ejemplos de extra-funcionalidad son portabilidad y eficiencia.

2.4.3. Modelos de componentes

Un modelo de componentes define la arquitectura básica de un componente, especificando la estructura de sus interfaces y los mecanismos para la interacción con la plataforma de soporte para componentes y con otros componentes. Este provee directrices para crear e implementar componentes que puedan interactuar en una aplicación.

Una plataforma de componentes distribuidos es un entorno diseñado para integrar componentes y aplicaciones software en ambientes distribuidos, que permite la modularidad y la reutilización en el desarrollo de nuevas aplicaciones; cada plataforma se apoya en los estándares y mecanismos definidos por su modelo de componentes base. Algunas plataformas son .NET, J2EE y Corba, que se basan en el modelo de objetos de componentes distribuidos de Microsoft (DCOM), Enterprise Java Beans (EJB) y Modelo de componentes de Corba (CCM), respectivamente.

DCOM: Es una extensión de COM, el primer modelo de componentes de Microsoft, introducido en 1993 para los ambientes Windows, define cómo los componentes y sus clientes interactúan sin la necesidad de ningún sistema intermediario. DCOM soporta comunicación entre objetos residentes en diferentes computadores en una LAN, una WAN o sobre Internet. Desde la visión de DCOM un componente es una pieza reutilizable de software en forma binaria, que puede interoperar con otros componentes de otros fabricantes, escritos en otro lenguaje, sin mayor esfuerzo. Posteriormente se le adiciona a este modelo el procesamiento de transacciones con el desarrollo de COM+.

EJB: Es un modelo de componentes del lado del servidor para la plataforma java, que permite el desarrollo y despliegue de aplicaciones distribuidas basadas en componentes; dichas aplicaciones son escalables, seguras, transaccionales y pueden ser desplegadas en cualquier plataforma que soporte los EJB.

CCM: Es un modelo de componentes que representa tanto el lado del cliente y el lado del servidor de una aplicación distribuida, define las características y servicios necesarios para implementar, gestionar, configurar y desplegar componentes que integren los servicios Corba comúnmente usados, tales como transacciones, seguridad, persistencia y eventos, en un ambiente estándar.

2.4.4. Metodología de desarrollo de software

Existen numerosas metodologías para el desarrollo de software, algunas de ellas se centran en el control del proceso de desarrollo, son rigurosas y excesivamente formales y, otras se enfocan en el factor humano o el producto software. Estas últimas han alcanzado especial importancia en la actualidad dada su efectividad en proyectos con requisitos muy cambiantes, con periodos de desarrollo cortos pero que deben garantizar un nivel de calidad óptimo. Dentro de estas metodologías la que ha tenido mayor auge es la programación extrema (XP), una metodología

ágil centrada en potenciar las relaciones interpersonales como aspecto clave para garantizar el éxito de los proyectos de desarrollo de software, promoviendo el trabajo en equipo, el aprendizaje de los desarrolladores y un buen clima de trabajo.

XP se basa en la realimentación continua entre el cliente y el equipo de desarrollo, comunicación fluida entre los participantes, simplicidad en las soluciones implementadas y capacidad para enfrentar los cambios en los requisitos. El proceso de desarrollo en XP es iterativo e incremental y se distinguen las fases de definición de los requisitos, estimación del esfuerzo, selección de las funcionalidades a implementar y construcción de las mismas.

2.4.5. El lenguaje de modelado unificado

El lenguaje de modelado unificado (UML) es un lenguaje gráfico para especificar, visualizar, construir y documentar los artefactos de sistemas software orientados a objetos y basados en componentes. Los artefactos representan unidades físicas de información utilizadas o producidas mediante un proceso de desarrollo de software, pueden ser modelos, archivos fuente, scripts, archivos ejecutables binarios, etc.

UML constituye un estándar internacional de gran aceptación por parte de la industria y la academia, representa una colección de las mejores prácticas de ingeniería que han sido exitosas en el modelado de sistemas grandes y complejos. La especificación de UML v-1.1 fue adoptada por el OMG en noviembre de 1997 y desde entonces éste es el responsable por el desarrollo de este estándar, la versión actual de UML es la 2.0.

UML define un conjunto de diagramas que proveen múltiples vistas de un sistema software que permiten modelarlo desde diferentes niveles de abstracción. Así, el diagrama de casos de uso permite visualizar la funcionalidad del sistema percibida por los actores que interactúan con él; el diagrama de clases representa una vista estructural del sistema; los diagramas de estado, de

actividad, de secuencia y colaboración permiten analizar el comportamiento del sistema; y los diagramas de componentes y de despliegue dan información relacionada con la implementación.

2.5. CONCLUSIONES

La telemedicina constituye un reto que puede mejorar las condiciones en que se prestan los servicios de salud del país y es responsabilidad del estado, las instituciones de educación superior, los profesionales del sector de la salud y las entidades prestadoras de servicios de salud adelantar proyectos que faciliten su implantación y aceptación en la sociedad; sin olvidar que la telemedicina no es un reemplazo de los servicios médicos tradicionales sino una herramienta adicional para facilitar el acceso a los recursos en salud.

Por su parte, la utilización de realidad virtual en telemedicina constituye una nueva forma de interacción con los pacientes, permite visualizar los órganos de forma segura, no invasiva y en tres dimensiones, además constituye un medio de acercamiento con el paciente por medio de un entorno controlado apropiado para actividades de enseñanza y aprendizaje. En Colombia los trabajos desarrollados en el área de realidad virtual y telemedicina son muy pocos, por lo tanto se necesita la generación de contenido 3D que permita aprovechar las capacidades que esta tecnología ofrece.

El modelo conceptual de la red inteligente puede ser utilizado para la definición del modelo de creación de servicios de telemedicina con el fin de especificar los servicios en varias vistas o planos que faciliten una visualización completa de los servicios desde el momento en que se conciben hasta su despliegue.

El concepto de creación de servicios que la red inteligente ofrece, representa un paradigma de desarrollo basado en la utilización de bloques de construcción reutilizables. Sin embargo la aproximación de SIBs dada en CS-2 y utilizada en CS-3 y CS-4, presenta deficiencias debido a

que la información especificada en el plano funcional global no es suficiente para la adecuada realización de los SIBs en el plano funcional distribuido, además no facilita la verificación del cumplimiento de las especificaciones del servicio, limitando la composición y la reutilización de los SIBs.

Los principios del desarrollo de software basado en componentes son acordes con los principios de creación de servicios de la red inteligente, y el concepto de componente soslaya las deficiencias de los SIBs, por lo tanto es necesario actualizar y mejorar el concepto de creación de servicios de la red inteligente de acuerdo a los principios del desarrollo de software basado en componentes. De esta manera el concepto de SIB será reemplazado por el concepto de componente software donde los servicios se arman a partir de la colaboración de varios componentes, que se comunican de forma transparente por medio de una plataforma de soporte.

Existe una notable tendencia hacia la prestación de servicios de telemedicina sobre Internet, caracterizados por la presencia de información multimedia, ya que facilita el acceso a la información en cualquier momento y sin importar la ubicación geográfica de los usuarios.

UML representa un lenguaje de modelado maduro y de amplia aceptación en la industria y en la academia, adecuado para la especificación de servicios de telemedicina que utilicen la tecnología de objetos y componentes para su desarrollo.

Para la definición del modelo y la implementación del prototipo del servicio de telemedicina se utilizará el modelo de componentes de Java incluido en la plataforma J2EE, debido a que es uno de los modelos más utilizados actualmente. Además Java representa una tecnología madura con soporte para múltiples áreas de aplicación, una de ellas la realidad virtual gracias al API Java3D, que posee un promisorio potencial para los servicios de telemedicina.

3. MODELO DE CREACIÓN DE SERVICIOS DE TELEMEDICINA

Este capítulo define un referente para la concepción, especificación, implementación y documentación de servicios de telemedicina mediante el ensamblaje de componentes software. El modelo de creación de servicios está compuesto por cuatro vistas abstractas o “planos” los cuales especifican conceptos propios del desarrollo de un servicio de telemedicina determinado. Estos planos son: el plano de servicios, el plano de componentes, el plano de realización y el plano de soporte. La figura 3.1 representa el modelo de creación de servicios de telemedicina, ilustra que la funcionalidad de un servicio de telemedicina puede ser implementada a partir de la interacción de un conjunto de componentes software completamente especificados, los cuales cumplen las reglas y normas de un modelo de componentes específico y se soportan sobre un framework de componentes que favorece su interacción.

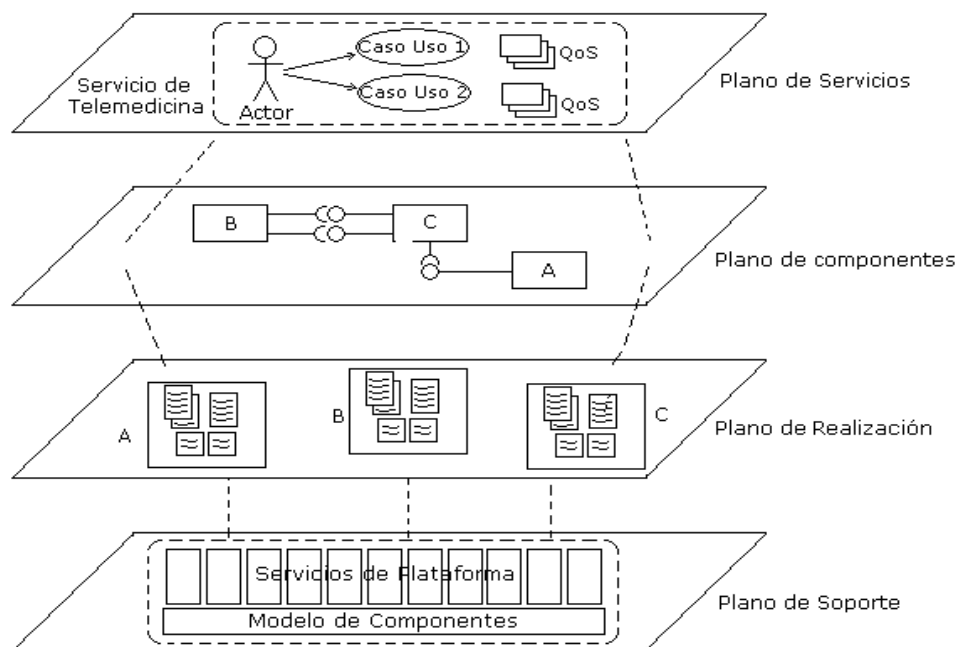


Figura 3.1. Modelo de creación de servicios

La estructura en planos está basada en el modelo conceptual de la red inteligente, la cual está estructurada en el plano de servicios, plano funcional global, plano funcional distribuido y plano físico.

El plano de servicios definido en este modelo se corresponde con el plano de servicios de la red inteligente porque en ellos se representa un servicio desde la perspectiva de los usuarios. En la RI se utiliza un conjunto de bloques genéricos llamados “características de servicio” que representan aspectos específicos de los servicios y, son utilizados para describir los servicios ofrecidos por la red inteligente a los usuarios finales, en este modelo se utilizan los casos de uso para describir la funcionalidad, complementados con descripciones textuales y aspectos de calidad de servicio.

El plano funcional global de RI modela la funcionalidad de la red desde un punto de vista global, donde la RI es considerada como una sola entidad y, los servicios identificados en el plano de servicios, se visualizan como un conjunto de bloques de construcción independientes del servicio – SIBs, que interactúan entre sí gracias a la mediación de un elemento dependiente del servicio el cual es llamado lógica del servicio global. En el plano de componentes de este modelo se representa la estructura interna de un servicio de telemedicina como una colección de componentes que colaboran para soportar la funcionalidad requerida por el servicio. En la RI el concepto fundamental en este plano es el de SIB, mientras que en el modelo es el de componente, un concepto que cumple con las características de los SIBs de RI, mejora sus falencias y es la tendencia actual en la creación de servicios.

En el plano funcional distribuido de RI las funciones necesarias para prestar un servicio se agrupan en conjuntos específicos, llamados entidades funcionales y los SIBs identificados en el plano funcional global deben tener su correspondiente realización en por lo menos una entidad funcional. En el plano de realización de este modelo los componentes se realizan por medio de un conjunto de interfaces e implementaciones contenidas en una única unidad, a diferencia de la RI la funcionalidad de un componente no se distribuye sino que se empaqueta en un único archivo.

En el plano físico se establecen las diferentes entidades físicas y las interfaces entre las mismas, las entidades funcionales del plano funcional distribuido se hacen corresponder con las entidades físicas y se determinan los protocolos de comunicación entre dichas entidades. En el plano de soporte de este modelo se especifica el framework de componentes que soporta los servicios de telemedicina. Los componentes no se corresponden con una entidad física en particular sino que todos están soportados por una plataforma software en común.

El lenguaje de modelado unificado se utiliza para la especificación de los planos, en el anexo puede encontrarse información detallada acerca de los diagramas de este lenguaje.

3.1. PLANO DE SERVICIOS

Este plano representa la funcionalidad de un servicio de telemedicina vista desde la perspectiva de los usuarios, y tiene como propósito especificar los aspectos de comportamiento del servicio sin hacer referencia a su estructura interna o implementación. Está compuesto por dos aspectos: la caracterización del servicio y la calidad de servicio.

La caracterización del servicio representa la especificación de su funcionalidad, y la calidad de servicio considera las características extra-funcionales propias de los servicios de telemedicina. Estos aspectos se presentan a continuación.

3.1.1. Caracterización del servicio de telemedicina

La caracterización del servicio de telemedicina es la descripción formal de la funcionalidad ofrecida a los usuarios, representa lo que el servicio hace sin enfatizar en los detalles de implementación. Los elementos de especificación de la caracterización del servicio son:

información general del servicio de telemedicina, diagrama de casos de uso y descripción de casos de uso.

a) *Información general del servicio de telemedicina:* Brinda una visión general del servicio con el fin de establecer el objetivo principal del servicio, los usuarios involucrados y el contexto en el cual se aplica. La figura 3.2 presenta esta información.

Servicio: Nombre del servicio

Objetivo: Funcionalidad principal del servicio

Actores: Usuarios que interactúan con el servicio

Descripción: Descripción del servicio desde la perspectiva de los usuarios

Gráfico: Bosquejo que ilustre la funcionalidad ofrecida por el servicio

Figura 3.2. Información general del servicio

b) *Diagrama de casos de uso:* Un diagrama de casos de uso es un gráfico que muestra las relaciones entre actores y casos de uso involucrados en un servicio de telemedicina. Un actor especifica el rol o papel que los usuarios juegan cuando interactúan con un servicio de telemedicina determinado, mientras que un caso de uso representa una unidad coherente de funcionalidad provista por el servicio de telemedicina. Un ejemplo de un diagrama de casos de uso se presenta en la figura 3.3.

c) *Descripción de casos de uso:* Es un elemento adicional al diagrama de casos de uso, permite obtener información adicional que complementa la información inherente al diagrama y se realiza para cada caso de uso. La figura 3.4 consigna la información involucrada en la descripción de un caso de uso.

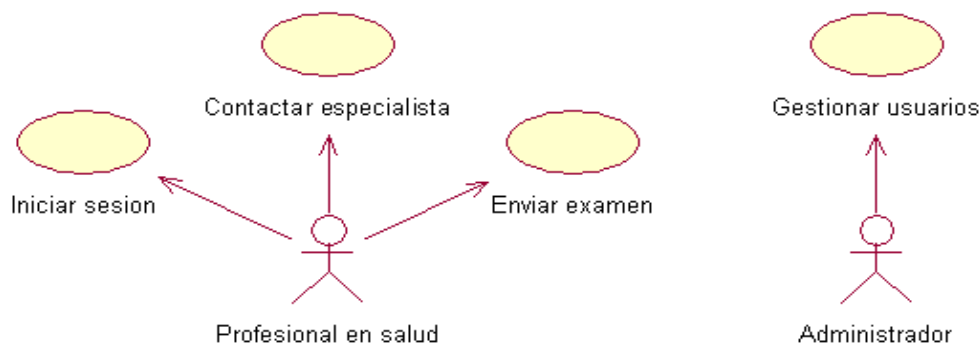


Figura 3.3. Diagrama de casos de uso

Caso de uso No. *: Nombre del caso de uso

Objetivo: Funcionalidad principal del caso de uso

Descripción funcional: Descripción del flujo de eventos que se presenta en la interacción del usuario con el servicio

Descripción extra-funcional: Características no relacionadas a la funcionalidad, como calidad de servicio requerida, mecanismos de seguridad, etc.

Figura 3.4. Descripción textual de un caso de uso

3.1.2. Calidad de servicio de servicios de telemedicina

Los servicios de telemedicina siempre deben garantizar unos valores mínimos de calidad de servicio (QoS –Quality of Service) que en ningún momento pueden ser omitidos, debido a que son considerados servicios de carácter crítico por su estrecha relación con la salud de las personas. Estos valores mínimos de QoS o también denominados propiedades de calidad son los siguientes:

- a) *Disponibilidad*: Garantiza que la información correcta esté disponible cuándo y dónde se necesite. Es de especial importancia en casos de emergencia.
- b) *Confianza*: Garantiza que la información médica utilizada para formación, diagnóstico, tratamiento y prevención procede de fuentes confiables y verificables.
- c) *Latencia*: Establece un valor de tiempo máximo entre la petición de un servicio y su respuesta.
- d) *Precisión*: Garantiza la fidelidad de la información para que pueda ser interpretada correctamente.
- e) *Throughput*: Establece la cantidad de información de usuario que debe ser transferida en un período de tiempo.
- f) *Prioridad*: Establece la importancia relativa de un servicio o la urgencia asignada a un evento.
- g) *Consistencia*: Garantiza que la información se mantiene fiel (coherente) durante los procesos que se le realizan.
- h) *Robustez*: Garantiza que el servicio es tolerante a fallos.
- i) *Seguridad*: Garantiza la operación segura y fiable de los servicios. Se deriva en confidencialidad, autenticidad, control de acceso y protección de los datos.
- j) *Fiabilidad*: Establece el tiempo significativo entre fallas para mantener un requisito de calidad de servicio definido.

Cuando se consideran las propiedades de calidad para un servicio de telemedicina específico, es necesario recordar que el servicio será conformado a partir de componentes y que por lo tanto, así

como la funcionalidad del servicio es brindada por la interacción entre los componentes, las propiedades de calidad del servicio también deben ser proporcionada por los componentes, es decir, cada uno de los componentes además de ofrecer capacidades funcionales, debe ofrecer capacidades para garantizar la calidad de servicio requerida por el servicio de telemedicina.

3.2. PLANO DE COMPONENTES

Este plano representa la estructura interna de un servicio de telemedicina vista como una colección de componentes que cooperan para soportar la funcionalidad requerida por el servicio. El concepto fundamental de este plano es el concepto de componente, definido éste como una unidad software reutilizable que brinda un conjunto de funcionalidades coherentes, cumple con un modelo de componentes y puede ser ensamblado junto a otros componentes para formar un servicio. Este plano se describe mediante tres aspectos: la arquitectura del servicio, la interacción de los componentes y la especificación formal de los mismos.

La arquitectura del servicio representa una configuración específica de componentes que dan soporte al servicio, la interacción de los componentes expresa el intercambio de mensajes entre componentes que conforman la arquitectura, y la especificación formal de los componentes define unívocamente cada uno de ellos. Estos aspectos se describen a continuación.

3.2.1. Arquitectura del servicio

La arquitectura es la estructura estática del servicio, conformada por un conjunto de componentes que mediante su ensamblaje satisfacen la funcionalidad del servicio. Se representa mediante un diagrama de componentes, donde se destacan los componentes, las interfaces y sus conexiones. En la figura 3.5 se puede apreciar el ejemplo de la arquitectura de un servicio.

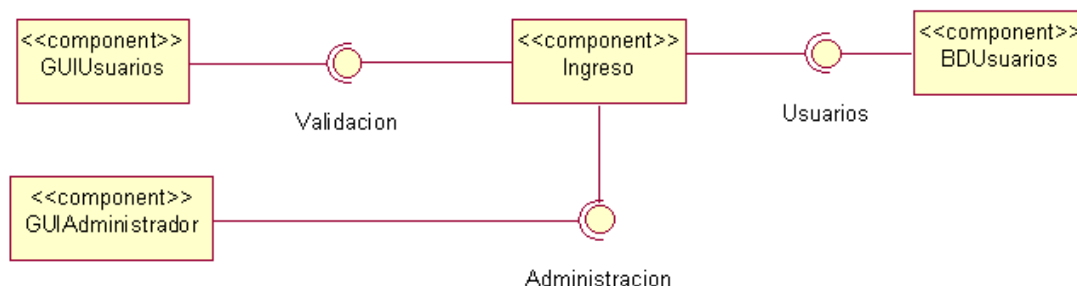


Figura 3.5. Arquitectura de un servicio

3.2.2. Interacción de componentes

Representa la parte dinámica de un servicio de telemedicina, donde los componentes definidos en la arquitectura colaboran para satisfacer los requisitos de usuario. La interacción de componentes se especifica mediante un diagrama de secuencias de mensajes, donde se describe el proceso de invocación de operaciones a través de los componentes, es decir, la lógica de coordinación o simplemente la lógica del servicio. Este diagrama de secuencias de mensajes se realiza por cada caso de uso del servicio y se complementa con una descripción textual de la interacción y la información intercambiada entre componentes. En la figura 3.6 se presenta un ejemplo de la interacción de componentes para el caso de uso iniciar sesión identificado en el plano de servicios.

3.2.3. Especificación de componentes

La especificación de componentes facilita el conocimiento de la funcionalidad y extra-funcionalidad que los componentes ofrecen y permite que estos puedan ser reutilizados en otros servicios. Los componentes se especifican mediante la descripción de su información general, interfaces, propiedades y requisitos. Estos elementos se describen a continuación.

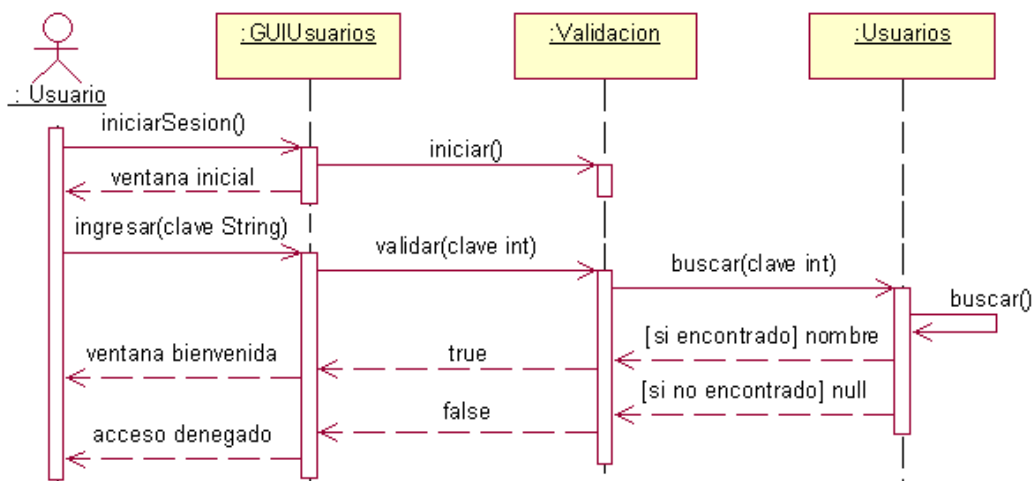


Figura 3.6. Interacción de componentes

a) *Información general*: Permite conocer las características generales de un componente, y sirve como punto de partida en la búsqueda y selección de componentes. La figura 3.7 presenta la información general de un componente.

Componente No.*: Nombre del componente

Versión: Número de versión

Fecha: Fecha de la entrega de la versión

Descripción: Breve descripción de la funcionalidad del componente

Tipo: Tipo de componente según el modelo de componentes

Ámbito: Contexto en el cual es aplicable, puede incluir una lista de los casos de uso que soporta

Interfaces Requeridas: Lista de las interfaces requeridas

Interfaces Ofrecidas: Lista de las interfaces ofrecidas

Nombre del fabricante: Nombre del fabricante

Página web: Dirección de la página web del fabricante

Contacto: Dirección de correo electrónico del fabricante

Dirección: Dirección del fabricante

Figura 3.7. Información general de un componente

b) *Interfaces*: Una interfaz es una abstracción de la funcionalidad de un componente, define las operaciones proporcionadas por el componente y los eventos producidos o recibidos. Se representa mediante una clase con la palabra clave “Interface” donde se incluye la signatura de las operaciones y eventos; y opcionalmente también se puede representar con un círculo. La signatura de las operaciones y eventos está formada por los tipos y el orden de los argumentos, así como los tipos de los valores de retorno. La figura 3.9 muestra como ejemplo tres interfaces diferentes.

También, es conveniente brindar información de la funcionalidad de cada una de las operaciones ofrecidas, como se muestra en la figura 3.8.

Interfaz: Nombre de la Interfaz

Operaciones:

<Tipo de retorno><Nombre de la operación>(<Tipo> <argumentos>)

Descripción: Descripción de la funcionalidad brindada por la operación

Figura 3.8. Información de una interfaz

En la especificación de un componente se describen las interfaces que ofrece, y las interfaces que requiere de otros componentes para su correcto funcionamiento. La relación entre un componente y sus interfaces ofrecidas es de realización, mientras que entre el componente y las interfaces requeridas es de uso.

La relación de realización entre las interfaces ofrecidas y el componente impone un contrato de componente e implica que las operaciones y eventos definidos en las interfaces deben ser implementados manteniendo los atributos, los tipos y el orden, así como los valores de retorno. La relación de uso entre el componente y las interfaces requeridas impone un contrato de interacción, donde se definen las obligaciones que debe cumplir cada uno para su correcto funcionamiento. Estos contratos se representan en un diagrama como el de la figura 3.9.

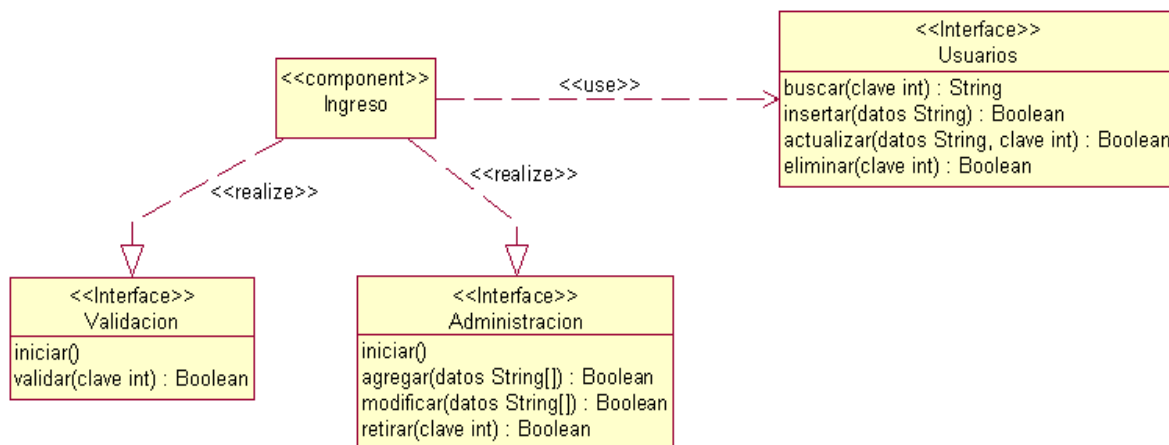


Figura 3.9. Interfaces de un componente y sus relaciones

c) *Propiedades:* Las propiedades representan las características extra-funcionales de un componente, es decir los aspectos del componente que no están directamente relacionados con su funcionalidad, como por ejemplo la calidad de servicio. Es importante decir que si los componentes que forman un servicio de telemedicina específico poseen ciertas propiedades, el servicio de telemedicina, visto como un todo, también tendrá esas propiedades. En la figura 3.10 se consignan algunas propiedades potenciales de los componentes.

Portabilidad	Robustez	Prioridad	Throughput
Interoperabilidad	Persistencia	Seguridad	Consistencia
Transaccionalidad	Capacidad	Confianza	Fiabilidad
Precisión	Disponibilidad	Latencia	

Figura 3.10. Propiedades potenciales de los componentes

Las propiedades se especifican mediante tres parámetros que son: nombre, descripción y valor, como se muestra en la figura 3.11.

Propiedad No. *: Nombre de la propiedad

Descripción: Descripción de la propiedad

Valor: Indicador de la importancia de la propiedad, puede ser alto, medio o bajo

Figura 3.11. Especificación de propiedades de un componente

d) *Requisitos:* Describen las capacidades de red y de software que el componente necesita para garantizar su correcto desempeño. La figura 3.12 presenta los requisitos de los componentes.

Requisitos de red

Ancho de banda: Capacidad mínima para comunicación de red

Protocolos de comunicación: Protocolos de transmisión

Calidad de servicio: Parámetros de QoS

Requisitos Software

Plataforma de soporte: Plataforma de componentes

Librerías: Conjunto de APIs, clases y archivos

Sistema operativo: Sistema operativo

Programas: Programas adicionales utilizados

Figura 3.12. Requisitos de los componentes

3.3. PLANO DE REALIZACIÓN

Este plano representa la estructura interna de los componentes que conforman el servicio, los cuales cumplen con un modelo de componentes específico, por lo tanto para la definición de este plano se ha tenido en cuenta el modelo de componentes EJB y su implementación J2EE como referentes para definir los tipos de componentes y las reglas que estos deben cumplir.

Este plano se describe mediante cuatro aspectos: clasificación de componentes, descripción de realización, implementación e información de despliegue. En la clasificación de componentes se dividen los componentes de acuerdo a los tipos de componentes especificados por el modelo de componentes. En la descripción de realización se especifica cual es la estructura de cada componente de acuerdo al tipo especificado. La implementación de los componentes consiste en la codificación de los componentes en un lenguaje de programación. Finalmente la especificación de despliegue hace referencia a la instalación del servicio.

3.3.1. Clasificación de componentes

Un servicio de telemedicina típicamente esta constituido por componentes web, componentes empresariales, y algunas veces, componentes clientes. Los componentes web representan la interacción de la aplicación con los usuarios, pueden ser servlets y páginas JSPs. Los componentes empresariales representan la lógica que resuelve las necesidades de un determinado dominio de aplicación, pueden ser componentes de sesión, de entidad o componentes manejados por mensajes. Los componentes cliente representan los clientes de los servicios, pueden ser clientes web o clientes de aplicación. En el anexo se encuentra más información acerca de J2EE. La información de clasificación de los componentes se muestra en la figura 3.13.

Número de componentes: número de componentes del servicio

Componentes web: lista de componentes web

Componentes empresariales:

- *Componentes de sesión:* lista de componentes de sesión
- *Componentes de entidad:* lista de componentes de entidad
- *Componentes manejados por mensajes:* lista de componentes manejados por mensajes

Componentes clientes: lista de componentes cliente.

Figura 3.13. Clasificación de los componentes

3.3.2. Descripción de realización

Consiste en especificar la estructura interna de un componente de acuerdo a su tipo, por lo tanto se definen las estructuras de las figuras 3.14 a 3.18 de acuerdo a la especificación de J2EE. Por cada componente debe registrarse la información respectiva.

<p>Componente No. *: Nombre del componente web</p> <p>Tipo: Componente web</p> <p>Páginas jsp: lista de las páginas jsp y una descripción general de cada una</p> <p>Servlets: lista de los servlets y una descripción general de cada uno</p> <p>Applets: lista de los applets y una descripción general de cada uno</p> <p>JavaBeans: lista de los javabeans y una descripción general de cada uno</p> <p>Interfaces requeridas: lista de interfaces requeridas</p> <p>Descriptores de despliegue:</p> <ul style="list-style-type: none">- <i>web.xml:</i> Descriptor estándar para componentes web- <i>jonas-web.xml:</i> Descriptor específico del framework utilizado- <i>faces-config.xml:</i> Descriptor para la tecnología JSF <p>Archivo war: nombre del archivo war del componente</p>

Figura 3.14. Descripción de realización de un componente web

<p>Componente No. *: Nombre del componente</p> <p>Tipo: Componente EJB manejado por mensajes</p> <p>Implementación: nombre del archivo fuente de la implementación del componente</p> <ul style="list-style-type: none">- <i>ComponenteBean.java</i> <p>Descriptores de despliegue:</p> <ul style="list-style-type: none">- <i>componente-ejb-jar.xml:</i> Descriptor estándar para componentes ejb- <i>componente-jonas-ejb-jar.xml:</i> Descriptor específico de la plataforma

Figura 3.15. Descripción de realización de un componente empresarial manejado por mensajes

<p>Componente No. *: nombre del componente</p> <p>Tipo: Componente EJB de sesión</p> <p>Interfaces ofrecidas: archivos fuente de la interfaz Home, local o remota del componente</p> <ul style="list-style-type: none">- <i>ComponenteHome.java</i>- <i>Componente.java</i> <p>Implementación: nombre del archivo fuente de la implementación de las interfaces</p> <ul style="list-style-type: none">- <i>ComponenteBean.java</i> <p>Intefaces requeridas: lista de interfaces requeridas por el componente</p> <ul style="list-style-type: none">- <i>ComponenteHome.java</i>- <i>Componente.java</i> <p>Descriptores de despliegue:</p> <ul style="list-style-type: none">- <i>componente-ejb-jar.xml, componente-jonas-ejb-jar.xml</i> <p>Archivo jar: nombre del archivo jar del componente</p>

Figura 3.16. Descripción de realización de un componente empresarial de sesión

<p>Componente No. *: Nombre del componente</p> <p>Tipo: Componente EJB de entidad</p> <p>Interfaces ofrecidas: archivos fuente de la interfaz Home, local o remota del componente</p> <ul style="list-style-type: none">- <i>ComponenteHome.java</i>- <i>Componente.java</i> <p>Implementación: nombre del archivo fuente de la implementación de las interfaces</p> <ul style="list-style-type: none">- <i>ComponenteBean.java</i> <p>Descriptores de despliegue:</p> <ul style="list-style-type: none">- <i>componente-ejb-jar.xml, componente-jonas-ejb-jar.xml</i> <p>Archivo jar: nombre del archivo jar del componente</p>

Figura 3.17. Descripción de realización de un componente empresarial de entidad

<p>Componente No. *: <i>Nombre del componente</i></p> <p>Tipo: <i>Componente cliente</i></p> <p>Implementación: <i>nombre del archivo fuente de la implementación del componente</i></p> <ul style="list-style-type: none">- <i>ComponenteClient.java.</i> <p>Descriptores de despliegue:</p> <ul style="list-style-type: none">- <i>componente-client-jonas-jar.xml: Descriptor específico de la plataforma</i>
--

Figura 3.18. Descripción de realización de un componente cliente

3.3.3. Implementación de los componentes

Consiste en la generación del código de cada uno de los componentes en un lenguaje de programación específico, con el fin de crear las operaciones ofrecidas por el componente. Los archivos fuente, compilados y empaquetados del componente pueden organizarse según el criterio del desarrollador del servicio. El resultado debe ser un archivo empaquetado del componente que pueda ser desplegado, en el anexo se encuentra la descripción de los tipos de archivos disponibles para el empaquetamiento de componentes.

3.3.4. Especificación de despliegue

El despliegue de un servicio consiste en ponerlo a disposición de los usuarios e implica instalar los componentes que conforman el servicio en el framework de componentes. De acuerdo a esto, la especificación de despliegue consiste en consignar la información de instalación de los componentes que conforman el servicio. Se realiza con el fin de llevar un registro de la liberación a los usuarios de un servicio. La figura 3.19 muestra la especificación de despliegue de un servicio.

<p><i>Servicio:</i> Nombre del servicio</p> <p><i>Descripción:</i> Descripción del servicio</p> <p><i>Componentes utilizados:</i> Lista de componentes utilizados</p> <p><i>Descriptor de despliegue:</i> Descriptor que relaciona los componentes del servicio</p> <p><i>Archivo ear:</i> Nombre del archivo de aplicación</p> <p><i>Máquinas o PCs que alojan los componentes:</i></p> <p><i>Máquina 1:</i> ubicación (dirección IP) – componentes (com 1, com 2)</p> <p><i>Máquina 2:</i> ubicación (dirección IP) – componentes (com 1, com 2)</p> <p><i>Fecha de instalación:</i> Fecha de despliegue</p>

Figura 3.19. Especificación de despliegue de un servicio

3.4. PLANO DE SOPORTE

Este plano define el framework de componentes que soporta un servicio de telemedicina. Un framework de componentes provee los servicios y la funcionalidad necesaria para soportar y cumplir con un modelo de componentes específico, gestiona los recursos compartidos por los componentes y suministra los mecanismos subyacentes que habilitan su interacción. Los frameworks de componentes son vistos como servidores de aplicaciones que actúan directamente sobre los componentes para gestionar su ciclo de vida, permitiendo iniciar, suspender, reanudar o remover un componente. Además son especializados para soportar un limitado rango de tipos de componentes, y así garantizar ciertos atributos de calidad para los componentes.

El aspecto a especificar en este plano es el framework de componentes que da soporte al servicio de telemedicina. La figura 3.20 presenta la especificación de la plataforma de componentes de un servicio.

<p>Plataforma: Nombre de la plataforma de componentes</p> <p>Descripción: Descripción de la plataforma</p> <p>Fabricante: Nombre del fabricante</p> <p>Licencia: Tipo de licencia</p> <p>Modelo de componentes base: Modelo de componentes</p> <p>Servicios de soporte: Lista de los servicios de soporte que ofrece la plataforma</p> <p>Protocolos de comunicación: Protocolos que soporta</p> <p>Requisitos de sistema: Requisitos de hardware, software, sistema operativo, otros</p> <p>Características adicionales: Características adicionales</p>
--

Figura 3.20. Especificación de la plataforma de componentes

3.5. METODOLOGÍA DE APLICACIÓN DEL MODELO

El modelo de creación de servicios de telemedicina debe ser aplicado siguiendo una metodología en espiral. Es decir, un servicio de telemedicina particular se crea a partir de iteraciones e incrementos funcionales; por ejemplo, en la primera iteración se aplican los planos de servicios, de componentes, de realización y de soporte, con el fin de obtener el prototipo funcional del servicio; luego, en siguientes iteraciones se amplía la funcionalidad del servicio hasta completar completamente los requisitos de servicio y lograr la total satisfacción de los usuarios y clientes.

El modelo de creación de servicios contempla la utilización de componentes para formar los servicios de telemedicina, esto implica dos enfoques de creación diferentes. El primero es la creación de servicios a partir de componentes previamente desarrollados, lo que se conoce como un enfoque basado en componentes; y el segundo es la creación de servicios con componentes que deben ser desarrollados, esto se conoce como un enfoque orientado a componentes.

Dependiendo si un servicio de telemedicina va a ser creado a partir de componentes previamente construidos, o si la creación del servicio involucra la creación de los componentes, el modelo debe ser aplicado de forma diferente, lo que no implica que deje de ser iterativo e incremental. Para el caso de la creación de un servicio basada en componentes debe aplicarse el modelo de acuerdo al diagrama mostrado en la figura 3.21, mientras que para el caso de la creación de un servicio orientada a componentes debe aplicarse el diagrama de la figura 3.22. Estos dos enfoques de creación se describen a continuación.

3.5.1. Creación basada en componentes

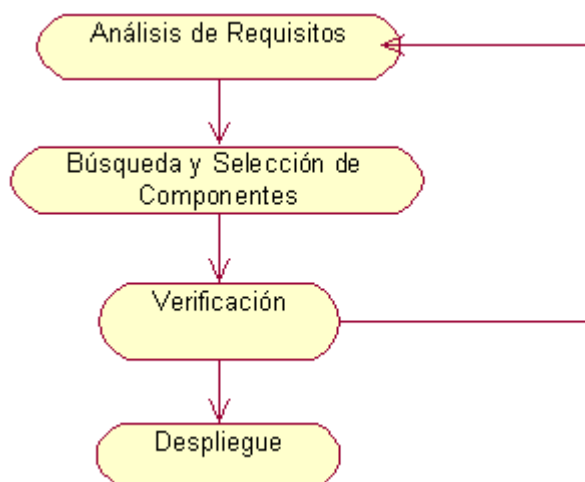


Figura 3.21. Enfoque de creación basado en componentes

Análisis de requisitos: Se identifican los requisitos del servicio, que representan la funcionalidad que el servicio debe ofrecer a los usuarios. Para esta actividad se aplica el plano de servicios.

Búsqueda y selección de componentes: Se identifican los componentes que opcionalmente puedan brindar la funcionalidad requerida por el servicio. La búsqueda se lleva a cabo en los repositorios de componentes y la selección se realiza mediante la confrontación de la información

de funcionalidad determinada en la actividad anterior con la información de especificación de los componentes candidatos dada por el plano de componentes.

Verificación: Se determina si los componentes seleccionados en la actividad anterior satisfacen de forma óptima la funcionalidad del servicio requerida, para esta actividad se utiliza la información de interacción de componentes y la especificación de componentes del plano de componentes.

Despliegue: Consiste en poner a disposición el servicio creado, se realiza instalando los componentes en la plataforma de soporte. Para esta actividad se aplica el plano de soporte.

3.5.2. Creación orientada a componentes

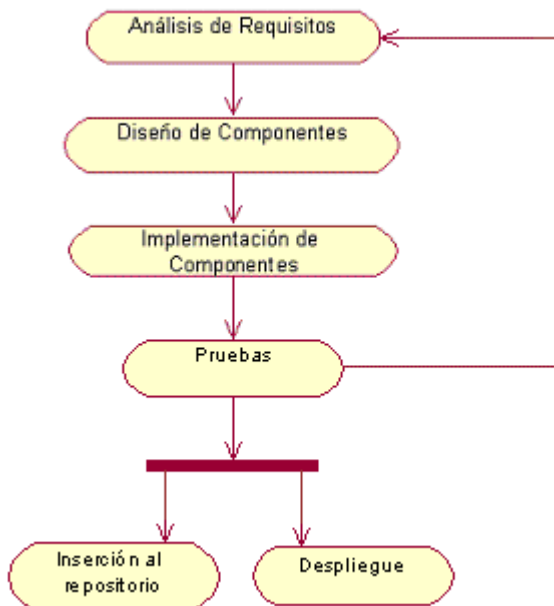


Figura 3.22. Enfoque de creación orientado a componentes

Análisis de requisitos: Se identifican los requisitos del servicio, que representan la funcionalidad que el servicio debe ofrecer a los usuarios. Para esta actividad se aplica el plano de servicios.

Diseño de componentes: Consiste en la identificación de los componentes que darán soporte al servicio. Para esta actividad se aplica el plano de componentes.

Implementación de componentes: Consiste realizar la codificación y empaquetamiento de los componentes. Para esta actividad se aplica el plano de realización.

Pruebas: Se realizan las pruebas necesarias para determinar si la funcionalidad que ofrecen los componentes es acorde con los requisitos del servicio. En esta actividad se utiliza el plano de servicios y el plano de componentes.

Inserción al repositorio: Los componentes se almacenan en el repositorio con el fin de ser utilizados posteriormente para la creación de nuevos servicios.

Despliegue: Consiste en poner a disposición el servicio creado, se realiza instalando los componentes en la plataforma de soporte. Para esta actividad se aplica el plano de soporte.

4. SERVICIO DE VISUALIZACIÓN DE IMÁGENES MÉDICAS TRIDIMENSIONALES

Este capítulo ilustra la aplicación del modelo de creación de servicios de telemedicina en la concepción, desarrollo, implementación y documentación de un servicio de visualización de imágenes médicas tridimensionales. Tiene como objetivo servir de caso de estudio para identificar y profundizar en los aspectos y elementos definidos en el modelo de creación de servicios de telemedicina. Este prototipo tiene un enfoque de creación orientada a componentes y se describe de acuerdo a los cuatro planos del modelo de creación de servicios definido en el capítulo anterior.

4.1. PLANO DE SERVICIOS

4.1.1. Caracterización del servicio de telemedicina

a) Información general del servicio de telemedicina:

Servicio: Visualización de imágenes médicas tridimensionales.

Objetivo: Servir como herramienta de soporte en la educación de profesionales de la salud.

Actores: Médicos, estudiantes.

Descripción:

- Este servicio puede ser utilizado por médicos o estudiantes registrados con anterioridad.
- El servicio permite la visualización de imágenes tridimensionales desde archivos almacenados en repositorios conocidos.
- El servicio puede ser utilizado a través de la web.

- El servicio ofrece capacidades de manipulación de las imágenes como rotación, traslación y acercamiento, y se realiza mediante el mouse del PC.

Gráfico: En la figura 4.1. se observa la interfaz gráfica del servicio, donde se muestra una imagen tridimensional de los huesos del pie la cual puede ser manipulada mediante el mouse del PC.

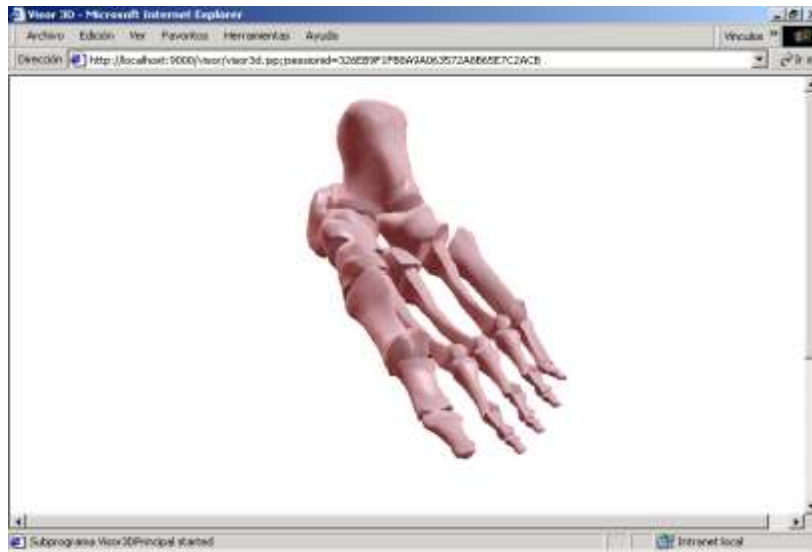


Figura 4.1. Ejemplo de la visualización de los huesos del pie

b) Diagrama de casos de uso:

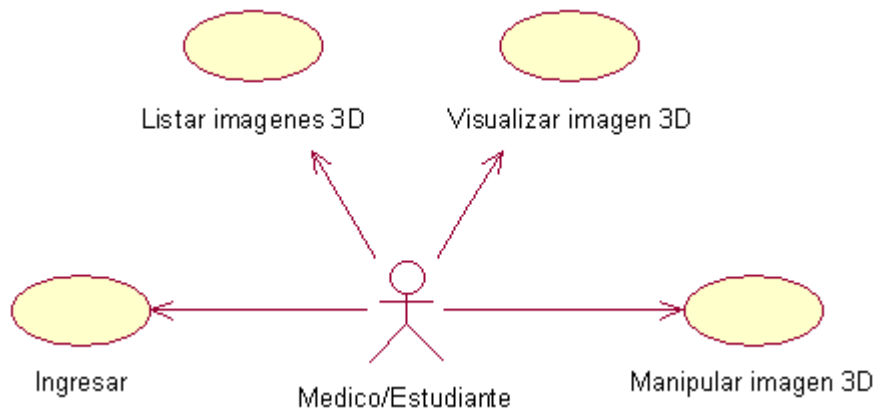


Figura 4.2. Diagrama de casos de uso

c) Descripción de casos de uso:

Caso de uso No. 1: Ingresar.

Objetivo: Permitir el acceso al servicio a los usuarios autorizados.

Descripción funcional:

- El usuario accede a una pagina web de ingreso, donde se solicita un nombre de usuario y una contraseña.
- El usuario suministra su nombre de usuario y su contraseña y solicita la validación de sus datos.
- La aplicación verifica si el usuario esta registrado en el servicio, de ser así se permite su ingreso o de lo contrario se niega el acceso.

Descripción extra-funcional:

- Debe utilizarse un mecanismo de cifrado para la transmisión de los datos.

Caso de uso No. 2: Listar imágenes 3D.

Objetivo: Conocer las imágenes tridimensionales disponibles que pueden ser cargadas para su visualización y manipulación, es necesario precisar el nombre del archivo 3D, una descripción general y una imagen.

Descripción funcional:

- El usuario solicita desde una página web el despliegue, en forma de lista o tabla, de los archivos 3D disponibles.
- La aplicación realiza la consulta de la información de los archivos almacenada en una base de datos.
- La aplicación muestra una nueva página con información acerca de los archivos disponibles: nombre, descripción e imagen.

Descripción extra-funcional:

Es necesario obtener información acerca de la ubicación exacta de los archivos 3D a cargar (URL, nombre JNDI, etc.).

Caso de uso No. 3: Visualizar imagen 3D.

Objetivo: Visualizar una imagen tridimensional.

Descripción funcional:

- El usuario selecciona la imagen 3D a visualizar.
- La aplicación localiza el archivo seleccionado y se incluye en un ambiente tridimensional.
- La aplicación despliega el ambiente tridimensional en una página web.

Descripción extra-funcional:

Los archivos 3D deben estar almacenados en un repositorio de archivos.

Caso de uso No. 4: Manipular imagen 3D.

Objetivo: Permitir la rotación, traslación y acercamiento de las imágenes 3D mediante el mouse del PC.

Descripción funcional:

- El usuario modifica las propiedades de la imagen 3D dentro del ambiente tridimensional, como orientación, posición y escala.
- La rotación de la imagen se realiza por medio del botón izquierdo del mouse.
- La traslación de la imagen se realiza por medio del botón derecho del mouse.
- El acercamiento de la imagen se realiza por medio del botón central del mouse.
- La aplicación gestiona los cambios.
- La aplicación actualiza el ambiente tridimensional.

Descripción extra-funcional:

- La actualización debe realizarse en tiempo real.

4.1.2. Calidad de servicio del servicio

Los atributos de calidad de servicio que se consideran para este servicio son los siguientes:

- Disponibilidad: 99%.
- Confianza: alta por ser un servicio de educación.

- Latencia: 10 segundos.
- Prioridad: media.
- Seguridad: se realiza control de acceso al servicio.

4.2. PLANO DE COMPONENTES

Los componentes identificados para dar soporte al servicio son:

- Visor3D: Componente de presentación que posee capacidades para la visualización y manipulación de imágenes tridimensionales.
- Validación: Componente de validación para la autenticación de los usuarios.
- Visualización: Componente que permite obtener información de los archivos 3D disponibles para visualización.
- Estudiante: Componente de persistencia de los datos de los usuarios con perfil de estudiante registrados.
- Medico: Componente de persistencia de los datos de los usuarios con perfil de médico registrados.
- Archivo3d: Componente de persistencia de la información de los archivos 3D disponibles.

4.2.1. Arquitectura del servicio

La arquitectura del servicio conformada a partir de los componentes identificados se muestra en la figura 4.3. Los componentes se describen a continuación.

Visor3D: Componente web, ofrece las páginas web necesarias para el ingreso de un usuario, y la selección y visualización de imágenes tridimensionales.

Validación: Componente de sesión, realiza la lógica correspondiente a la autenticación de usuarios.

Visualización: Componente de sesión, recupera la información de los archivos 3D disponibles.

Estudiante: Gestiona la persistencia de los datos correspondientes a los usuarios estudiantes.

Medico: Gestiona la persistencia de los datos correspondientes a los usuarios médicos.

Archivo3d: Gestiona la persistencia de la información de los archivos 3D disponibles.

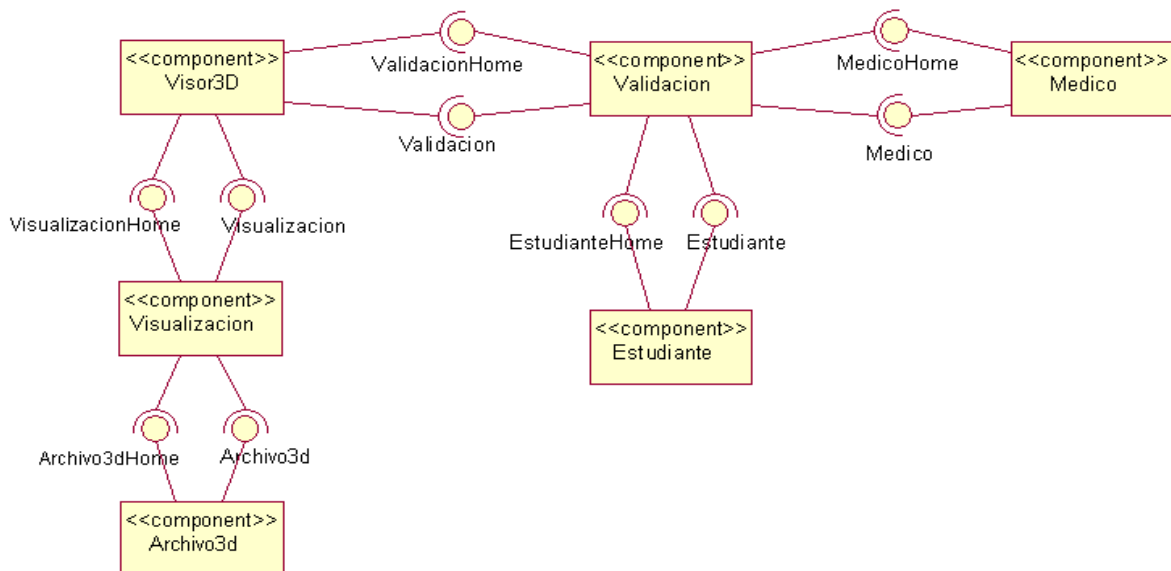


Figura 4.3. Arquitectura del servicio

4.2.2. Interacción de componentes

La funcionalidad del servicio, especificada para cada caso de uso, se determina mediante la interacción de sus componentes como se muestra en las figuras 4.4, 4.5, 4.6 y 4.7.

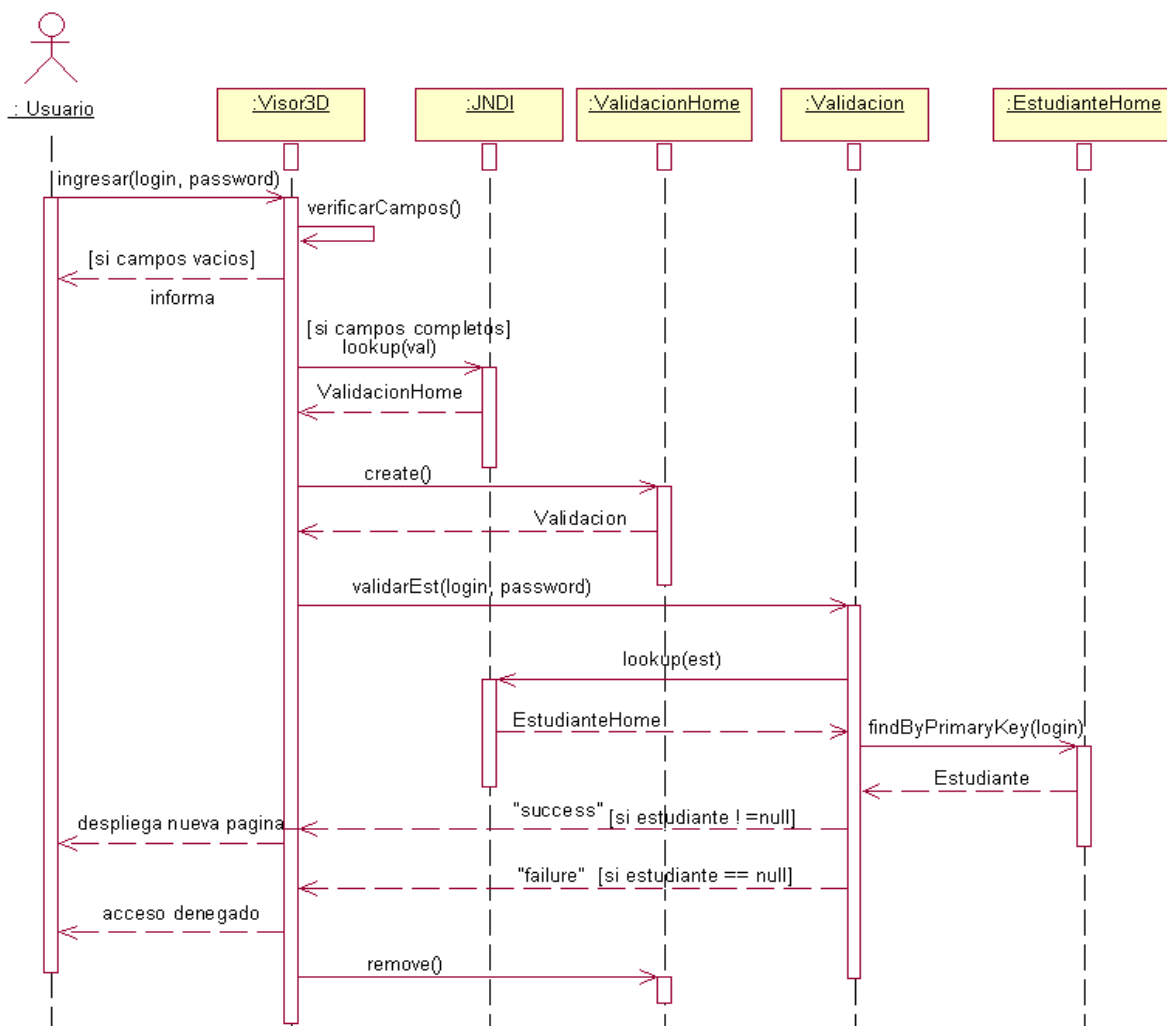


Figura 4.4. Interacción de componentes para el caso de uso ingresar

Descripción: Al usuario se le presenta una página de ingreso donde se solicita su nombre de usuario, contraseña, y perfil del usuario (médico o estudiante). Cuando el usuario solicita el ingreso, y suministra adecuadamente los datos se obtiene la referencia a la interfaz ValidaciónHome a través de JNDI. Utilizando la operación create de ValidaciónHome se obtiene la interfaz Validación, a la cual se le solicita validar un usuario mediante las operaciones validarMed y validarEst según el perfil; los parámetros de estas operaciones son el nombre de usuario y la contraseña, de tipo String. En esta operación se obtiene la interfaz Home del

componente Médico o Estudiante. Luego se utiliza la operación findByPrimaryKey para determinar si el nombre de usuario suministrado existe, de ser así se comprueba que la contraseña suministrada sea la correcta. Si el nombre de usuario y la contraseña son correctos, la operación validarMed o ValidarEst retornan el String “success” y de lo contrario “failure”. Finalmente el componente Visor3D le informa al usuario si ha sido validado desplegándole la página de inicio del servicio o de lo contrario se despliega un mensaje de información.

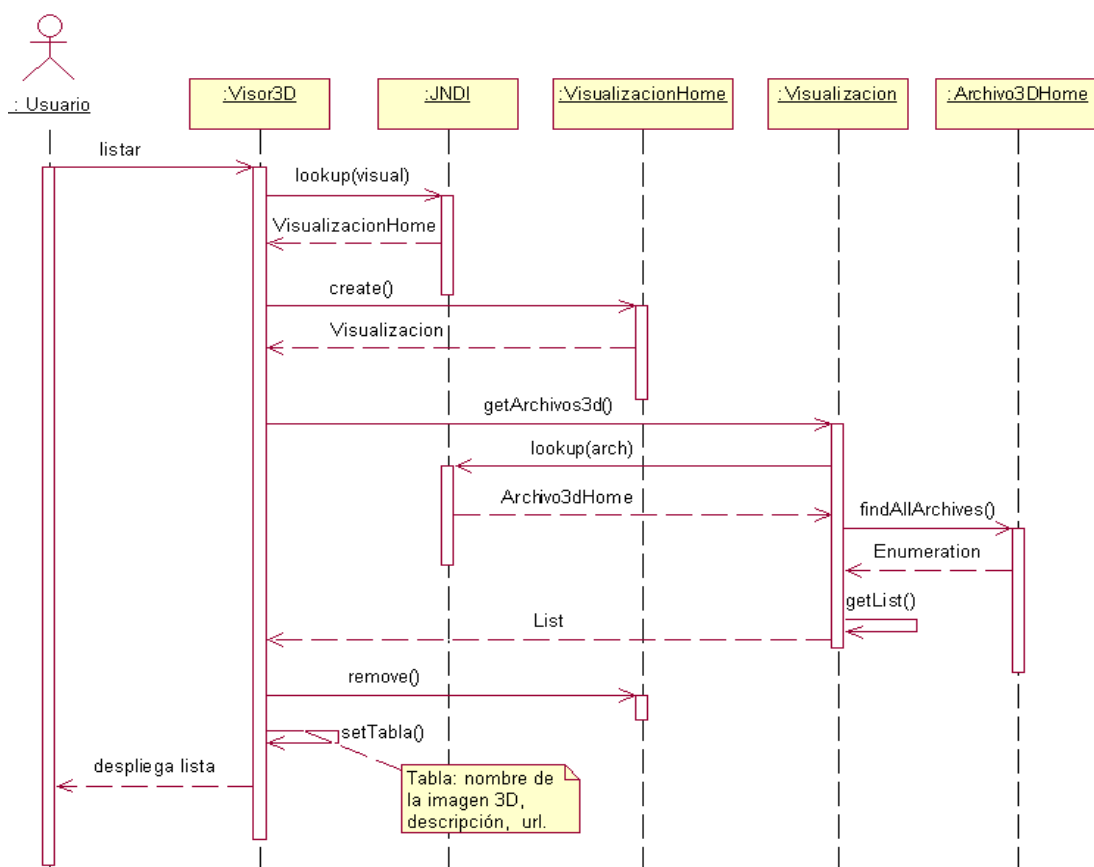


Figura 4.5. Interacción de componentes para el caso de uso listar imágenes 3D

Descripción: La página principal ofrece la capacidad de ver la lista de imágenes tridimensionales disponibles, si el usuario realiza esta petición el componente Visor3D contacta JNDI para obtener la referencia de la interfaz VisualizaciónHome y mediante la operación create crear la interfaz

Visualización. Para obtener la lista de archivos 3d disponibles, se utiliza la operación `getArchivos` de esta interfaz. La información de estos archivos es recuperada mediante la operación `findAllArchives` de la interfaz `VisualizaciónHome` en forma de un objeto `Enumeration`, que representa una colección de interfaces `Archivo3D`. El componente visualización cambia el objeto `Enumeration` a un objeto `Lista` el cual es retornado a `Visor3D` para que sea desplegado en la página web de selección.

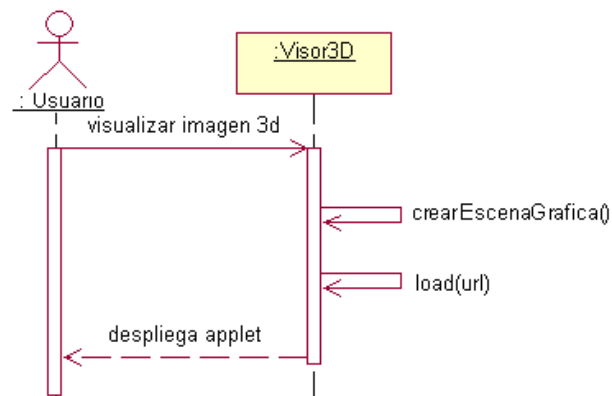


Figura 4.6. Interacción de componentes para el caso de uso visualizar imagen 3D

Descripción: Cuando el usuario selecciona una imagen a visualizar, el componente `Visor3D` inicia un applet de Java el cual crea los elementos necesarios para formar un ambiente tridimensional, también se carga el archivo 3d a partir de la url del mismo. El applet se descarga y ejecuta en el navegador del PC del usuario.

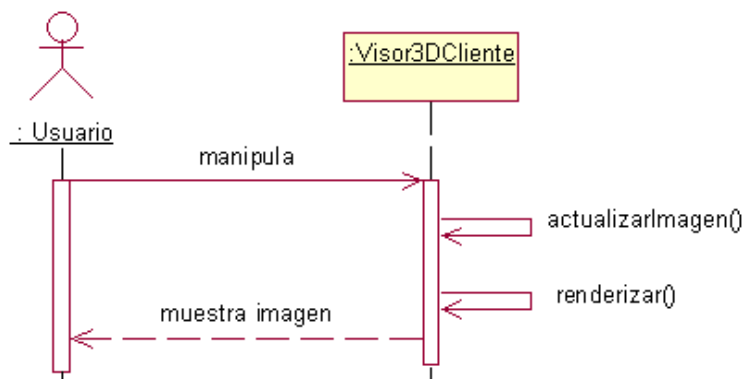


Figura 4.7. Interacción de componentes para el caso de uso manipular imagen 3D

Descripción: La manipulación de la imagen tridimensional, realizada por el usuario mediante el mouse del PC, es gestionada por el applet y objetos auxiliares. Se gestiona rotación, traslación y acercamiento de la imagen tridimensional.

4.2.3. Especificación de componentes

Componente No. 1: *Visor3D.*

a) Información general:

Versión: 1.2.

Fecha: 21 de Julio de 2004.

Descripción: Es un componente de presentación que ofrece las páginas web necesarias para la interacción de los usuarios con el servicio.

Tipo: Componente web.

Ámbito: Educación en anatomía humana.

Interfaces Requeridas:

- ValidacionHome.
- Validación.
- VisualizacionHome.
- Visualización.
- Archivo3d.

Interfaces Ofrecidas: Ninguna.

Licencia: Open Source.

Nombre del fabricante: Claudia Milena Hernández, Carlos Hernán Tobar.

Página web: www.unicauca.edu.co/~claudiah, www.unicauca.edu.co/~carlost

Contacto: claudiah@unicauca.edu.co, carlost@unicauca.edu.co

Dirección: FIET – Unicauca.

b) Interfaces:

Interfaces ofrecidas: Ninguna.

Interfaces requeridas:

Las interfaces requeridas del componente se muestran en la figura 4.8.

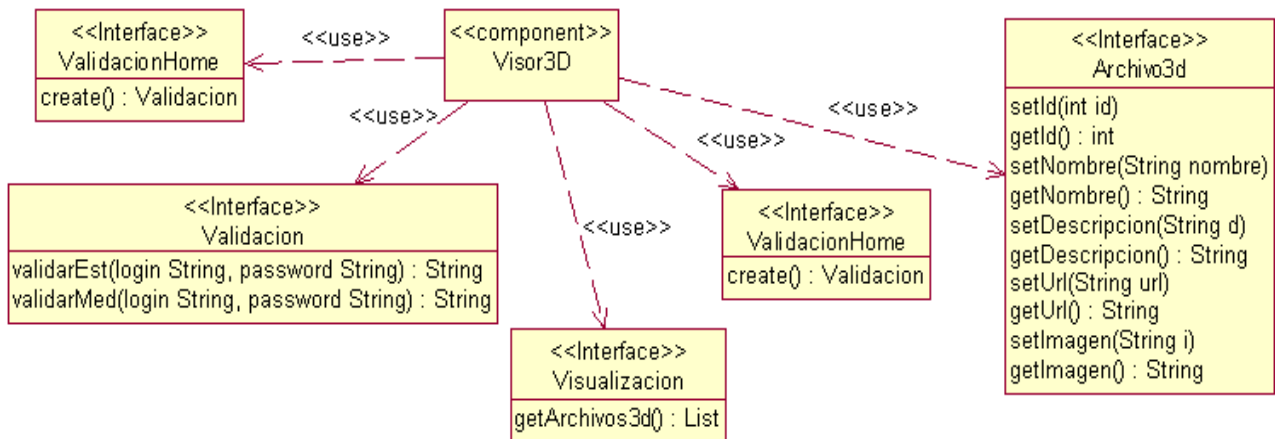


Figura 4.8. Interfaces requeridas por el componente Visor3D

c) Propiedades:

Propiedad No. 1: Portabilidad.

Descripción: El componente está realizado en Java y por lo tanto puede ser utilizado en cualquier sistema operativo que tenga la máquina virtual de Java.

Valor: Alto.

Propiedad No. 2: Interoperabilidad.

Descripción: El componente interopera con componentes Corba.

Valor: Alto.

Propiedad No. 3: Seguridad.

Descripción:

- El componente oculta el password del usuario y envía la información de forma cifrada.
- El applet mantiene las restricciones de seguridad definidas para este tipo de recurso.

Valor: Alto.

d) Requisitos:

Requisitos de red

Ancho de banda: Mínimo 10 Kbps.

Protocolos de comunicación: HTTP, IP.

Calidad de servicio: Soporte para transmisión segura.

Requisitos Software

Plataforma de soporte: Servidor J2EE.

Librerías: Java3D, VRML 97.

Sistema operativo: Independiente.

Programas: Direct X y Plugin Java3D en el PC del cliente.

Componente No. 2: Validación.

a) Información general:

Versión: 1.7.

Fecha: 24 de Julio de 2004.

Descripción: Es un componente que realiza la lógica correspondiente a la autenticación de usuarios.

Tipo: Componente de sesión.

Ámbito: Validación de usuarios, se realiza mediante un nombre de usuario y una contraseña.

Interfaces Requeridas:

- EstudianteHome.
- Estudiante.
- MedicoHome.
- Medico.

Interfaces Ofrecidas:

- ValidacionHome.
- Validación.

Licencia: Open Source.

Nombre del fabricante: Claudia Milena Hernández, Carlos Hernán Tobar.

Pagina web: www.unicauca.edu.co/~claudiah, www.unicauca.edu.co/~carlost

Contacto: claudiah@unicauca.edu.co, carlost@unicauca.edu.co

Dirección: FIET – Unicauca.

b) Interfaces:

Las interfaces que ofrece el componente son:

Interfaz No. 1: ValidacionHome.

Operaciones:

- Validación create(): Esta operación crea la interfaz Validación.

Interfaz No. 2: Validación.

Operaciones:

- String validarEst(String login, String password): Esta operación verifica si el login y el password suministrados corresponden a un estudiante que se encuentra registrado. Si se encuentra el usuario el valor de retorno es “success”, de lo contrario se retorna “failure”.

- String validarMed(String login, String password): Esta operación verifica si el login y el password suministrados corresponden a un estudiante que se encuentra registrado. Si se encuentra el usuario el valor de retorno es “success”, de lo contrario se retorna “failure”.

Las interfaces ofrecidas y requeridas se muestran en la figura 4.9.

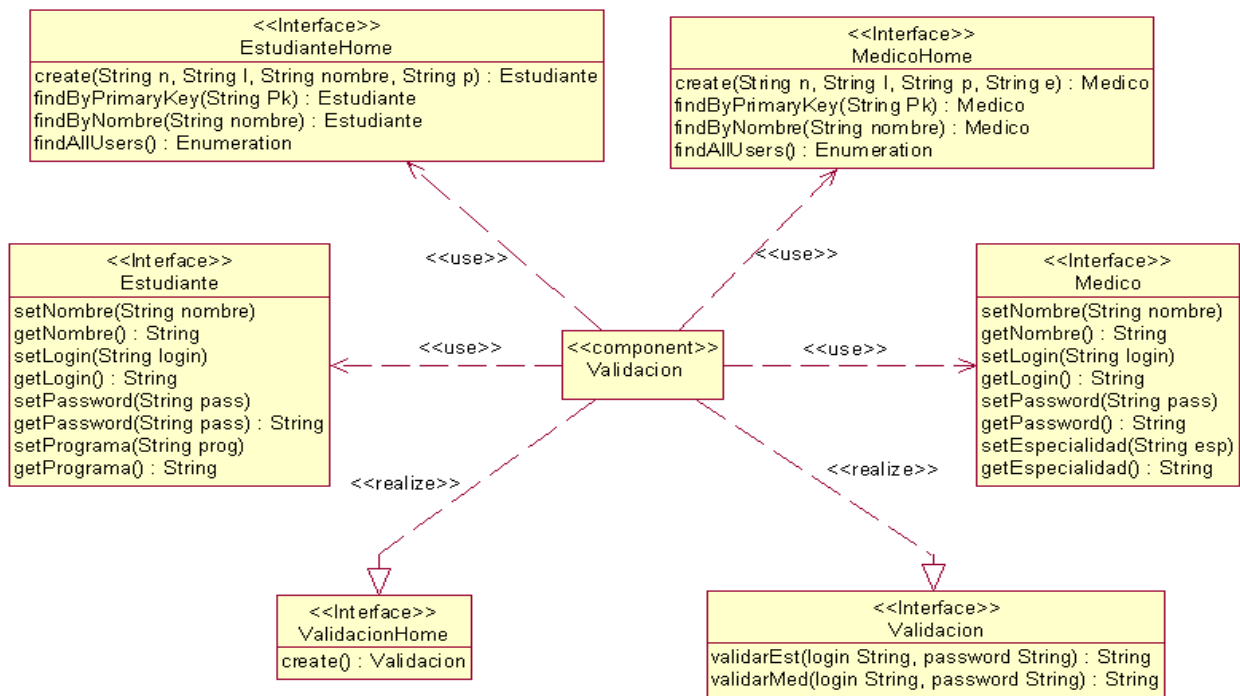


Figura 4.9. Interfaces del componente Validación

c) *Propiedades:*

Propiedad No. 1: Portabilidad.

Descripción: El componente esta realizado en Java y por lo tanto puede ser utilizado en cualquier sistema operativo que tenga la máquina virtual de Java.

Valor: Alto.

Propiedad No. 2: Interoperabilidad.

Descripción: El componente interopera con componentes Corba.

Valor: Alto.

d) Requisitos:

Requisitos de red

Ancho de banda: Indiferente

Protocolos de comunicación: RMI, RMI/IIOP.

Calidad de servicio: Indiferente.

Requisitos Software

Plataforma de soporte: Servidor J2EE.

Librerías: Ninguna.

Sistema operativo: Independiente.

Programas: Ninguno.

Componente No. 3: Visualización.

a) Información general:

Versión: 1.9.

Fecha: 25 de Julio de 2004.

Descripción: Recupera la información de los archivos 3D disponibles.

Tipo: Componente de sesión.

Ámbito: Presentación de datos dinámicamente en forma de lista o tabla.

Interfaces Requeridas:

- Archivo3dHome.

- Archivo3d.

Interfaces Ofrecidas:

- VisualizacionHome.
- Visualización.

Licencia: Open Source.

Nombre del fabricante: Claudia Milena Hernández, Carlos Hernán Tobar.

Página web: www.unicauca.edu.co/~claudiah, www.unicauca.edu.co/~carlost

Contacto: claudiah@unicauca.edu.co, carlost@unicauca.edu.co

Dirección: FIET – Unicauca.

b) Interfaces:

Las interfaces que ofrece el componente son:

Interfaz No. 1: VisualizacionHome.

Operaciones:

- Visualización create(): Esta operación crea la interfaz Visualización.

Interfaz No. 2: Visualización.

Operaciones:

- List getArchivos3d(): Esta operación retorna un objeto del tipo List con el conjunto de las interfaces del componente Archivo3d asociadas a cada imagen tridimensional.

Las interfaces ofrecidas y requeridas se muestran en la figura 4.10.

c) Propiedades:

Propiedad No. 1: Portabilidad.

Descripción: El componente está realizado en Java y por lo tanto puede ser utilizado en cualquier sistema operativo que tenga la máquina virtual de Java.

Valor: Alto.

Propiedad No. 2: Interoperabilidad.

Descripción: El componente interopera con componentes Corba.

Valor: Alto.

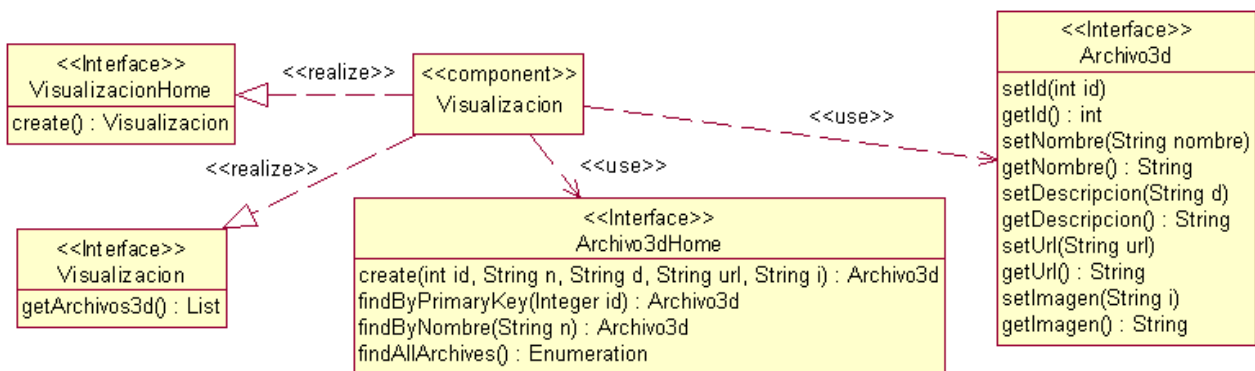


Figura 4.10. Interfaces del componente Visualización

d) Requisitos:

Requisitos de red

Ancho de banda: Indiferente.

Protocolos de comunicación: RMI, RMI/IIOP.

Calidad de servicio: Indiferente.

Requisitos Software

Plataforma de soporte: Servidor J2EE.

Librerías: Ninguna.

Sistema operativo: Independiente.

Programas: Ninguno.

Componente No. 4: Estudiante.

a) Información general:

Versión: 1.4.

Fecha: 24 de Julio de 2004.

Descripción: Es un componente de persistencia de los datos de los estudiantes registrados.

Tipo: Componente de entidad.

Ámbito: Almacenamiento, recuperación, actualización y eliminación de información de estudiantes registrados.

Interfaces Requeridas: Ninguna.

Interfaces Ofrecidas:

- EstudianteHome.
- Estudiante.

Licencia: Open Source.

Nombre del fabricante: Claudia Milena Hernández, Carlos Hernán Tobar.

Página web: www.unicauca.edu.co/~claudiah, www.unicauca.edu.co/~carlost

Contacto: claudiah@unicauca.edu.co, carlost@unicauca.edu.co

Dirección: FIET – Unicauca.

b) Interfaces:

Las interfaces que ofrece el componente son:

Interfaz No. 1: EstudianteHome.

Operaciones:

- Estudiante create(String nombre, String login, String password, String programa): Esta operación crea la interfaz Estudiante, y almacena los datos suministrados en una tabla llamada estudiantes en una base de datos relacional.
- Estudiante findByPrimaryKey(String pk): Retorna la interfaz Estudiante de acuerdo a la clave primaria, en este caso el login de usuario.
- Estudiante findByNombre(String nombre): Retorna la interfaz Estudiante de acuerdo al nombre suministrado.
- Enumeration findAllUsers(): Retorna todos los estudiantes registrados.

Interfaz No. 2: Estudiante.**Operaciones:**

- void setNombre(String nombre): Almacena el atributo suministrado en la columna nombre de la tabla estudiantes.
- String getNombre(): Recupera el valor de la columna nombre de un estudiante.
- void setLogin(String login): Almacena el atributo suministrado en la columna login de la tabla estudiantes.
- String getLogin(): Recupera el valor de la columna login de un estudiante.
- void setPassword(String password): Almacena el atributo suministrado en la columna password de la tabla estudiantes.
- String getPassword(): Recupera el valor de la columna password de un estudiante.
- void setPrograma(String programa): Almacena el atributo suministrado en la columna programa de la tabla estudiantes.
- String getPrograma(): Recupera el valor de la columna programa de un estudiante.

Las interfaces ofrecidas se muestran en la figura 4.11.

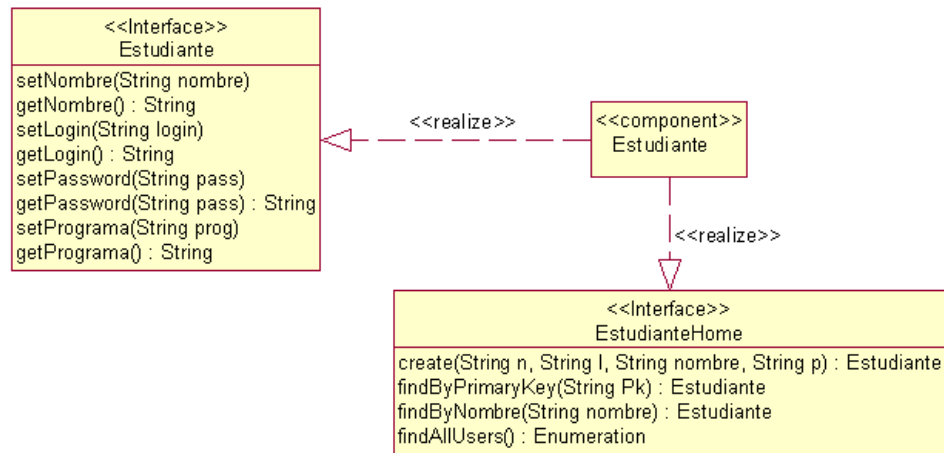


Figura 4.11. Interfaces del componente Estudiante

c) *Propiedades:*

Propiedad No. 1: Portabilidad.

Descripción: El componente está realizado en Java y por lo tanto puede ser utilizado en cualquier sistema operativo que tenga la máquina virtual de Java.

Valor: Alto.

Propiedad No. 2: Interoperabilidad.

Descripción: El componente interopera con componentes Corba.

Valor: Alto.

Propiedad No. 3: Persistencia.

Descripción: El componente garantiza la persistencia de la información de los estudiantes.

Valor: Alto.

Propiedad No. 4: Transaccionalidad.

Descripción: El componente garantiza la integridad de la información en la realización de las operaciones.

Valor: Alto.

d) Requisitos:

Requisitos de red

Ancho de banda: Indiferente.

Protocolos de comunicación: RMI, RMI/IIOP.

Calidad de servicio: Indiferente.

Requisitos Software

Plataforma de soporte: Servidor J2EE.

Librerías: Driver JDBC.

Sistema operativo: Independiente.

Programas: MySQL.

Componente No. 5: Medico.

a) Información general:

Versión: 1.4.

Fecha: 24 de Julio de 2004.

Descripción: Es un componente de persistencia de los datos de los médicos registrados.

Tipo: Componente de entidad.

Ámbito: Almacenamiento, recuperación, actualización y eliminación de información de médicos registrados.

Interfaces Requeridas: Ninguna.

Interfaces Ofrecidas:

- MedicoHome.
- Medico.

Licencia: Open Source.

Nombre del fabricante: Claudia Milena Hernández, Carlos Hernán Tobar.

Pagina web: www.unicauca.edu.co/~claudiah, www.unicauca.edu.co/~carlost

Contacto: claudiah@unicauca.edu.co, carlost@unicauca.edu.co

Dirección: FIET – Unicauca.

b) Interfaces:

Las interfaces que ofrece el componente son:

Interfaz No. 1: MedicoHome.**Operaciones:**

- Medico create(String nombre, String login, String password, String especialidad): Esta operación crea la interfaz Medico, y almacena los datos suministrados en una tabla llamada medicos en una base de datos relacional.
- Medico findByPrimaryKey(String pk): Retorna la interfaz Medico de acuerdo a la clave primaria, en este caso el login de usuario.
- Medico findByNombre(String nombre): Retorna la interfaz Medico de acuerdo al nombre suministrado.
- Enumeration finAllUsers(): Retorna todos los medicos registrados.

Interfaz No. 2: Medico.**Operaciones:**

- void setNombre(String nombre): Almacena el atributo suministrado en la columna nombre de la tabla medicos.
- String getNombre(): Recupera el valor de la columna nombre de un medico.

- void setLogin(String login): Almacena el atributo suministrado en la columna login de la tabla medicos.
- String getLogin(): Recupera el valor de la columna login de un medico.
- void setPassword(String password): Almacena el atributo suministrado en la columna password de la tabla medicos.
- String getPassword(): Recupera el valor de la columna password de un medico.
- void setEspecialidad(String especialidad): Almacena el atributo suministrado en la columna especialidad de la tabla medicos.
- String getEspecialidad(): Recupera el valor de la columna especialidad de un medico.

Las interfaces ofrecidas se muestran en la figura 4.12.

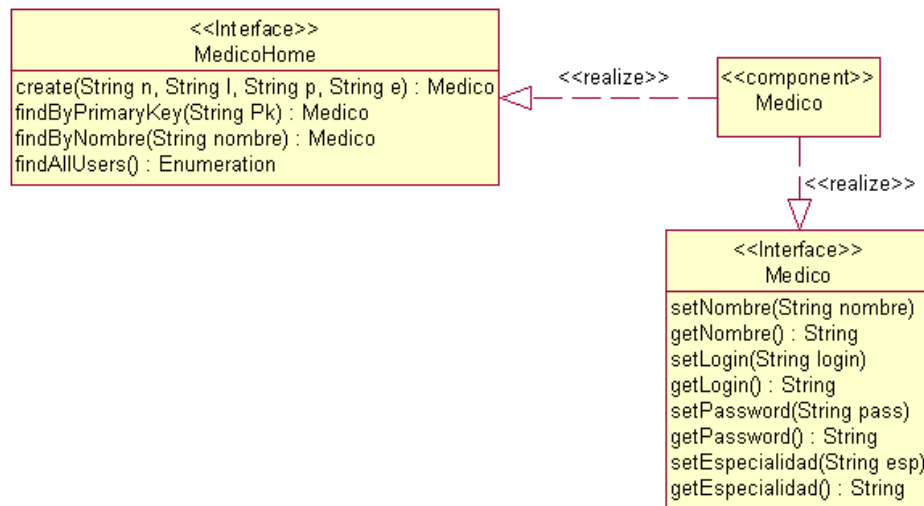


Figura 4.12. Interfaces del componente Medico

c) *Propiedades:*

Propiedad No. 1: Portabilidad.

Descripción: El componente está realizado en Java y por lo tanto puede ser utilizado en cualquier sistema operativo que tenga la máquina virtual de Java.

Valor: Alto.

Propiedad No. 2: Interoperabilidad.

Descripción: El componente interopera con componentes Corba.

Valor: Alto.

Propiedad No. 3: Persistencia.

Descripción: El componente garantiza la persistencia de la información de los médicos.

Valor: Alto.

Propiedad No. 4: Transaccionalidad.

Descripción: El componente garantiza la integridad de la información en la realización de las operaciones.

Valor: Alto.

d) Requisitos:

Requisitos de red

Ancho de banda: Indiferente.

Protocolos de comunicación: RMI, RMI/IIOP.

Calidad de servicio: Indiferente.

Requisitos Software

Plataforma de soporte: Servidor J2EE.

Librerías: Driver JDBC.

Sistema operativo: Independiente.

Programas: MySQL.

Componente No. 6: Archivo3d.*a) Información general:***Versión:** 1.4.**Fecha:** 24 de Julio de 2004.**Descripción:** Es un componente de persistencia de la información de los archivos tridimensionales disponibles.**Tipo:** Componente de entidad.**Ámbito:** Almacenamiento, recuperación, actualización y eliminación de información de los archivos 3D.**Interfaces Requeridas:** Ninguna.**Interfaces Ofrecidas:**

- Archivo3dHome.
- Archivo3d.

Licencia: Open Source.**Nombre del fabricante:** Claudia Milena Hernández, Carlos Hernán Tobar.**Página web:** www.unicauca.edu.co/~claudiah, www.unicauca.edu.co/~carlost**Contacto:** claudiah@unicauca.edu.co, carlost@unicauca.edu.co**Dirección:** FIET – Unicauca.*b) Interfaces:*

Las interfaces que ofrece el componente son:

Interfaz No. 1: Archivo3dHome.**Operaciones:**

- `Archivo3d create(int id, String nombre, String descripcion, String url, String imagen)`: Esta operación crea la interfaz `Archivo3d`, y almacena los datos suministrados en una tabla llamada `archivos3d` en una base de datos relacional.
- `Archivo3d findByPrimaryKey(Integer id)`: Retorna la interfaz `Archivo3d` de acuerdo a la clave primaria, en este caso un identificador del tipo `Integer`.
- `Archivo3d findByNombre(String nombre)`: Retorna la interfaz `Archivo3d` de acuerdo al nombre suministrado.
- `Enumeration findAllArchives()`: Retorna todos los archivos almacenados en la base de datos.

Interfaz No. 2: Archivo3d.

Operaciones:

- `void setId(int id)`: Almacena el atributo suministrado en la columna `id` de la tabla `archivos3d`.
- `int getId()`: Recupera el valor de la columna `id` de un `archivo3d`.
- `void setNombre(String nombre)`: Almacena el atributo suministrado en la columna `nombre` de la tabla `archivos3d`.
- `String getNombre()`: Recupera el valor de la columna `nombre` de un `archivo3d`.
- `void setDescripcion(String descripcion)`: Almacena el atributo suministrado en la columna `descripción` de la tabla `archivos3d`.
- `String getDescripcion()`: Recupera el valor de la columna `descripción` de un `archivo3d`.
- `void setUrl(String url)`: Almacena el atributo suministrado en la columna `url` de la tabla `archivos3d`.
- `String getUrl()`: Recupera el valor de la columna `url` de un `archivo3d`.
- `void setImagen(String imagen)`: Almacena el atributo suministrado en la columna `imagen` de la tabla `archivos3d`.
- `String getImagen()`: Recupera el valor de la columna `imagen` de un `archivo3d`.

Las interfaces ofrecidas se muestran en la figura 4.13.

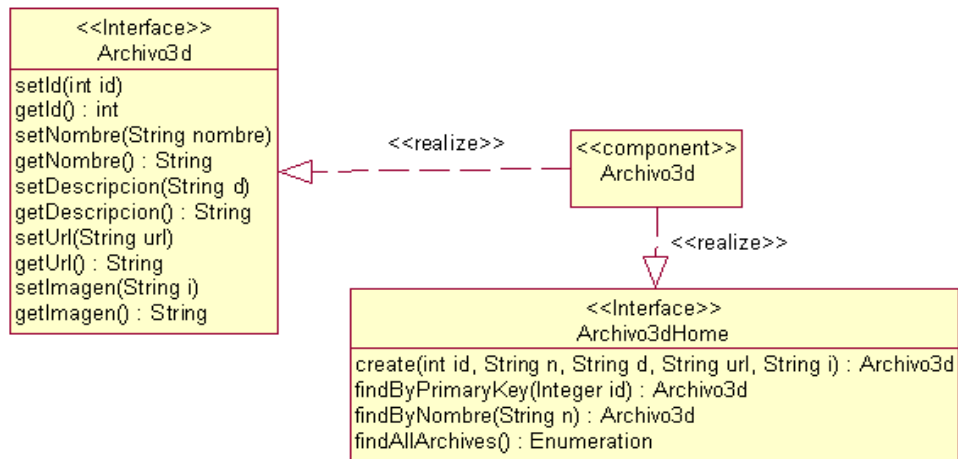


Figura 4.13. Interfaces del componente Archivo3d

c) *Propiedades:*

Propiedad No. 1: Portabilidad.

Descripción: El componente está realizado en Java y por lo tanto puede ser utilizado en cualquier sistema operativo que tenga la máquina virtual de Java.

Valor: Alto.

Propiedad No. 2: Interoperabilidad.

Descripción: El componente interopera con componentes Corba.

Valor: Alto.

Propiedad No. 3: Persistencia.

Descripción: El componente garantiza la persistencia de la información de los archivos3d disponibles.

Valor: Alto.

Propiedad No. 4: Transaccionalidad.

Descripción: El componente garantiza la integridad de la información en la realización de las operaciones.

Valor: Alto.

d) Requisitos:

Requisitos de red

Ancho de banda: Indiferente.

Protocolos de comunicación: RMI, RMI/IIOP.

Calidad de servicio: Indiferente.

Requisitos Software

Plataforma de soporte: Servidor J2EE.

Librerías: Driver JDBC.

Sistema operativo: Independiente.

Programas: MySQL.

4.3. PLANO DE REALIZACIÓN

4.3.1. Clasificación de componentes

Para el servicio los componentes se clasifican como se describe a continuación.

Número de componentes: 6.

Componentes web: Visor3D.

Componentes empresariales:

- Componentes de sesión: Validación, Visualización.

- Componentes de entidad: Medico, Estudiante, Archivo3d.
- Componentes manejados por mensajes: Ninguno.

Componentes clientes: Ninguno.

4.3.2. Descripción de realización

Para los componentes del servicio la información de realización es la siguiente.

Componente No. 1: Visor3D.

Tipo: Componente web.

Páginas jsp:

- index.jsp: Esta página se contacta cuando el usuario solicita el servicio mediante la dirección URL, y tiene como función redireccionar hacia la página de ingreso.
- ingreso.jsp: Esta página contiene el formulario de ingreso, con los campos de texto para indicar el nombre de usuario, la contraseña y el perfil de usuario (Médico o Estudiante). La solicitud de ingreso se realiza mediante un botón gráfico.
- principal.jsp: Es la página inicial del servicio, y es desplegada una vez el usuario haya sido autenticado. Contiene un link para iniciar el caso de uso listar imágenes 3D.
- lista.jsp: despliega la información de los archivos 3D disponibles en forma de una tabla.
- dliente3d.jsp: Contiene el applet que carga el ambiente tridimensional.

Servlets: Ninguno.

Applets:

- Visor3DCliente.java: Contiene los objetos visuales necesarios para formar y renderizar el ambiente tridimensional.

JavaBeans:

- VisorBean.java: Gestiona la información de las páginas jsp y el applet, e inicia las interacciones entre los componentes con el fin de satisfacer la funcionalidad definida en los casos de uso.

Interfaces requeridas:

- ValidacionHome.
- Validación.
- VisualizacionHome.
- Visualización.
- Archivo3d.

Descriptores de despliegue:

- web.xml.
- jonas-web.xml.
- faces-config.xml.

Archivo war: visor3d.war.

Componente No. 2: Validación.

Tipo: Componente EJB de sesión local.

Interfaces ofrecidas:

- ValidacionHome.java.
- Validación.java.

Implementación:

- ValidacionBean.java.

Interfaces requeridas:

- EstudianteHome.java.
- Estudiante.java.
- MedicoHome.java.
- Medico.java.

Descriptores de despliegue:

- validacion-ejb-jar.xml.
- validacion-jonas-ejb-jar.xml.

Archivo jar: validación.jar.

Componente No. 3: Visualización.

Tipo: Componente EJB de sesión local.

Interfaces ofrecidas:

- VisualizacionHome.java.
- Visualizacion.java.

Implementación:

- VisualizacionBean.java.

Interfaces requeridas:

- Archivo3dHome.java.
- Archivo3d.java.

Descriptores de despliegue:

- visualizacion-ejb-jar.xml.
- visualizacion-jonas-ejb-jar.xml.

Archivo jar: visualizacion.jar.

Componente No. 4: Estudiante.

Tipo: Componente EJB de entidad.

Interfaces ofrecidas:

- EstudianteHome.java.
- Estudiante.java.

Implementación:

- EstudianteBean.java.

Descriptores de despliegue:

- estudiante-ejb-jar.xml.
- estudiante-jonas-ejb-jar.xml.

Archivo jar: estudiante.jar.

Componente No. 5: Medico.

Tipo: Componente EJB de entidad.

Interfaces ofrecidas:

- MedicoHome.java.
- Medico.java.

Implementación:

- MedicoBean.java.

Descriptores de despliegue:

- estudiante-ejb-jar.xml.
- estudiante-jonas-ejb-jar.xml.

Archivo jar: medico.jar.

Componente No. 6: Archivo3d.

Tipo: Componente EJB de entidad.

Interfaces ofrecidas:

- Archivo3dHome.java.
- Archivo3d.java.

Implementación:

- Archivo3dBean.java.

Descriptores de despliegue:

- archivo3d-ejb-jar.xml.
- archivo3d-jonas-ejb-jar.xml.

Archivo jar: archivo3d.jar.

4.3.3. Implementación de los componentes

Los componentes se implementaron en el lenguaje de programación Java, y se realizó el proceso de codificación, compilación y empaquetamiento. Estos componentes se incluyen en el CD de este trabajo y pueden ser consultados. Y en el anexo se encuentra el manual de usuario de este servicio.

Las imágenes médicas tridimensionales fueron obtenidas de bases de datos de universidades Europeas, pero el ambiente tridimensional donde estas imágenes están incluidas fue realizado por los autores de este proyecto. Este ambiente tridimensional también se incluye en el CD y puede ser consultado.

4.3.4. Especificación de despliegue

La información de despliegue del servicio es la siguiente:

Servicio: Visualización de imágenes médicas tridimensionales.

Descripción: Este servicio permite la visualización y manipulación de imágenes médicas tridimensionales, las cuales se cargan dinámicamente desde un applet. El acceso al servicio es controlado mediante la comprobación del nombre de usuario y la contraseña de los usuarios.

Este servicio puede ser utilizado en el entrenamiento y educación de estudiantes del área de la salud.

Componentes Utilizados:

- Componentes web: Visor3D.
- Componentes de sesión: Validación, Visualización.
- Componentes de entidad: Estudiante, Medico, Archivo3d.

Descriptor de despliegue:

- application.xml.

Archivo ear: visor3d.ear

PCs que alojan los componentes:

El servicio se empaquetó en el archivo visor3d.ear, el cual se instaló en el servidor de aplicaciones residente en el PC con dirección IP 192.168.0.45.

Fecha de instalación: 30 de Julio de 2004.

4.4. PLANO DE SOPORTE

A continuación se describe el framework de componentes utilizado.

Plataforma: Java Open Application Server –JOnAS.

Versión: 4.0.0.

Descripción: JOnAS es una implementación de código abierto de un servidor de aplicaciones conforme a la especificación J2EE, y está desarrollado en Java completamente. Permite desplegar y ejecutar aplicaciones compuestas por Enterprise JavaBeans y componentes web.

Fabricante: ObjectWeb consortium.

Licencia: Open Source.

Modelo de componentes base: Enterprise JavaBeans 2.0.

Servicios de soporte: Comunicación y nombrado, contenedor EJB, contenedor Web, ear, transacción, bases de datos, seguridad, mensajería, gestión, mail y webservices.

Protocolos de comunicación: RMI, RMI sobre IIOP, CMI.

Requisitos de sistema: JDK 1.3, Sistema operativo (Linux, Windows, Solaris.), bases de datos (Oracle, PostgreSQL, MySQL, SQL server, Access, DB2, Versant, Informix, Interbase, etc.).

Características adicionales: Última versión - 4.1.2.del 7 de Julio de 2004.

4.5. RESULTADOS

Los resultados del desarrollo de este prototipo fueron satisfactorios ya que se cumplió con los requisitos de servicio y se verificó la validez del modelo en la creación de servicios de telemedicina. Adicional al servicio de visualización de imágenes médicas tridimensionales se crearon dos servicios de telemedicina, el primero para gestión de información con capacidades de afiliación y registro de usuarios, y el segundo para educación a la población infantil en temas de salud y auto-cuidado, el cual utiliza realidad virtual. Estos servicios y su documentación también están incluidos en el CD.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este capítulo se presentan las conclusiones y recomendaciones del trabajo de grado “Modelo de creación de servicios de telemedicina basado en el concepto de red inteligente”.

5.1. CONCLUSIONES

La telemedicina constituye un reto que puede mejorar las condiciones en que se prestan los servicios de salud del país y es responsabilidad del estado, las instituciones de educación superior, los profesionales el sector de la salud y las entidades prestadoras de servicios de salud adelantar proyectos que faciliten su implantación y aceptación en la sociedad; sin olvidar que la telemedicina no es un reemplazo de los servicios médicos tradicionales sino una herramienta adicional para mejorar la prestación de los servicios de salud y por ende la calidad de vida de los ciudadanos.

La realidad virtual en telemedicina representa una nueva forma de interacción con los pacientes, permite visualizar los órganos de forma segura, no invasiva y en tres dimensiones. Además proporciona un entorno controlado apropiado para actividades de enseñanza y aprendizaje en temas relacionados con la salud. La efectividad de un ambiente medico virtual depende del grado de interacción con el usuario (capacidad de navegar en el entorno, seleccionar, mover y manipular objetos de forma natural); esto ya se ha logrado y el próximo paso es poblar los ambientes virtuales con representaciones de humanos (avatares). Aquí radica la principal diferencia de la realidad virtual con otros sistemas de comunicación: el sentido de presencia,

entendido como “la sensación de estar allí”, algo que no se percibe con la información multimedia.

Cuando se utiliza la realidad virtual para la enseñanza de la anatomía humana, por medio de la visualización en 3D de volúmenes almacenados en bases de datos médicas, se logra un entendimiento mas profundo de las estructuras anatómicas y de sus relaciones, algo que no puede ser logrado por otros medios, incluyendo la disección de cadáveres. En este trabajo de grado se desarrolló un servicio de visualización de imágenes médicas tridimensionales el cual puede ser utilizado en este tipo de aplicaciones de la realidad virtual.

La filosofía de creación de servicios de la red inteligente utilizada en la definición del modelo de creación de servicios de telemedicina permitió concebir un referente apropiado, donde los servicios pueden ser especificados en varias vistas o planos lo que facilita la visualización completa de los servicios desde el momento en que se conciben hasta su despliegue.

El concepto de creación de servicios que la red inteligente ofrece, representa un paradigma de desarrollo basado en la utilización de bloques de construcción reutilizables. Sin embargo la aproximación de SIBs dada en CS-2 y utilizada en CS-3 y CS-4, presenta deficiencias debido a que la información especificada en el plano funcional global no es suficiente para la adecuada realización de los SIBs en el plano funcional distribuido, además no facilita la verificación del cumplimiento de las especificaciones del servicio, limitando la composición y la reutilización de los SIBs. Por otra parte, los principios del desarrollo de software basado en componentes son acordes con los principios de creación de servicios de la red inteligente, y el concepto de componente soslaya las deficiencias de los SIBs, por lo tanto se actualizó y mejoró el concepto de creación de servicios de la red inteligente de acuerdo a los principios del desarrollo de software basado en componentes. De esta manera el concepto de SIB fue reemplazado por el concepto de componente software donde los servicios se arman a partir de la colaboración de varios componentes, que se comunican de forma transparente por medio de una plataforma de soporte.

El desarrollo de software basado en componentes es una de las tendencias en el desarrollo de software con mayor auge en los últimos años, es una aproximación del desarrollo de software que describe, construye y utiliza técnicas software para la elaboración de sistemas abiertos y distribuidos mediante el ensamblaje de partes software reutilizables. Esto permite reducir costes, tiempos y esfuerzos de desarrollo, al tiempo que ayuda a mejorar la fiabilidad, la flexibilidad y la reutilización de la aplicación final.

El modelo de creación de servicios de telemedicina planteado constituye un referente que define los elementos de especificación necesarios en la concepción, desarrollo e implementación de servicios de telemedicina, y representa una forma de normalización de la creación de estos servicios. Y mediante su utilización se pueden crear servicios de forma rápida, flexible e independiente de las redes subyacentes.

Con el fin de generar un modelo de creación de servicios de telemedicina actualizado, se apropiaron y utilizaron tecnologías sumamente recientes, de esta manera se logró definir un modelo de creación de servicios de acuerdo a estas tecnologías y que puede evolucionar fácilmente. Con la realización de este trabajo se logró un conocimiento profundo en J2EE el cual se plasmó en este documento y en el anexo, lo que constituye una completa base de conocimientos que puede ser utilizada para la realización de proyectos futuros.

Mediante el desarrollo de varios prototipos de servicios de telemedicina donde se aplicó el modelo de creación de servicios se verificó que este reúne todas las características planteadas al inicio del proyecto, se garantiza entonces que al seguir las pautas y guías de diseño planteadas en el modelo los servicios tendrán características de flexibilidad, robustez, escalabilidad, tiempos de desarrollo cortos, independientes de las redes de comunicación subyacentes, entre otros.

Además de la reutilización de componentes para ser utilizados en la creación de nuevos servicios, también es posible la reutilización de casos de uso, arquitecturas y otros elementos de

especificación del modelo. De esta manera, estos elementos deben definirse de forma tal que sean genéricos y puedan ser aplicables en diferentes contextos o servicios de telemedicina.

Existe una notable tendencia hacia la prestación de servicios de telemedicina sobre Internet, caracterizados por la presencia de información multimedia, ya que facilita el acceso a la información en cualquier momento y sin importar la ubicación geográfica de los usuarios.

UML representa un lenguaje de modelado maduro y de amplia aceptación en la industria y en la academia, adecuado para la especificación de servicios de telemedicina que utilicen la tecnología de objetos y componentes para su desarrollo.

Para la implementación del prototipo del servicio de telemedicina se utilizó el modelo de componentes de Java incluido en la plataforma J2EE, debido a que es uno de los modelos más utilizados actualmente. Además Java representa una tecnología madura con soporte para múltiples áreas de aplicación, una de ellas la realidad virtual gracias al API Java3D, que posee un promisorio potencial para los servicios de telemedicina.

Este trabajo se fundamentó en la filosofía de creación de servicios de la red inteligente, especialmente el modelo conceptual de red inteligente y el concepto de bloque de construcción independiente del servicio; a partir de esta filosofía se exploraron, apropiaron y utilizaron conceptos y tecnologías relacionadas que permitieran evolucionar el concepto de creación de servicios de la red inteligente a un entorno tecnológico actual, buscando soslayar las limitaciones encontradas. De esta manera, el modelo de creación de servicios presentado representa el resultado de una investigación seria y comprometida con el fin de definir un referente con la completitud y coherencia pertinentes, capaz de responder a las necesidades de servicios de telemedicina de la población colombiana, sustentado en las últimas tendencias tecnológicas y desarrollado ciento por ciento en la Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones.

5.2. RECOMENDACIONES

Existen varios tipos de servicios de telemedicina, sin embargo la mayoría de los proyectos desarrollados en el país en ésta área se enfocan en el manejo y administración de información médica. Por esto es necesario el desarrollo de proyectos que busquen la creación de servicios de telemedicina enfocados en los procesos asistenciales, servicios de formación a profesionales y servicios de información y educación a ciudadanos.

En Colombia los trabajos desarrollados en el área de realidad virtual son pocos, por lo que es necesaria la generación de contenido 3D que permita aprovechar las capacidades que esta tecnología ofrece. Las posibilidades de aplicación recaen en educación médica, simulación de cirugías, planeación de cirugías, endoscopia virtual, terapias de rehabilitación, neuro-psicología, medicina preventiva y educación del paciente. En este trabajo se desarrollaron aplicaciones de realidad virtual como punto de partida que pueden ser utilizadas para trabajos posteriores. Las perspectivas de la realidad virtual en medicina son de grandes dimensiones y de gran impacto, por lo que es importante seguir trabajando en esta área.

La visualización tridimensional de la anatomía humana constituye una valiosa herramienta para los profesionales en salud que requieren el manejo y manipulación de este tipo de información, se recomienda desarrollar proyectos enfocados en esta área, tanto mediante el modelado 3D de órganos del cuerpo humano, así como la visualización tridimensional a partir de datos fisiológicos en tiempo real, para esto último Java3D representa una tecnología apropiada ya que es posible generar geometrías a partir de datos y modelos matemáticos. Esta línea de investigación es de suma importancia para la realización de diagnósticos y tratamientos.

Este trabajo de grado constituye el punto de partida hacia propuestas de normalización de la creación de servicios de telemedicina, un aspecto en el que se puede continuar investigando.

El modelo de creación de servicios propuesto, aunque fue desarrollado para el ámbito de la telemedicina, está basado en un conjunto de principios y conceptos genéricos y por lo tanto puede ser aplicado en la creación de servicios de telecomunicaciones en otros ámbitos.

Los conceptos de la tecnología de componentes recogidos por el modelo de creación de servicios tienen como pilar el modelo de componentes de java y la especificación J2EE, éstos tienen un continuado y progresivo proceso de especificación y desarrollo, por lo que es necesario actualizar los aspectos del modelo de acuerdo a los cambios que se generen.

La plataforma J2EE ofrece un gran número de capacidades para la creación de cualquier servicio de telecomunicaciones y existe un número limitado de personas con conocimientos profundos en ella, por lo tanto es recomendable continuar el desarrollo de aplicaciones en esta área.

Este trabajo aborda la creación de servicios de telemedicina desde un enfoque técnico y tecnológico, no han sido tratados aspectos orientados al proceso de desarrollo como roles, responsabilidades, ciclos de desarrollo, etc., por lo tanto una posible línea de investigación recae en el área de metodologías y procesos de desarrollo.

GLOSARIO

BIOSEÑALES: señales eléctricas generadas por el cuerpo humano que pueden ser medidas para su posterior procesamiento.

DATAGRAMAS: unidades de transferencia de información dentro de un protocolo de comunicación de red.

DESACOPLAMIENTO: termino utilizado en el desarrollo de software para representar la independencia entre las partes constitutivas de un servicio.

ENTORNO TRIDIMENSIONAL: disposición de objetos visuales tridimensionales para formar un ambiente virtual, está compuesto por geometrías, luces, sonidos, texturas y comportamientos.

FIABILIDAD: probabilidad de que un programa no cause el fallo de un sistema durante un tiempo y unas condiciones determinadas.

FLEXIBILIDAD: la facilidad con la cual un sistema o componente puede ser modificado para ser utilizado en aplicaciones o ambientes distintos para el que fue creado.

FULL DUPLEX: transmisión de información en dos direcciones simultáneamente.

LAN: red de computadores que cubre un área relativamente pequeña.

MIDDLEWARE: software de conectividad que consiste en un conjunto de servicios que permiten ejecutar múltiples procesos en una o mas máquinas que interactúan a través de una red.

MULTIPLEXACIÓN: conjunto de técnicas que permite la transmisión simultánea de múltiples señales a través de un único enlace de datos, en un sistema multiplexado, n dispositivos comparten la capacidad de un enlace.

PRECONIZAR: proponer, recomendar o apoyar un procedimiento o una medida, por considerarlo bueno o adecuado para un determinado fin

PROMOCIÓN: El proceso que consiste en proporcionar a los pueblos los medios necesarios para mejorar su salud y ejercer un mayor control sobre la misma.

REUSABILIDAD: la capacidad de un modulo software para ser usado en mas de un sistema, sin realizarle ninguna modificación.

TELEMETRÍA: medición y control de procesos y eventos a distancia, mediante dispositivos electrónicos.

WAN: red de computadores que cubre un región geográfica grande.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Andersson, Jens. Convergence-Analysis of the Internet and the Telecommunication Architectures. Lund Institute Of Technology, Sweden. 2002.
- [2] Eurescom. Technologies and Architectures for a Leap in Multimedia Databases. Project 1002. <http://www.eurescom.de>. 2000.
- [3] Eurescom. New Multimedia Services. Project 807. <http://www.eurescom.de>. 2000.
- [4] Farooqui, Kazi. IN model in the ODP architectural framework. University of Ottawa. 2004.
- [5] Giuseppe Riva, Lucio. Virtual Reality in telemedicine. 2001.
- [6] Instituto de Estándares de Telecomunicaciones Europeo – ETSI. Intelligent Network (IN); Service Capability Modelling for IN-CS4. Technical Report TR 101 665 v1.1.1. Abril de 1999.
- [7] Interoperability Technology Association for Information Processing – INTAP. A Guide for Using RM RM-ODP and UML Profile for EDOC. <http://www.intap.or.jp/e/> . 2004.
- [8] Iribarne Martínez, Luis F. Un modelo de mediación para el desarrollo de software basado en componentes COTS. Tesis Doctoral. Universidad de Almería. 2003.

-
- [9] Lab, Istituto Auxologico Italiano. Applications of Virtual Environments in Medicine. <http://www.atnplab.com>. 2003.
- [10] Lewis, David Edward. A Framework for the Development of Service Management Systems for the Open Service Market. Tesis Doctoral. University College London. 2000.
- [11] Malpica, Norberto. Imágenes médicas tridimensionales. Universidad Politécnica de Madrid, 2002.
- [12] Ministerio de la protección social de Colombia. Resolución No 2182. <http://minproteccionsocial.gov.co>. 2004.
- [13] Ministerio de Sanidad y Consumo de España. Plan de Telemedicina del Insalud. 2000.
- [14] Moorea, Eider. Brain Visualization in Java3D. University of Washington, Seattle, USA.2004.
- [15] Object Management Group. CORBA Components. Especificación CORBA 3.0. <http://www.omg.org> . 2002.
- [16] Ohinmaa, Arto. The Assessment of Telemedicine - General principles and a systematic review. University of Oulu, Finland. August 1999.
- [17] Pavón Mestras, Juan. Componentes en J2EE. Curso de sistemas distribuidos. Universidad Complutense de Madrid. 2002.
- [18] Sinderen, Marten. The application of TINA in multimedia services for the electronic super highway. University of Twente Enschede, the Netherlands. 1998.

-
- [19] Software Engineering Institute – SEI. Technical concepts of component-based software engineering. Technical Report CMU/SEI –2000-TR-008 2nd Edition. Mayo 2000.
- [20] Solarski, Marcin. Dynamic Upgrade of Distributed Software Components. Tesis doctoral. Universidad de Berlín. Enero 2004.
- [21] Sties, Peter. A service creation model for network spanning services. Munich University of Technology. 2002.
- [22] Stiglic, Marko; Hanrahan, Hu. A top-down approach to Telemedicine provisioning by moving the service intelligence into the Telecomm Domain. University of the Witwatersrand, Johannesburg. 2003.
- [23] Sun Microsystems. Enterprise JavaBeans Especifications, version 2.1. 2003.
- [24] Sun Microsystems. Java 3D API. <http://java.sun.com/products/java-media/3D/> . 2002
- [25] Rumbaugh, James; Jacobson, Ivar; Booch, Grady. El Lenguaje Unificado de Modelado, Manual de referencia. Rational Software Corporation. 2000.
- [26] Telecommunications Networking Information Architecture Consortium – TINA C. Service Architecture. <http://www.tinac.org>. 1999.
- [27] The Middleware Company. J2EE and .NET. <http://www.middleware-company.com>. 2003.
- [28] Unión Internacional de Telecomunicaciones – ITU-T. Medical records and Medical records and medical data: medical data: models of electronic data models of electronic data interchange interchange. <http://www.itu.int> . 2003.

-
- [29] Unión Internacional de Telecomunicaciones – ITU-T. Red Inteligente, Serie Q.1200. <http://www.itu.int>
- [30] Unión Internacional de Telecomunicaciones – ITU-T. Telemedicine and developing countries - lessons learned. <http://www.itu.int> .2000.
- [31] Unión Internacional de Telecomunicaciones – ITU-T. What is Telemedicine/E-health ?. <http://www.itu.int> . 2003.
- [32] Velez, Jorge. Panorama y tendencias de la telemática en salud, hablando de Telemedicina. Centro de Telemedicina de Colombia. 2003.
- [33] World Health Organization. State-of-the-Art Telemedicine/Telehealth Symposium: An International Perspective. University of Michigan. 2002.
- [34] Yunwen, Ye. Supporting Component-Based Software Development with Active Component Repository Systems. Tesis Doctoral. Universidad de Colorado. 2001.