

Universidad de las Ciencias Informáticas

Facultad 2



Trabajo de diploma para optar por el título de Ingeniero en Ciencias Informáticas

Sistema para la gestión de la información de los procedimientos Estudio Hemodinámico y Valvuloplastia del servicio de Hemodinámica del Cardiocentro CIMEQ

Autores: Zoya Arrechea Valdés
Jordan Abdul Montiel Torrado

Tutores: Ing. Maidelys Pulido Morera
Ing. Arianne Méndez Mederos

Co-Tutor: Ing. Yoandry González Castro
Ing. Ana Fé del Toro Fonseca

Ciudad de La Habana, Junio de 2015

“Año 57 de la Revolución”

Declaración de Autoría

Declaramos que somos los únicos autores de este trabajo y autorizamos a la Universidad de las Ciencias Informáticas los derechos patrimoniales de la misma, con carácter exclusivo.

Para que así conste firmamos la presente a los __ días del mes de junio del año 2015.

Zoya Arrechea Valdés

Jordan Abdul Montiel Torrado

Tutor: Ing. Maidelys Pulido Morera

Tutor: Ing. Arianne Méndez Mederos

Co tutor: Ing. Yoandry González Castro

Co tutor: Ing. Ana Fé del Toro Fonseca

Datos de Contacto

Tutores:

Ing. Maidelys Pulido Morera: Ingeniero en Ciencias Informáticas, graduado en la Universidad de las Ciencias Informáticas. Ha participado en varios proyectos de desarrollo vinculados al perfil de salud. Actualmente labora en el Centro de Informática Médica (CESIM), desempeñándose como Analista del mismo.

Correo Electrónico: mpulido@uci.cu

Ing. Arianne Méndez Mederos: Ingeniero en Ciencias Informáticas, graduado en la Universidad de las Ciencias Informáticas. Ha participado en varios proyectos de desarrollo vinculados al perfil de salud. Actualmente labora en el Centro de Informática Médica (CESIM), desempeñándose como Analista del mismo.

Correo Electrónico: arianne@uci.cu

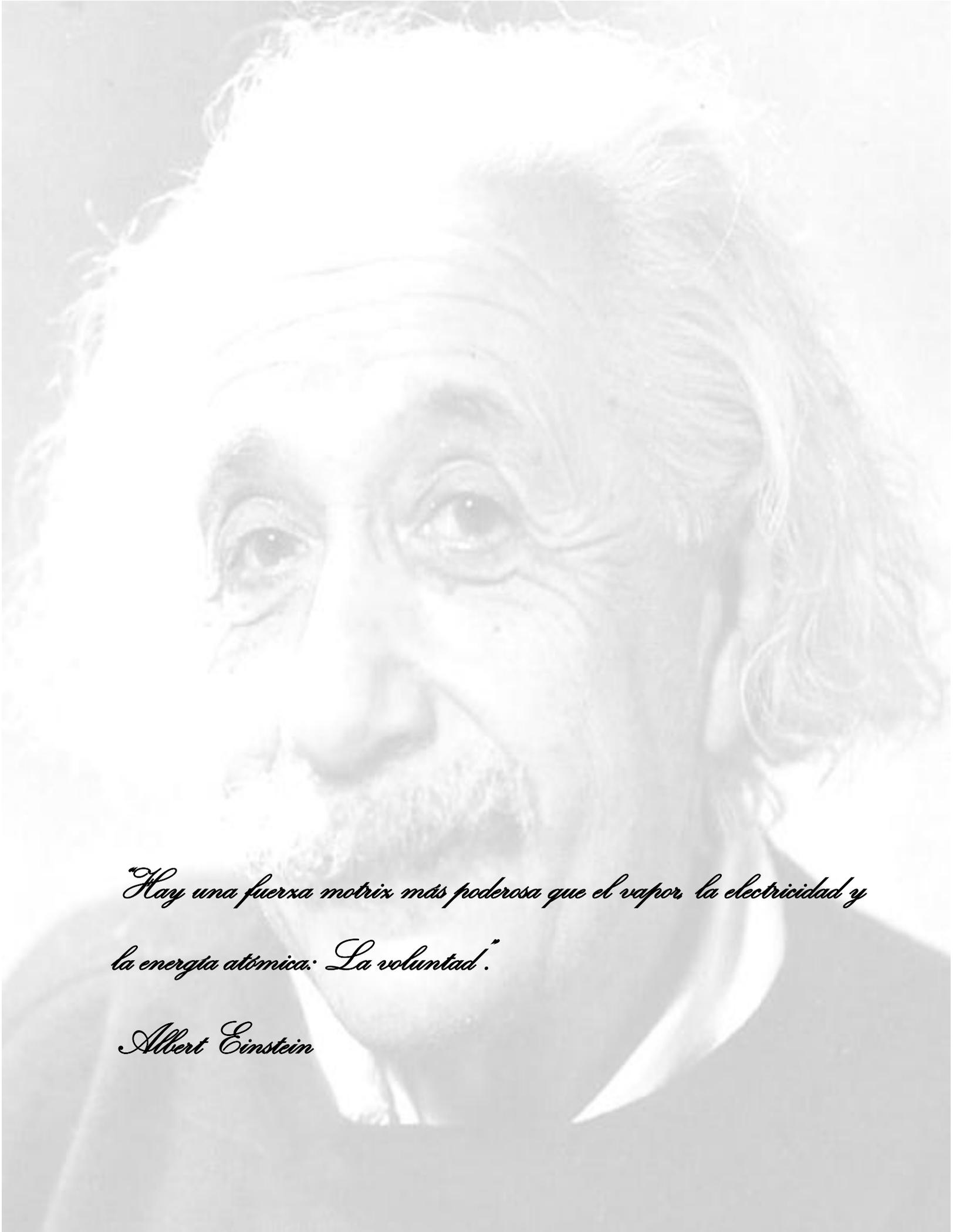
Co-Tutores:

Ing. Yoandry González Castro: Ingeniero en Ciencias Informáticas, graduado en la Universidad de las Ciencias Informáticas. Ha participado en varios proyectos de desarrollo vinculados al perfil de salud. Actualmente labora en el Centro de Informática Médica (CESIM), desempeñándose como Programador del mismo.

Correo Electrónico: yoandrygc@uci.cu

Ing. Ana Fé del Toro Fonseca: Recién graduado como Ingeniero en Ciencias Informáticas en la Universidad de las Ciencias Informáticas. Se desempeña como Analista del Centro de Informática Médica (CESIM).

Correo Electrónico: afdeltoro@uci.cu



*"Hay una fuerza motrix más poderosa que el vapor, la electricidad y
la energía atómica: La voluntad."*

Albert Einstein

Agradecimientos

Zoya:

A los especialistas por brindarme parte de su preciado tiempo, y su apoyo.

A los amigos que me gané durante estos 5 años, por ayudarme y estar siempre cuando los necesité.

A mis hermanos por cuidar de mí, apoyarme en mis decisiones y ser tan especiales conmigo.

A mi Gi, por estar siempre a mi lado, por la paciencia y su apoyo incondicional.

A mi papá y a mi mamuchka, por todo el esfuerzo, dedicación y años de sacrificio. Por todo en la vida siempre les estaré agradecida.

Jordan:

A mi mamá y mi papá, por todo su apoyo.

A mi novia, por su apoyo incondicional.

A mis amigos, por estar siempre a mi lado.

A todos mis profesores.

Resumen

Para el servicio de Hemodinámica del Cardiocentro CIMEQ la gestión rápida y eficiente de sus procesos siempre ha constituido una necesidad, ya que maneja un gran volumen de información. Los sistemas informáticos para esta gestión poseen un alto costo de adquisición y no satisfacen las necesidades de los especialistas de dicho servicio. En la presente investigación se desarrolló el sistema para la gestión de la información de los procedimientos Estudio Hemodinámico y Valvuloplastia del servicio de Hemodinámica del Cardiocentro CIMEQ. La metodología de desarrollo de software utilizada fue el Proceso Unificado de Desarrollo (RUP, por sus siglas en inglés). Se emplearon las herramientas: Visual Paradigm para el modelado, JBoss Developer Studio para la implementación, JBoss Server como servidor de aplicaciones y PostgreSQL como sistema gestor de base de datos. Con el resultado de la investigación se pone a disposición de los especialistas en Hemodinámica del Cardiocentro CIMEQ una herramienta de gestión clínica y administrativa que responde a sus necesidades reales.

Palabras clave: Estudio Hemodinámico, Hemodinámica, Valvuloplastia.

Tabla de Contenidos

| | |
|---|-----------|
| Introducción | 5 |
| Capítulo 1. Fundamentación teórica del sistema para la gestión de la información de los procedimientos Estudio Hemodinámico y Valvuloplastia del servicio de Hemodinámica del Cardiocentro CIMEQ | 10 |
| 1.1 Conceptos básicos relacionados con el dominio del problema | 10 |
| 1.1.1 Hemodinámica | 10 |
| 1.1.2 Estudio Hemodinámico | 11 |
| 1.1.3 Valvuloplastia | 11 |
| 1.2 Aplicaciones y tendencias actuales de los sistemas de gestión de la información del servicio de Hemodinámica..... | 12 |
| 1.2.1 Ámbito internacional..... | 12 |
| 1.2.2 Ámbito nacional..... | 15 |
| 1.3 Comparación de los sistemas para la gestión de la información del servicio de Hemodinámica | 16 |
| 1.4 Tecnologías utilizadas para el desarrollo del sistema para la gestión de la información de los procedimientos Estudio Hemodinámico y Valvuloplastia del servicio de Hemodinámica del Cardiocentro CIMEQ..... | 18 |
| Conclusiones parciales..... | 23 |
| Capítulo 2. Características del sistema para la gestión de la información de los procedimientos Estudio Hemodinámico y Valvuloplastia del servicio de Hemodinámica del Cardiocentro CIMEQ | 24 |
| 2.1 Flujo actual de los procesos del negocio | 24 |
| 2.1.1 Atender paciente..... | 24 |
| 2.1.2 Realizar consulta de seguimiento | 25 |
| 2.1.3 Generar estadísticas..... | 25 |
| 2.2 Objeto de automatización | 26 |
| 2.3 Modelo de Negocio..... | 26 |
| 2.3.1 Definición de actores y trabajadores del negocio | 26 |
| 2.3.2 Diagramas de proceso del negocio | 28 |
| 2.4 Especificación de requisitos de software | 32 |
| 2.4.1 Requisitos Funcionales | 32 |
| 2.4.2 Requisitos no Funcionales | 36 |
| 2.5 Modelo de Casos de Uso del sistema..... | 38 |
| 2.5.1 Actor del sistema..... | 39 |
| 2.5.2 Diagrama de Casos de Uso del sistema..... | 40 |

| | | |
|--|--|-----------|
| 2.5.3 | Descripción textual de los casos de uso del sistema..... | 40 |
| | Conclusiones parciales..... | 55 |
| Capítulo 3. Análisis y diseño del sistema para la gestión de la información de los procedimientos Estudio Hemodinámico y Valvuloplastia del servicio de Hemodinámica del Centro CIMEQ | | 56 |
| 3.1 | Descripción de la arquitectura. Fundamentación | 56 |
| 3.2 | Modelo de Diseño..... | 57 |
| 3.2.1 | Patrones de diseño | 57 |
| 3.2.2 | Diagrama de Paquetes..... | 57 |
| 3.2.3 | Diagramas de Clases del Diseño | 58 |
| | Conclusiones parciales..... | 60 |
| Capítulo 4. Implementación del sistema para la gestión de la información de los procedimientos Estudio Hemodinámico y Valvuloplastia del servicio de Hemodinámica del Centro CIMEQ | | 61 |
| 4.1 | Modelo de Datos..... | 61 |
| 4.2 | Descripción de las tablas de la base de datos | 63 |
| 4.3 | Modelo de Implementación..... | 64 |
| 4.3.1 | Diagrama de Componentes..... | 64 |
| 4.3.2 | Diagrama de Despliegue..... | 65 |
| 4.4 | Tratamiento de errores | 66 |
| 4.5 | Estrategias de codificación. Estándares y estilos utilizados | 67 |
| 4.7 | Nivel de satisfacción del cliente. Técnica ladov | 75 |
| | Conclusiones parciales..... | 77 |
| Conclusiones..... | | 78 |
| Recomendaciones..... | | 79 |
| Referencias bibliográficas | | 80 |
| Bibliografía | | 84 |
| Anexos | | 85 |
| Anexo #1 | | 85 |
| Anexo #2 | | 92 |
| | Cuestionario | 92 |
| | Cuadro lógico de ladov..... | 93 |
| | Especialistas del servicio de Hemodinámica | 94 |

Introducción

La búsqueda constante del hombre por satisfacer sus necesidades sociales ha constituido un impulso en la instauración y perfeccionamiento de herramientas automáticas más poderosas y veloces. Las innovaciones tecnológicas desarrolladas durante las últimas décadas están dirigidas, principalmente, al uso de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC). Las TIC aportan soluciones que permiten recolectar, procesar, analizar y transmitir un gran volumen de información. (1) El impacto de estas en las esferas de la sociedad es hoy bastante evidente como para negar su utilidad.

En Cuba, la salud es uno de los sectores que ha proyectado incorporar en su funcionamiento soluciones informáticas. Esto ha permitido incluir métodos novedosos y efectivos de gestión administrativa en los hospitales y centros de investigación biomédica; brindando de este modo mejores servicios a los pacientes y facilitando el trabajo del personal médico y administrativo.

El Centro de Investigaciones Médico Quirúrgicas (CIMEQ) es una institución médica de gran prestigio a nivel nacional e internacional, con un alto progreso en su desarrollo asistencial, docente e investigativo, que posee las más avanzadas técnicas de soporte, diagnósticas y terapéuticas. (2) Este centro dirige su trabajo hacia múltiples campos, tal es el caso de: atención integral a la mujer, medicina física y rehabilitación, programas para el tratamiento del cáncer, Cardiología Intervencionista, entre otros.

La Cardiología Intervencionista, más conocida como Hemodinámica, es aquella parte de la Cardiología que se encarga del estudio anatómico y funcional del corazón mediante la introducción de catéteres finos a través de las arterias y venas de la ingle o del brazo. (3) Este servicio es tratado en el Cardiocentro CIMEQ como un departamento que posee un laboratorio donde se realizan los procedimientos: Estudio Hemodinámico y Valvuloplastia.

Para el Departamento de Hemodinámica, la gestión rápida y eficiente de sus procesos siempre ha constituido una necesidad, puesto que maneja un gran volumen de información. A mediados del año 1997, el CIMEQ llega a la conclusión que la ineficiencia de sus procesos podía ser resuelta mediante la implantación de un software de gestión médica. Es en este marco que surge ANGYCOR, como software integrado para facilitar el registro, procesamiento, control y análisis de las variables asociadas a los procedimientos Estudio Hemodinámico y Valvuloplastia. (4)

El CIMEQ ha hecho uso de ANGYCOR desde 1998 hasta la actualidad, contando hoy en su base de datos con más de 11000 procedimientos realizados, los cuales tienen un alto valor para la institución. La tecnología usada por ANGYCOR solo es compatible con las versiones de Windows inferiores a Windows XP. Teniendo en cuenta que Microsoft dejó de dar soporte a la última versión del sistema operativo Windows XP, el sistema queda expuesto a los riesgos y vulnerabilidades que supone la utilización de este sistema operativo en descenso. El sistema no es multiplataforma¹, lo que resulta un inconveniente en las nuevas políticas de informatización del estado cubano que abogan por la migración hacia sistemas operativos libres como GNU/Linux (5).

Aunque ANGYCOR incluye en sus funcionalidades la Consulta de Seguimiento, esta no es utilizada pues no se corresponde con el programa actual de atención al paciente del servicio de Hemodinámica. La gestión de esta consulta se realiza de forma manual, dificultando el trabajo del personal médico. Se afecta la calidad en la atención al paciente, pues en múltiples ocasiones no se cuenta con los registros de evolución clínica en tiempo y forma necesarios. ANGYCOR no permite exportar ficheros de su base de datos que puedan ser cargados y analizados por paquetes estadísticos, tales como SPSS². Esta situación dificulta el proceso de generación de estadísticas para el Producto Interno Bruto³ del país (PIB), la Red Nacional de Cardiología⁴, así como para las investigaciones del servicio de Hemodinámica del propio CIMEQ. El proceso de generación de estadísticas es de vital importancia pues permite muestrear a la población para garantizar estados de salud con niveles óptimos y de eficacia médica comprobada.

Tomando en cuenta la situación anteriormente descrita, se determina como **problema de la investigación**: ¿Cómo contribuir a la gestión de la información de los procedimientos Estudio Hemodinámico y Valvuloplastia del servicio de Hemodinámica del Cardiocentro CIMEQ?

¹ Término usado para referirse a los programas, sistemas operativos, lenguajes de programación, u otra clase de software, que puedan funcionar en diversas plataformas.

² Programa estadístico informático muy usado en las ciencias sociales y las empresas de investigación de mercado. Es muy popular debido a la capacidad de trabajar con bases de datos de gran tamaño.

³ Medida agregada que expresa el valor monetario de la producción de bienes y servicios finales de un país durante un período (normalmente un año).

⁴ Estructura funcional de las unidades organizativas que cumplimentan el Programa Nacional de Cardiología y Cirugía Cardiovascular, en los diferentes niveles de atención médica.

En correspondencia con el problema, el **objeto de estudio** lo constituye: el proceso de gestión de la información del servicio de Hemodinámica.

El **campo de acción** se centra en: la gestión de la información de los procedimientos Estudio Hemodinámico y Valvuloplastia del servicio de Hemodinámica del Cardiocentro CIMEQ.

Para solucionar el problema mencionado, se determina como **objetivo general**: desarrollar un sistema informático que contribuya a la gestión de la información de los procedimientos Estudio Hemodinámico y Valvuloplastia del servicio de Hemodinámica del Cardiocentro CIMEQ.

Para dar cumplimiento al objetivo general se definen las siguientes **tareas de investigación**:

1. Análisis de los sistemas para la gestión de la información del servicio de Hemodinámica desarrollados a nivel nacional e internacional.
2. Asimilación de la arquitectura de software definida por el Departamento de Desarrollo de Aplicaciones.
3. Descripción del estado actual de los procesos de negocio en el servicio de Hemodinámica del Cardiocentro CIMEQ.
4. Desarrollo del sistema para la gestión de la información de los procedimientos Estudio Hemodinámico y Valvuloplastia del servicio de Hemodinámica del Cardiocentro CIMEQ, utilizando la metodología de desarrollo de software definida.

Los **métodos teóricos** utilizados para cumplir con las tareas a desarrollar son:

- Histórico - Lógico: para el estudio del estado del arte asociado a la problemática planteada mediante el análisis de diversas soluciones existentes y el estudio de lo más relevante en el plano teórico.
- Analítico - Sintético: para descomponer todo el problema en varias partes y llegar a la comprensión del mismo. Se usa para analizar la bibliografía encontrada referente a los sistemas que gestionan la información en el servicio de Hemodinámica y sintetizar los aspectos más importantes para llegar a conclusiones.

- Inductivo - Deductivo: para investigar la problemática existente mediante la comprensión de los elementos característicos de los sistemas estudiados. Luego, arribar a proposiciones generales, las cuales permiten inferir la solución de la presente investigación.

Los **métodos empíricos** utilizados para obtener información sobre el objeto de estudio son:

- Observación: a través de visitas al CIMEQ para hacer un registro visual de los procesos que se llevan a cabo en el centro.
- Entrevista no estructurada: esta técnica fue aplicada a los especialistas del servicio de Hemodinámica del Cardiocentro CIMEQ con el objetivo de obtener la información necesaria para el desarrollo del sistema.
- Encuesta: mediante un cuestionario previamente elaborado, para determinar el nivel de satisfacción de los especialistas del servicio de Hemodinámica con el sistema que se propone como solución en la presente investigación.

Con el desarrollo del sistema para la gestión de la información de los procedimientos Estudio Hemodinámico y Valvuloplastia del servicio de Hemodinámica del Cardiocentro CIMEQ se esperan obtener los siguientes beneficios:

1. Minimizar el tiempo de gestión de la información de los procedimientos, propiciando mejoras en la calidad de atención al paciente.
2. Facilitar la realización de estudios de seguimiento.
3. Facilitar la realización de estudios de tendencias de determinadas enfermedades a partir de los reportes estadísticos.

El documento consta de cuatro capítulos, a continuación se brinda un resumen de los contenidos que abordan los mismos:

Capítulo 1. Fundamentación teórica del sistema para la gestión de la información de los procedimientos Estudio Hemodinámico y Valvuloplastia del servicio de Hemodinámica del Cardiocentro CIMEQ: explica los conceptos vinculados al objeto de estudio que ayudan a familiarizarse con el entorno en el que se manifiesta la investigación. Se caracterizan los principales sistemas informáticos existentes en el mundo que gestionan la información del servicio

de Hemodinámica. Se arriba a conclusiones a partir del análisis y estudio de las tendencias de los sistemas existentes. Se describen las tecnologías utilizadas para el desarrollo del sistema.

Capítulo 2. Características del sistema para la gestión de la información de los procedimientos Estudio Hemodinámico y Valvuloplastia del servicio de Hemodinámica del Centro CIMEQ: describe cómo se realiza el flujo actual de procesos en el servicio de Hemodinámica del Centro CIMEQ y a partir de ello se conforma el Modelo de Negocio. Muestra los Requisitos Funcionales y no Funcionales a partir de los cuales se realiza una propuesta de solución para el problema planteado en la investigación. Se modelan los Casos de Uso del sistema.

Capítulo 3. Análisis y diseño del sistema para la gestión de la información de los procedimientos Estudio Hemodinámico y Valvuloplastia del servicio de Hemodinámica del Centro CIMEQ: caracteriza la arquitectura asimilada para el desarrollo del sistema tratado en la investigación. Se realiza el Modelo de Diseño a partir de la descripción de los patrones del diseño, el Diagrama de Paquetes y el Diagrama de Clases.

Capítulo 4. Implementación del sistema para la gestión de la información de los procedimientos Estudio Hemodinámico y Valvuloplastia del servicio de Hemodinámica del Centro CIMEQ: propone un Modelo de Datos y describe sus tablas correspondientes. Se define la estructura a alto nivel de la implementación a través del Diagrama de Componentes. Se representan las relaciones físicas entre el hardware y el software a partir del Diagrama de Despliegue. Se muestra el pseudocódigo de algunos métodos utilizados durante el desarrollo del sistema propuesto como solución en la presente investigación. Se describen las interfaces del sistema y los pasos a seguir por el usuario para gestionar un procedimiento. Se determina el nivel de satisfacción del cliente a partir de la técnica ladov.

Capítulo 1. Fundamentación teórica del sistema para la gestión de la información de los procedimientos Estudio Hemodinámico y Valvuloplastia del servicio de Hemodinámica del Cardiocentro CIMEQ

Este capítulo es el resultado de la búsqueda y análisis de la información relacionada con los procedimientos Estudio Hemodinámico y Valvuloplastia del servicio de Hemodinámica, con el propósito de profundizar en los conceptos que brindan soporte a la investigación. Se analiza el estado del arte del tema tratado y se caracterizan las diferentes tecnologías y herramientas utilizadas para dar solución al problema planteado.

1.1 Conceptos básicos relacionados con el dominio del problema

Para el entendimiento de la problemática es necesario el estudio del marco conceptual relacionado a la investigación. A continuación se muestran los conceptos fundamentales que lo integran.

1.1.1 Hemodinámica

La Hemodinámica es aquella parte de la Cardiología que se encarga del estudio anatómico y funcional del corazón mediante la introducción de catéteres finos a través de las arterias y venas de la ingle o del brazo. Esta técnica permite conocer con exactitud el estado de las arterias del corazón, las presiones dentro de cada cámara cardiaca, el funcionamiento del músculo cardiaco (ventrículos), la presencia de anomalías congénitas y el funcionamiento de las válvulas cardiacas. (6)

La Hemodinámica aporta datos por registro de presiones y cálculos hemodinámicos, los cuales tienen unidades específicas de medición que se muestran en la Tabla 1.1.

Tabla 1.1 Parámetros hemodinámicos tomados en un procedimiento Estudio Hemodinámico o Valvuloplastia de un paciente. (7)

| Parámetro | Unidad |
|----------------------|--------|
| Aurícula Derecha | mmHg |
| Ventrículo Derecho | mmHg |
| Arteria Pulmonar | mmHg |
| Capilar Pulmonar | mmHg |
| Aurícula Izquierda | mmHg |
| Ventrículo Izquierdo | mmHg |
| Aorta | mmHg |
| Oximetría Vena Cava | % |

| | |
|------------------------------------|-----------------|
| Oximetría Aurícula Derecha | % |
| Oximetría Ventrículo Derecho | % |
| Oximetría Arteria Pulmonar | % |
| Oximetría Aurícula Izquierda | % |
| Oximetría Aorta | % |
| Gasto Cardíaco | L/min |
| Frecuencia Cardíaca | P/min |
| Resistencia Arterial Pulmonar | mmHg/L/min |
| Resistencia Vascular Sistémica | mmHg/L/min |
| Área Valvular Pulmonar | cm ² |
| Gradiente Transvalvular de Presión | mmHg |

Milímetro de mercurio (mmHg): Unidad empleada para medir la tensión arterial en medicina.

1.1.2 Estudio Hemodinámico

Un Estudio Hemodinámico es una prueba que brinda información acerca de cómo están las presiones en el sistema cardiovascular, que se pueden ver alteradas por múltiples enfermedades. Dicha información puede ser útil para el diagnóstico y el tratamiento de diversas enfermedades, tales como: Estenosis, Trombosis, Arritmia, Miocardiopatía, entre otras. (8)

Los estudios hemodinámicos tienen dos objetivos principales (8):

- Diagnóstico: muchas de las enfermedades que afectan al corazón o al pulmón provocan alteraciones en las presiones dentro del sistema cardiovascular. El estudio de esas alteraciones proporciona datos que junto con los obtenidos con otras pruebas sugieren la presencia de una u otra patología.
- Ayudar al manejo de la enfermedad: estos estudios permiten ajustar y optimizar la medicación de forma precisa y en ocasiones sirven para saber si un paciente debe o puede ser sometido a una determinada cirugía o en qué momento debe ser intervenido.

1.1.3 Valvuloplastia

Una Valvuloplastia es una reparación quirúrgica de una válvula del corazón para alivio de los síntomas o por incapacidad de funcionamiento. En la Valvuloplastia, se pasa un tubo, o catéter, muy pequeño, angosto y hueco, al corazón por un vaso sanguíneo de la ingle o la aorta. Una vez que se coloca el catéter en la válvula que se debe abrir, se infla un balón que se encuentra en la punta del catéter hasta que se abren las valvas (aletas) de la válvula. Una vez abierta la válvula, el

balón se desinfla y se quita el catéter. La Valvuloplastia se realiza en determinadas situaciones para abrir una válvula cardíaca que se ha endurecido como consecuencia de una enfermedad o por el proceso de envejecimiento. No todas las afecciones en las que se endurece una válvula cardíaca se pueden tratar con Valvuloplastia. El médico puede recomendar una Valvuloplastia por otros motivos. (9)

1.2 Aplicaciones y tendencias actuales de los sistemas de gestión de la información del servicio de Hemodinámica

La evolución en el mundo del software ha llevado a una gran competencia entre los sistemas informáticos. Los sistemas de gestión de la información de la especialidad de Cardiología, y en especial del servicio de Hemodinámica, no están ajenos de esta competitividad. A continuación se muestran los sistemas enmarcados en esta área.

1.2.1 Ámbito internacional

Por su aporte a la investigación, dentro de la gran variedad de sistemas desarrollados a nivel internacional, se identificaron los siguientes:

Sistema de Gestión Médica Cardiológica (CardioBase)

CardioBase ha sido desarrollado para el trabajo cotidiano del cardiólogo, con más de 25 años de trayectoria. Su versión CB/H 1.0, aplicada a Estudio Hemodinámico y Valvuloplastia, cuenta con un módulo central de pacientes y de electrocardiogramas. (10)

Características generales (10; 11):

- Es un sistema privativo.
- Está implementado sobre la plataforma JEE⁵ en su versión 5.
- Permite realizar informes sencillos cuya preparación requiere la incorporación de datos. Estos informes incluyen estadísticas elaboradas con el paquete Statistical Analysis System (SAS), utilizando las Hojas de cálculo Excel⁶.

⁵ Plataforma de programación para desarrollar y ejecutar software de aplicaciones en el lenguaje de programación Java.

⁶ Aplicación para manejar hojas de cálculo.

- Consta de un archivo central con los datos personales del paciente al que se relacionan los de las diferentes prestaciones brindadas a él por el usuario.
- Permite una rápida búsqueda de pacientes o prestaciones por múltiples criterios de selección, ya sea único o en complejas combinaciones.
- Puede ser usado en diferentes instituciones o consultorios, de igual o diferente localidad de trabajo.
- No obliga al uso de todos los campos de datos o de todos los archivos, posibilitando un uso personalizado o parcial del programa.
- Presenta más de veinte años de uso y mejoras.
- Permite el registro automático de modificaciones o eliminaciones de archivos luego de 24 horas de su creación.

Sistema de Registro Hemodinámico (Mac-Lab XTi)

Mac-Lab XTi sincroniza datos e imágenes en tiempo real para ayudarle a realizar procedimientos complejos con confianza. En esencia es un conjunto de datos integrados que permite realizar las funciones clínicas, administrativas e informáticas. La interfaz común de usuario proporciona las funciones de guardar, recopilar, analizar, almacenar datos y generar informes.

Características generales (12; 13):

- Es un sistema privativo.
- Está implementado sobre la plataforma JEE en su versión 5.
- Optimiza la eficiencia con recolección de datos agilizada para llenar informes sencillos y completos de los procedimientos.
- Permite realizar búsquedas utilizando varios criterios.
- Reduce los errores en la introducción de datos.
- Permite exportar datos completos en formato access y excel hacia diversos paquetes estadísticos.
- Contiene macros definidos por el usuario que permiten que el personal clínico defina el flujo de casos a su flujo de trabajo específico, agilizando la recolección de datos y proporcionando un informe del procedimiento completo.

- Su equipo de desarrollo está integrado por ingenieros con gran prestigio a nivel internacional.
- Permite seleccionar cualquier imagen de la biblioteca de imágenes para documentar y generar informes.

Sistema para Expedientes Clínicos para Cardiólogos (MedicalApp)

MedicalApp es un sistema que ayuda a los especialistas en Cardiología a llevar un control riguroso de los expedientes de sus pacientes de manera digital. La versatilidad de MedicalApp hace posible consultar cualquier paciente con cualquier dispositivo electrónico, sin importar su sistema operativo.

Características generales (14; 15):

- Es un sistema privativo.
- Aunque su plataforma es híbrida, está desarrollado esencialmente sobre Java.
- Incluye toda la información necesaria para dar seguimiento a los tratamientos de sus pacientes, guardar estudios médicos, fotografías, procedimientos y medicamentos recetados.
- Utiliza codificadores o nomencladores para hacer más dinámicas las consultas.
- Elabora recetas y gestiona consultas de seguimiento.
- Posee un módulo de estadísticas para llegar a conclusiones administrativas.
- Administra de manera separada los diferentes procedimientos que se le realizan a los pacientes para un mejor manejo y confección de expedientes particulares.
- Fue desarrollado por un gran equipo de ingenieros y lleva más de 10 años de explotación y soporte técnico continuo.
- Permite programar actividades recurrentes, dar de alta o cancelar citas y su sistema de alarma le recuerda las actividades diarias a los especialistas.

Sistema de Soluciones Cardiológicas Integradas (Merge Cardiology Solutions)

Merge Cardiology Solutions está compuesto por dos sistemas con funciones específicas. El sistema de Cardiología Integrada (Merge Cardio), es un sistema de gestión de información e imagen que soporta todas las modalidades de Cardiología. Además del sistema de Hemodinámica Integrada (Merge Hemo) como instrumento de documentación en tiempo real para el laboratorio de

cateterismo cardíaco. Estos sistemas proporcionan una visión única basada en el registro completo de un paciente. La adopción de estos sistemas es exitosa ya sea en hospitales o laboratorios.

Características generales (16; 17):

- Es un sistema privativo.
- Está desarrollado sobre el framework .Net en su versión 4.2.
- Automatiza el proceso de laboratorio en un registro electrónico de pacientes con una interfaz de pantalla táctil, permitiendo la realización de procedimientos más eficientes.
- Integra la funcionalidad completa para la recopilación de datos, el control de inventario, la carga del paciente y la notificación del procedimiento en un solo archivo de historias clínicas.
- Reduce errores y elimina la duplicación de datos con plantillas definidas por el usuario.
- Mejora la eficiencia mediante la documentación de cualquier procedimiento a través del arrastre y las acciones similares a la utilización de un teléfono inteligente o tableta.
- Provee sistemas y herramientas con un flujo de trabajo y presentación de informes familiarizados y cómodos de usar por los especialistas en Cardiología.
- Incluye funcionalidades para la gestión de codificadores del sistema.
- Las variables asociadas a cada informe pueden ser creadas o modificadas en tiempo real.
- Permite la conexión de su base de datos con archivos excel para la generación de estadísticas.
- El sistema recibe soporte técnico frecuentemente por parte de una gran comunidad.
- Ofrece una visión completa y actualizada del archivo de un paciente desde cualquier ubicación y en cualquier momento, basado en la web.

1.2.2 Ámbito nacional

A continuación se presenta una descripción del único sistema desarrollado en Cuba vinculado al objeto de estudio:

Sistema para el Control de Procedimientos Hemodinámicos (ANGYCORA 1.0)

Es un software para el control de procedimientos en un servicio de Hemodinámica. Permite, a través de una interfaz amigable, crear y estructurar un banco de datos donde se registran o almacenan los datos asociados a los procedimientos. El sistema basa su funcionamiento en un diccionario de datos que puede ser personalizado por cada servicio.

Características generales (4):

- Fue desarrollado en el lenguaje de programación FoxPro⁷ 2.6.
- Fue desarrollado por la empresa SOFTEL⁸ en un período de 6 meses.
- Cada especialista va confeccionando un diccionario de datos, definiendo los posibles valores que pueden tomar las características clínicas y los parámetros fisiopatológicos que caracterizan cada paciente-procedimiento.
- A través de una interfaz amigable se registra cada caso, que concluye con un informe de texto e imágenes. Es posible combinar, seleccionar y cruzar las variables ya registradas.
- Propone un conjunto de codificadores que definen de manera coherente y sencilla el conjunto de valores y atributos que caracterizan a los procedimientos.
- Elabora un informe rápido de los resultados y permite la localización ágil de procedimientos aplicados, pudiendo consultar los detalles de cada examen.

1.3 Comparación de los sistemas para la gestión de la información del servicio de Hemodinámica

A continuación se muestra en la Tabla 1.2 una comparación entre los sistemas estudiados teniendo en cuenta características relevantes para la investigación. Dichas características fueron seleccionadas por las siguientes razones:

- Privativo: para determinar si su adquisición trae como consecuencia un gasto monetario.
- Tecnología: para determinar si las tecnologías a asimilar poseen validez a nivel nacional e internacional.
- Buscador: por el gran volumen de información que se maneja en el servicio de Hemodinámica del Cardiocentro CIMEQ.

⁷ Lenguaje de programación orientado a objetos, que a la vez es un Sistema Gestor de Bases de datos.

⁸ Empresa de software cubana cuyo objeto social principal es ofrecer soluciones informáticas para el Sistema de Salud.

- Estadísticas: por la importancia que tiene el proceso de generar estadísticas para el servicio de Hemodinámica del Cardiocentro CIMEQ.
- Uso de Codificadores: por su utilidad en la definición de los valores y atributos que caracterizan a los procedimientos que se desarrollan en el servicio de Hemodinámica (18).

Tabla 1.2 Comparación de los sistemas para la gestión de la información del servicio de Hemodinámica (elaborada por los autores)

| Sistema | Privativo | Tecnología | Buscador | Estadísticas | Uso de codificadores |
|----------------------------------|-----------|------------|----------|------------------------|----------------------|
| CardioBase | Sí | Java | Sí | SAS-Excel | - |
| Mac-Lab XTi | Sí | Java | Sí | Access-Excel | - |
| MedicalApp | Sí | Java | - | Módulo de estadísticas | Sí |
| Merge Cardiology Solutions | Sí | .Net | - | Excel | Sí |
| ANGYCOR | No | FoxPro 2.6 | Sí | No | Sí |

Una vez realizado el análisis de las características de los sistemas que son objeto de estudio en la investigación se han obtenido varias conclusiones:

- Sólo ANGYCOR no es privativo.
- Existe una tendencia hacia el uso de la plataforma Java para el desarrollo de sistemas para la gestión de la información del servicio de Hemodinámica.
- Se ha generalizado el uso de codificadores para el manejo de las variables en los sistemas que gestionan la información del servicio de Hemodinámica.
- Los componentes de búsqueda que facilitan la labor del usuario son muy usados en los sistemas que gestionan la información del servicio de Hemodinámica.
- Sólo ANGYCOR no ofrece facilidades en la generación de estadísticas.

1.4 Tecnologías utilizadas para el desarrollo del sistema para la gestión de la información de los procedimientos Estudio Hemodinámico y Valvuloplastia del servicio de Hemodinámica del Cardiocentro CIMEQ

El determinar con exactitud las herramientas a utilizar para llevar el desarrollo de una aplicación resulta de carácter significativo ya que permite trabajar de forma organizada y obtener una solución satisfactoria. A continuación se describen las técnicas, tecnologías y metodología utilizadas en el proceso de desarrollo del sistema para la gestión de la información de los procedimientos Estudio Hemodinámico y Valvuloplastia del Cardiocentro CIMEQ. Dichas tecnologías fueron asimiladas del Departamento de Desarrollo de Aplicaciones del Centro de Informática Médica⁹ (CESIM).

Proceso Unificado de Desarrollo (RUP, por sus siglas en inglés): es una metodología de desarrollo de software que define claramente quién, cómo, cuándo y qué debe hacerse en el proyecto. Este proceso posee tres características, la primera es que está centrado en la arquitectura, ya que relaciona la toma de decisiones de cómo y en qué orden debe ser construido el sistema. La segunda características que tiene RUP es que está dirigido por Casos de Uso porque expresa lo que el usuario desea orientarle al proyecto o sea la importancia que tiene el mismo. La tercera es, iterativo e incremental, es decir, divide en mini proyectos al proyecto, donde la arquitectura y los casos de uso cumplan sus objetivos. RUP divide el proceso en 4 fases, la de Inicio, Elaboración, Construcción y Transición donde se realizan varias iteraciones en cada una de ellas. Su objetivo es la obtención de un software eficiente, mediante la planificación total del trabajo a realizar antes del comienzo del ciclo de desarrollo. (19)

Arquitectura Cliente-Servidor: es una forma de dividir y especializar programas y equipos de cómputo de forma que la tarea que cada uno de ellos realice se efectúe con la mayor eficiencia posible y permita simplificar las actualizaciones y mantenimiento del sistema. En este modelo, el papel del cliente es iniciar el diálogo, enviando peticiones al servidor conforme a algún protocolo asimétrico, pidiéndole que actúe, que le informe, o ambas cosas. El servidor es quien responde las solicitudes del cliente. (20)

⁹ Centro de desarrollo de software encargado de desarrollar productos, servicios, y soluciones informáticas enfocadas al campo de la medicina.

Patrón Modelo-Vista-Controlador: es un patrón de arquitectura de software que separa los datos de una aplicación, la interfaz de usuario, y la lógica de control en tres componentes distintos. Este patrón se ve frecuentemente en aplicaciones web, donde la vista es la página HTML¹⁰ y el código que provee de datos dinámicos a la página, el modelo es el sistema gestor de base de datos y el controlador representa la lógica de negocio. (21)

Lenguaje Unificado de Modelado (UML, por sus siglas en inglés): es un lenguaje para visualizar, especificar, construir y documentar los artefactos de un sistema que involucra una gran cantidad de software. Permite la modelación de software con tecnología orientada a objetos. Este lenguaje de modelado formal permite tener un mayor rigor en la especificación, realizar una verificación y validación del modelo desarrollado, automatizar determinados procesos y generar código a partir de los modelos y a la inversa. Esto último permite que el modelo y el código estén actualizados. (22)

Java: es un lenguaje de programación de propósito general, concurrente, basado en clases y orientado a objetos. Es independiente de la plataforma y libre. Su sintaxis permite el empleo de encapsulación, herencia y polimorfismo en la creación de aplicaciones. (23)

XHTML: es el lenguaje de marcado pensado para sustituir a HTML como estándar para las páginas web. Su objetivo es lograr una web semántica, donde la información y la forma de presentarla estén claramente separadas. (24)

CSS: es un lenguaje formal usado para definir la presentación de un documento estructurado escrito en HTML o XML¹¹ (y por extensión en XHTML). La principal ventaja que ofrece la aplicación de CSS es separar la estructura de un documento de su presentación. (25)

JBoss Developer Studio 7.1: es un Entorno de Desarrollo Integrado (IDE, por sus siglas en inglés). Este entorno de desarrollo integrado ofrece el control del editor de código, del compilador y del depurador desde una única interfaz de usuario. Su misión consiste en evitar tareas repetitivas, facilitar la escritura de código correcto, disminuir el tiempo de depuración e incrementar la productividad del desarrollador. Estas tareas se pueden realizar de muchas maneras distintas: mediante la inclusión de asistentes para las tareas más habituales y mecánicas de editores que

¹⁰ Lenguaje de marcado de hipertexto predominante para la elaboración de páginas web.

¹¹ Metalenguaje extensible de etiquetas desarrollado por el World Wide Web Consortium.

completen automáticamente el código y señalen errores sintácticos, de gestores de archivos fuente, etc. (26)

Java Server Faces (JSF): es un ambiente de desarrollo para aplicaciones Java basadas en la web que simplifica el desarrollo de interfaces de usuario en aplicaciones. JSF usa Java Server Pages (JSP) como la tecnología que permite hacer el despliegue de las páginas, facilita y agiliza el diseño de interfaces de usuario, pues implementa una serie de componentes, estado de los mismos, eventos del lado de servidor, entre otras ventajas. (27)

Java Platform Enterprise Edition (JavaEE 7): es una plataforma de software usada ampliamente para programación del lado del servidor en el lenguaje de programación Java. Permitir la tolerancia a fallos en aplicaciones Java de NCapas, basadas en componentes modulares que se ejecutan en un servidor de aplicaciones. Java EE es un estándar para desarrollar aplicaciones Java portátiles, robustas, escalables y seguras para el servidor. Proporciona a los desarrolladores un potente conjunto de APIs que reducen el tiempo de desarrollo y la complejidad, al tiempo que mejoran el rendimiento de las aplicaciones. (28)

Java Runtime Environment (JRE 1.7.0): es el entorno en tiempo de ejecución de Java, se corresponde con un conjunto de utilidades que permite la ejecución de programas Java sobre todas las plataformas soportadas. La Máquina Virtual Java (JVM) es una instancia de JRE en tiempo de ejecución, este es el programa que interpreta el código Java, además de las librerías de clases estándar que implementan el API de Java. Ambas JVM y API deben ser consistentes entre sí, de ahí que sean distribuidas de modo conjunto. (28)

RichFaces: es un framework de código abierto que añade capacidad Ajax dentro de aplicaciones JSF existentes sin recurrir a JavaScript. RichFaces incluye: ciclo de vida, validaciones, conversiones y la gestión de recursos estáticos y dinámicos. Los componentes de RichFaces están contruidos con soporte Ajax que puede ser fácilmente incorporado dentro de las aplicaciones JSF. (29)

Ajax4JSF: es una librería de código abierto que se integra totalmente en la arquitectura de JSF y extiende la funcionalidad de sus etiquetas dotándolas con tecnología Ajax de forma limpia y sin añadir código JavaScript. Presenta mejoras sobre los propios beneficios del framework JSF incluyendo el ciclo de vida, validaciones, facilidades de conversión y el manejo de recursos

estáticos y dinámicos. Permite definir un evento en una página que invoca una petición Ajax y luego las áreas de la página deberían sincronizarse con el Árbol de Componentes JSF después de que la petición Ajax cambie los datos en el servidor. (30)

Facelets: es un framework para plantillas centrado en la tecnología JSF, lo cual permite que JSP (Java Server Pages) y JSF puedan funcionar conjuntamente en una misma aplicación web ya que estos no se complementan naturalmente. JSP procesa los elementos de la página de arriba a abajo, mientras que JSF dicta su propio rendering (ya que su ciclo de vida está dividido en fases marcadas). Facelets llena este vacío entre JSP y JSF, siendo una tecnología centrada en crear árboles de componentes y estar relacionado con el complejo ciclo de vida JSF. (31)

Hibernate 3.2.5: es una herramienta de mapeo objeto-relacional para la plataforma Java, que facilita el mapeo de atributos entre una base de datos relacional tradicional y el modelo de objetos de una aplicación. Esta herramienta genera las sentencias SQL y libera al desarrollador del manejo manual de los datos que resultan de la ejecución de dichas sentencias. Logra mantener la portabilidad entre todos los motores de bases de datos con un ligero incremento en el tiempo de ejecución. Hibernate ofrece también un lenguaje de consulta de datos llamado HQL (Hibernate Query Language), al mismo tiempo que una API para construir las consultas programáticamente conocida como "Criterio". (32)

JBoss Seam 2.1.1: es un framework para el desarrollo de aplicaciones web en Java, que define un modelo de componentes uniforme para toda la lógica de negocio de las aplicaciones que sean desarrolladas mediante su utilización. Integra fácilmente tecnologías estándares como Java Server Faces (JSF), modelo de componentes para la capa de presentación; Enterprise JavaBeans (EJB3), modelo de componentes para la lógica de negocio y persistencia del lado del servidor; Java Persistence API (JPA), y de Business Process Management (BPM). Integra además librerías de controles de código abierto basadas en JSF como RichFaces, ICE Faces. (33)

JasperReport 4.02: es una herramienta de creación de informes que tiene la habilidad de entregar contenido enriquecido al monitor, a la impresora o a ficheros PDF¹², HTML, XLS¹³, CSV¹⁴ y XML.

¹² Formato de documento portátil de almacenamiento de documentos, desarrollado por la empresa Adobe Systems.

¹³ Extensión de archivo por defecto del formato excel.

¹⁴ Documento en formato abierto para representar datos en forma de tabla.

Su principal propósito es crear documentos de tipo páginas, preparados para imprimir en una forma simple y flexible. (34)

IReport 3.1: es una herramienta visual que sirve para generar ficheros XML (plantillas de informes) utilizando la herramienta de generación de informes JasperReport. Provee a los usuarios de JasperReport una interfaz visual para construir reportes. También permite que los usuarios corrijan visualmente informes complejos con cartas, imágenes y subinformes. (35)

JBoss Server 4.2.2 GA: es el servidor de aplicaciones de código abierto más ampliamente desarrollado del mercado. Por ser una plataforma certificada J2EE, soporta todas las funcionalidades de J2EE 1.4 e incluye servicios adicionales como clustering, caching y persistencia. JBoss es ideal para aplicaciones Java y aplicaciones basadas en la web. También soporta Enterprise Java Beans (EJB), lo que hace el desarrollo de las aplicaciones mucho más simple. Además, al ser desarrollado con tecnología Java, es multiplataforma. (36)

PostgreSQL Server 9.3: es un Sistema de Gestión de Bases de Datos (SGBD) que no tiene costo asociado por lo que se puede disponer de su código fuente, modificarlo y redistribuirlo libremente. Garantiza concurrencia, para lo cual utiliza la tecnología de Control de Concurrencia Multi-Versión, con lo que se logra que ningún lector sea bloqueado por un escritor. Es extensible, soporta operadores, funciones, métodos de acceso y tipos de datos definidos por el usuario. (37)

PgAdmin III 1.18: es una aplicación gráfica para trabajar con el gestor de bases de datos PostgreSQL, con licencia Open Source. Está diseñado para responder a las necesidades de todos los usuarios, desde escribir consultas SQL simples hasta desarrollar bases de datos complejas. La interfaz gráfica soporta todas las características de PostgreSQL y facilita enormemente la administración. La conexión al servidor puede hacerse mediante el protocolo TCP/IP¹⁵ o Unix Domain Sockets, y puede encriptarse mediante SSL (Secure Socket Layer) para mayor seguridad. (38)

Visual Paradigm 6.4: es una herramienta UML profesional que soporta el ciclo de vida completo del desarrollo de software: análisis y diseño orientados a objetos, construcción, pruebas y

¹⁵ Protocolo de Control de Transmisión (TCP) y Protocolo de Internet (IP). Son el conjunto de protocolos que constituyen la base de internet, y sirve para enlazar computadoras que utilizan diferentes sistemas operativos.

despliegue. El software de modelado UML ayuda a la construcción de aplicaciones de calidad, mejores y a un menor coste. Permite dibujar todos los tipos de diagramas de clases, código inverso, generar código desde diagramas y generar documentación. (39)

Conclusiones parciales

Una vez realizado el estudio de los sistemas actuales que gestionan la información del servicio de Hemodinámica, se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- Las tecnologías asimiladas en la investigación presentan validez a nivel nacional e internacional para el desarrollo de sistemas para la gestión de la información de los procedimientos Estudio Hemodinámico y Valvuloplastia del servicio de Hemodinámica.
- Ninguno de los sistemas estudiados constituye una solución al problema identificado, porque su adquisición traería como consecuencia un gasto monetario en su uso y mantenimiento.
- Se identificaron características en los sistemas estudiados que pueden ser útiles en el desarrollo del sistema para la gestión de la información de los procedimientos Estudio Hemodinámico y Valvuloplastia del Cardiocentro CIMEQ:
 - El uso de búsquedas para facilitar la labor de los especialistas del servicio de Hemodinámica.
 - El uso de codificadores para hacer más dinámica la comunicación del sistema con el usuario.
 - La facilidad de generación de estadísticas para el análisis de tendencias sobre parámetros determinados.

Capítulo 2. Características del sistema para la gestión de la información de los procedimientos Estudio Hemodinámico y Valvuloplastia del servicio de Hemodinámica del Cardiocentro CIMEQ

En la presente investigación se realizó una entrevista no estructurada a los especialistas del servicio de Hemodinámica del Cardiocentro CIMEQ. En ella se abordaron aspectos necesarios para definir las características que debe tener el sistema, tales como: flujo de actividades, documentos que se manipulan e involucrados en este proceso. El resultado de esta se encuentra evidenciado en los epígrafes: Flujo actual de los procesos del negocio, Objeto de automatización, Modelo de Negocio, Especificación de requisitos de software y Modelo de Casos de Uso del sistema.

2.1 Flujo actual de los procesos del negocio

Para el desarrollo de cualquier sistema constituye un eslabón fundamental la comprensión de los procesos existentes en el negocio. A continuación se describen los procesos del negocio: Atender paciente, Realizar consulta de seguimiento y Generar estadísticas.

2.1.1 Atender paciente

El servicio de Hemodinámica está concebido para recibir pacientes que requieran de una intervención médica, de forma urgente o electiva. En el caso de una atención de urgencia, este pasa directo al laboratorio para la ejecución del procedimiento. Cuando es electiva, los especialistas en Hemodinámica priorizan la valoración clínica de la orden que debe traer el paciente teniendo en cuenta el centro de referencia y que esta ha sido orientada por un especialista en Cardiología.

A cada paciente que se le brinda un servicio se le recogen los datos personales con el fin de registrarlos en ANGYCOR. Luego se revisa el cumplimiento de ciertos protocolos de seguridad de carácter obligatorio, como la higiene corporal completa, ayuna de alimentos sólidos e hidratación. Es necesario que el paciente este de acuerdo con el procedimiento a realizarle, por lo que debe

firmar un Acta de Consentimiento¹⁶. Si el estado del paciente es crítico el acta la firma un acompañante o un familiar.

En el laboratorio hay un médico ejecutor que se encarga de realizar la intervención; y un médico informante. Este último registra los datos obtenidos del procedimiento en el Informe de Procedimiento en el sistema y luego se lo asigna al paciente creado con anterioridad. Para el caso en que fue recibido de urgencia, este no se encuentra creado, por lo que se crea y se le asigna el procedimiento realizado. Puede realizarse más de un procedimiento, es decir, realizar un Estudio Hemodinámico (diagnóstico) y una Valvuloplastia (tratamiento).

Luego de la intervención, cuando el paciente se encuentra estable, se le indica una Consulta de Seguimiento y se imprimen los informes de los procedimientos para adjuntarlos a la Historia Clínica del paciente. Estos documentos auxilian a los médicos durante la estancia de un paciente en el hospital y en las consultas posteriores. Cuando un paciente fallece en el laboratorio, se confecciona un Certificado de Defunción¹⁷ que es entregado al acompañante o familiar.

2.1.2 Realizar consulta de seguimiento

Después de transcurrido un tiempo desde que el paciente fue atendido, se le realiza una Consulta de Seguimiento para controlar su estado. En esta se obtienen datos que son plasmados en el Informe de la Consulta de Seguimiento. Si los especialistas en Hemodinámica consideran que es necesario seguir con la observación del paciente, se planifica otra consulta.

2.1.3 Generar estadísticas

El proceso de generar estadísticas se lleva a cabo en el servicio de Hemodinámica del Cardiocentro CIMEQ con el objetivo de tener conocimiento de ciertos atributos de la población de pacientes atendidos. Las estadísticas referentes a las cantidades de procedimientos realizados en períodos de días, meses, años y total de ellos, son generadas por ANGYCOR. Las restantes estadísticas se obtienen después de que el técnico de registros estadísticos construye manualmente un archivo excel.

¹⁶ Documento oficial mediante el cual un sujeto confirma voluntariamente su deseo de participar en un estudio en particular después de haber sido informado sobre todos los aspectos de éste que sean relevantes para que tome la decisión de participar.

¹⁷ Documento oficial que acredita el fallecimiento de la persona.

2.2 Objeto de automatización

Se desea automatizar el proceso de Atender paciente. En este proceso interviene el documento que será el principal objeto de automatización de la investigación en curso: el Informe de Procedimiento. Se automatizarán todas las actividades que se encuentran enmarcadas en la recogida de datos del paciente y la realización de los procedimientos. En el proceso Realizar consulta de seguimiento se automatizarán el Informe de la Consulta de Seguimiento y sus actividades correspondientes. De esta forma, se agilizará la gestión de la información de los procedimientos Estudio Hemodinámico y Valvuloplastia, en aras de contribuir a un adecuado funcionamiento de este servicio en el Cardiocentro CIMEQ y a una mejor atención al paciente.

Otro de los procesos a automatizar es la Generación de estadísticas, dentro del cual intervienen los registros que se generan en el servicio de Hemodinámica y el archivo excel construido por el técnico de registros y estadísticas. La informatización de este proceso puede servir de apoyo a los médicos y técnicos de registros y estadísticas para la recopilación rápida y confiable de la información en vista a la realización de los análisis estadísticos.

2.3 Modelo de Negocio

Es una técnica para comprender los procesos de negocio de la organización y determinar los requisitos del sistema. Algunos elementos fundamentales de este flujo de trabajo son:

- La estructura y la dinámica de la organización donde se va a implantar el sistema.
- Los problemas actuales de la organización y las mejoras potenciales.
- El entendimiento común del funcionamiento de la organización entre el usuario final y equipo de desarrollo.
- Los requerimientos del sistema.

2.3.1 Definición de actores y trabajadores del negocio

Actor del negocio: es cualquier persona, individuo, grupo, entidad, organización, máquina o sistema de información externos; con los que el negocio interactúa. El término actor no es más que el rol que se juega cuando se interactúa con el negocio para beneficiarse de sus resultados. (40)
Los actores del negocio se muestran en la Tabla 2.1.

Tabla 2.1 Definición de los actores del negocio que intervienen en los procesos que se desarrollan en el servicio de Hemodinámica del Cardiocentro CIMEQ (elaborada por los autores)

| Actores del negocio | Función |
|----------------------|--|
| Paciente | Principal beneficiado de los procesos del negocio. Recibe una atención médica. |
| Acompañante familiar | Es el encargado de firmar el Acta de Consentimiento cuando el paciente es recibido de urgencia. Recibe el Certificado de Defunción cuando el paciente muere. |

Trabajador del negocio: define el comportamiento y responsabilidades (rol) de un individuo, grupo de individuos, sistema automatizado (software) o máquina, que trabajan en conjunto como un equipo dentro del proceso de negocio realizando las actividades que están comprendidas dentro del caso de uso. Ellos realizan las actividades y son propietarios de elementos. Estos trabajadores están dentro de la frontera del negocio y son los que posteriormente se convertirán en usuarios del sistema que se quiere construir. (40) Los trabajadores del negocio se muestran en la Tabla 2.2.

Tabla 2.2 Definición de los trabajadores del negocio que intervienen en los procesos que se desarrollan en el servicio de Hemodinámica del Cardiocentro CIMEQ (elaborada por los autores)

| Trabajadores del | Función |
|--|---|
| Especialistas del servicio de Hemodinámica | Son los principales protagonistas del proceso de negocio Atender paciente. Se encargan de interactuar con el paciente y emitir la mayoría de los documentos clínicos. Registran los pacientes que acuden al servicio de Hemodinámica. Generan e imprimen los informes clínicos de los procedimientos. Recogen los datos para elaborar los informes en el proceso de negocio Realizar consulta de seguimiento. |
| Médico que ejecuta | Realiza los procedimientos en el proceso de negocio Atender paciente. |
| Médico que informa | Interviene en el proceso de negocio Atender paciente para registrar los informes de los procedimientos en el sistema. |

| | |
|-------------------------------------|--|
| ANGYCOR | Se involucra en los procesos de negocio Atender paciente y Generar estadísticas. Sistema informático utilizado para gestionar la información relacionada con los procedimientos y la generación de estadísticas. |
| Técnico de registros y estadísticas | Es el encargado de llevar el proceso de negocio Generar estadísticas. Interactúa con el sistema ANGYCOR para mostrar el total de procedimientos realizados. Crea archivos excel analizables por paquetes estadísticos. |

2.3.2 Diagramas de proceso del negocio

Para realizar el modelado del negocio por procesos se siguió la Notación para el Modelado de Procesos de Negocio¹⁸ (BPMN, por sus siglas en inglés). Esta aporta una mayor visibilidad de las actividades que se realizan y ayuda a lograr un mejor entendimiento del flujo de trabajo existente en el área analizada. Permite definir con claridad las actividades innecesarias a la hora de automatizar el negocio.

Elementos gráficos empleados para la elaboración de los diagramas de proceso de negocio (40):

- Existen eventos de inicio y fin, los cuales indican una acción lógica en el flujo del proceso.
- Se identifican subprocesos y dentro de ellos se encuentran actividades atómicas que se relacionan por una línea continua que representa un flujo de secuencia.
- Las bifurcaciones determinan la ramificación del flujo a través de decisiones inclusivas o exclusivas.
- Los artefactos brindan la información de los documentos o registros que se requieren y se producen en cada actividad. Estos se relacionan mediante líneas discontinuas con la actividad que lo emplea.

Los diagramas de proceso de negocio de las Figuras 2.1, 2.2, 2.3 y 2.4, están compuestos por calles que representan a los actores y trabajadores del negocio; donde el mayor cúmulo de

¹⁸ Notación gráfica estandarizada que permite el modelado de procesos de negocio, en un formato de flujo de trabajo.

actividades está en las calles de los trabajadores. En estas se muestran las actividades que se realizan en orden lógico, respondiendo al proceso de negocio descrito. (40)

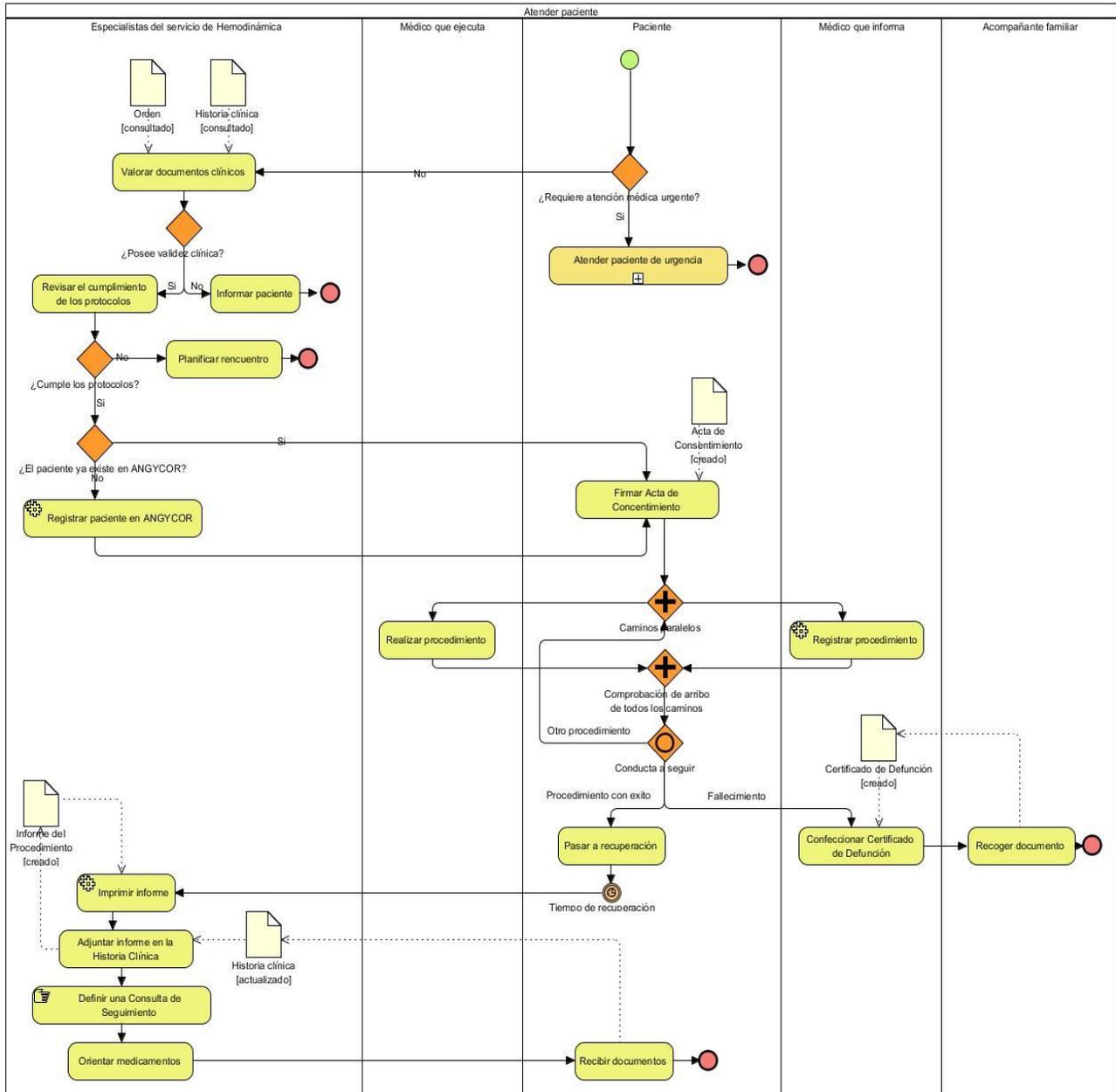


Figura 2.1 Diagrama de Proceso de Negocio "Atender paciente" del servicio de Hemodinámica del Cardiocentro CIMEQ (elaborada por los autores)

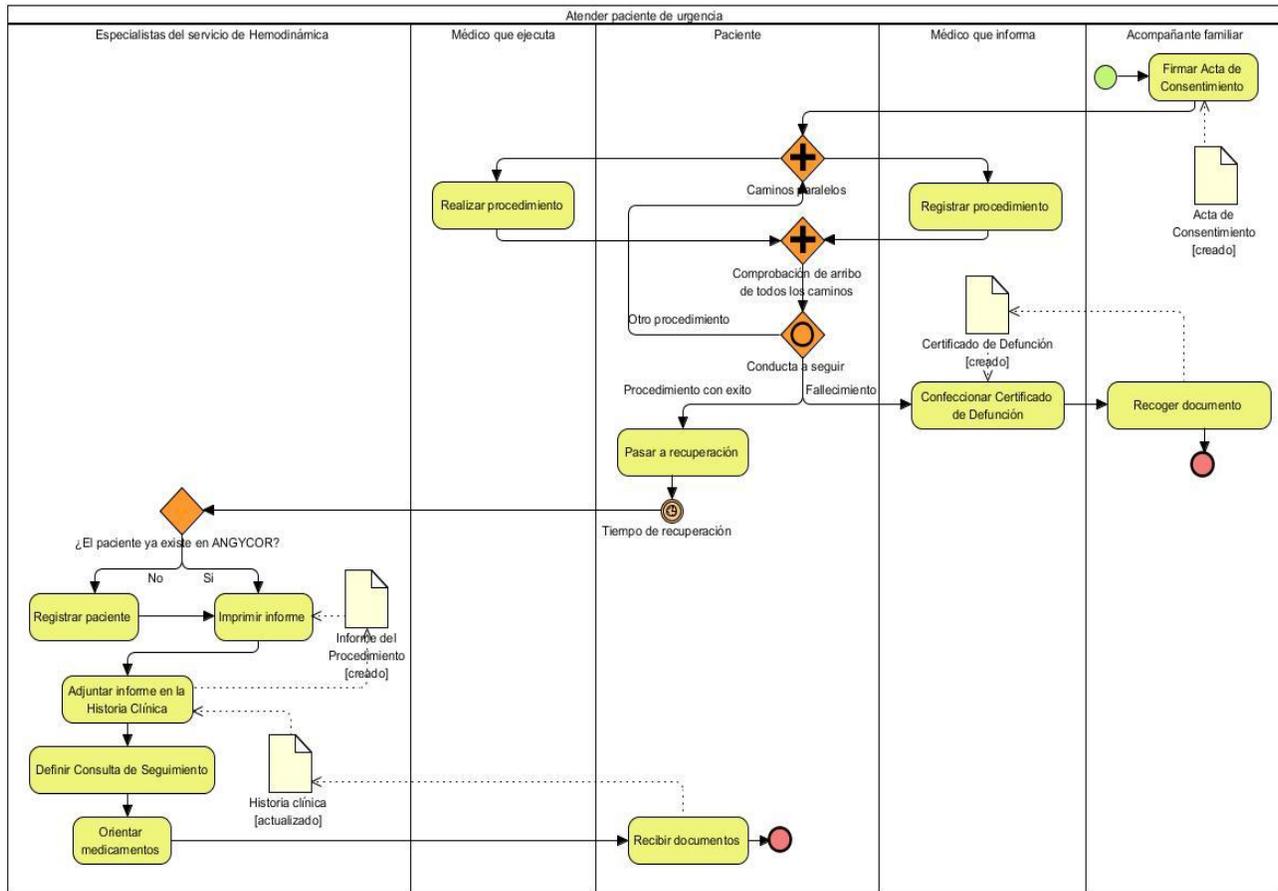


Figura 2.2 Diagrama de Proceso de Negocio "Atender paciente de urgencia" del servicio de Hemodinámica del Cardiocentro CIMEQ (elaborada por los autores)

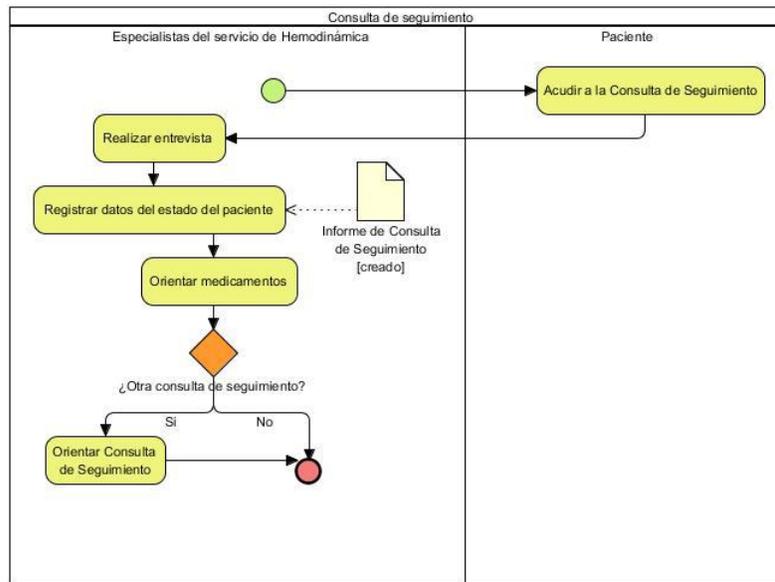


Figura 2.3 Diagrama de Proceso de Negocio "Realizar consulta de seguimiento" del servicio de Hemodinámica del Cardiocentro CIMEQ (elaborada por los autores)

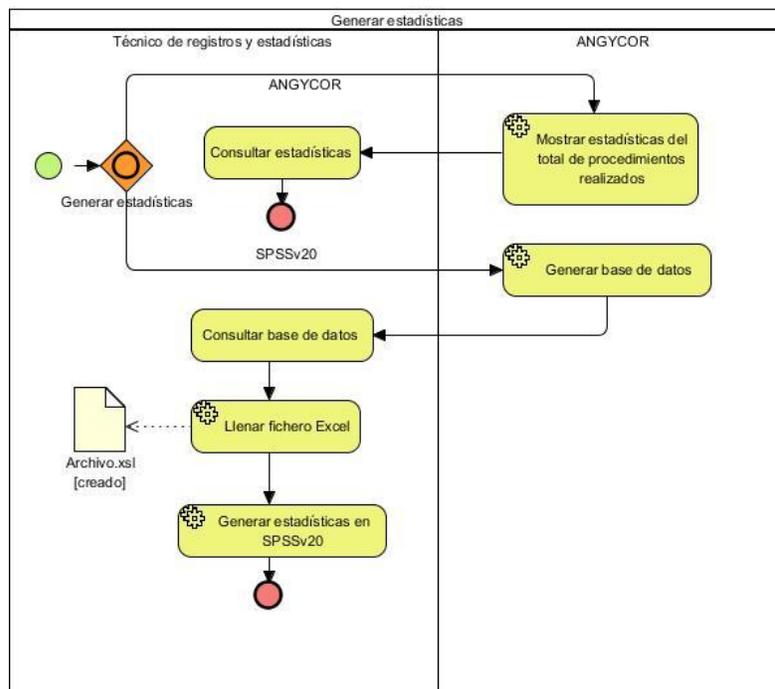


Figura 2.4 Diagrama de Proceso de Negocio "Generar estadísticas" del servicio de Hemodinámica del Cardiocentro CIMEQ (elaborada por los autores)

2.4 Especificación de requisitos de software

A continuación se describe el entendimiento común alcanzado respecto a los requisitos del sistema, por los involucrados en el desarrollo del sistema para la gestión de la información de los procedimientos Estudio Hemodinámico y Valvuloplastia del servicio de Hemodinámica del Cardiocentro CIMEQ.

2.4.1 Requisitos Funcionales

Dentro de las acciones identificadas como requisitos funcionales para el desarrollo del sistema para la gestión de la información de los procedimientos Estudio Hemodinámico y Valvuloplastia del servicio de Hemodinámica del Cardiocentro CIMEQ, se pueden mencionar las que se listan en la Tabla 2.3.

Tabla 2.3 Requisitos Funcionales del sistema para la gestión de la información de los procedimientos Estudio Hemodinámico y Valvuloplastia del servicio de Hemodinámica del Cardiocentro CIMEQ (elaborada por los autores)

| N° | Nombre | Descripción |
|-----|----------------------------------|---|
| RF1 | Mostrar datos del cardiocentro | Permite que se visualicen los datos del cardiocentro. |
| RF2 | Crear datos del cardiocentro | Permite insertar datos del cardiocentro. |
| RF3 | Modificar datos del cardiocentro | Permite modificar los datos del cardiocentro. |
| RF4 | Listar pacientes | Permite que se listen los pacientes asociados al servicio de Hemodinámica. |
| RF5 | Buscar paciente | Posibilita la búsqueda de un paciente específico en tiempo real a través de los criterios de búsqueda: número de identificación, nombre, primer y segundo apellido. |
| RF6 | Crear paciente | Permite adicionar un paciente nuevo al sistema. |
| RF7 | Ver detalles de paciente | Posibilita ver los detalles: número de identificación, nombre, primer y segundo apellido del paciente deseado. |
| RF8 | Modificar paciente | Permite modificar los datos de un paciente asociado al servicio de Hemodinámica. |

| | | |
|------|--|---|
| RF9 | Seleccionar paciente | Permite seleccionar un paciente asociado al servicio de Hemodinámica para luego asignarle un procedimiento o una Consulta de Seguimiento. |
| RF10 | Listar médicos | Permite que se listen los médicos asociados al servicio de Hemodinámica. |
| RF11 | Buscar médico | Posibilita la búsqueda de un médico específico en tiempo real a través de los criterios de búsqueda: número de registro, nombre, primer y segundo apellido, grado científico y especialidad. |
| RF12 | Crear médico | Permite adicionar un médico nuevo al sistema. |
| RF13 | Ver detalles de médico | Posibilita ver los detalles: número de registro, nombre, primer y segundo apellido, grado científico y especialidad de un médico específico. |
| RF14 | Modificar médico | Permite modificar los datos de un médico asociado al servicio de Hemodinámica. |
| RF15 | Listar procedimiento Estudio Hemodinámico | Permite que se listen los procedimientos de Estudio Hemodinámico realizados a un paciente asociado al servicio de Hemodinámica. |
| RF16 | Buscar procedimiento Estudio Hemodinámico | Posibilita la búsqueda de un procedimiento de Estudio Hemodinámico específico en tiempo real a través de los criterios de búsqueda: fecha de inicio y fin. |
| RF17 | Crear procedimiento Estudio Hemodinámico | Permite adicionar un nuevo procedimiento de Estudio Hemodinámico al sistema. |
| RF18 | Ver detalles de procedimiento Estudio Hemodinámico | Posibilita ver detalles: edad, peso, talla, descripción, observaciones, diagnóstico clínico, anatómico y funcional, provincia, hospital, técnica, complicaciones, médico que solicita, ejecuta e informa de un procedimiento de Estudio Hemodinámico. |
| RF19 | Modificar procedimiento | Permite modificar los datos de un procedimiento de |

| | | |
|------|---|---|
| | Estudio Hemodinámico | Estudio Hemodinámico de un paciente asociado al servicio de Hemodinámica. |
| RF20 | Generar informe de procedimiento Estudio Hemodinámico | Posibilita generar un informe con los datos del procedimiento de Estudio Hemodinámico, los del paciente correspondiente y los del cardiocentro en formato pdf. |
| RF21 | Listar procedimiento Valvuloplastia | Permite que se listen los procedimientos de Valvuloplastia realizados a un paciente asociado al servicio de Hemodinámica. |
| RF22 | Buscar procedimiento Valvuloplastia | Posibilita la búsqueda de un procedimiento de Valvuloplastia específico en tiempo real a través de los criterios de búsqueda: fecha de inicio y fin. |
| RF23 | Crear procedimiento Valvuloplastia | Permite adicionar un nuevo procedimiento de Valvuloplastia al sistema. |
| RF24 | Ver detalles de procedimiento Valvuloplastia | Posibilita ver los detalles: fecha de realización, diagnóstico e inicio de síntomas, provincia, hospital, técnica, balón utilizado, control interno, complicaciones, resultado final, tipo, índice de wikins, médico que solicita, ejecuta e informa de un procedimiento de Valvuloplastia. |
| RF25 | Modificar procedimiento Valvuloplastia | Permite modificar los datos de un procedimiento de Valvuloplastia de un paciente asociado al servicio de Hemodinámica. |
| RF26 | Generar informe de procedimiento Valvuloplastia | Posibilita generar un informe con los datos del procedimiento de Valvuloplastia, los del paciente correspondiente y los del cardiocentro en formato pdf. |
| RF27 | Listar Consulta de Seguimiento | Permite que se listen las consultas de seguimiento realizadas a un paciente asociado al servicio de Hemodinámica. |
| RF28 | Buscar Consulta de Seguimiento | Posibilita la búsqueda de una Consulta de Seguimiento específica en tiempo real a través del criterio de búsqueda: fecha de realización. |

| | | |
|------|--|--|
| RF29 | Crear Consulta de Seguimiento | Permite adicionar una nueva Consulta de Seguimiento en el sistema. |
| RF30 | Ver detalles de Consulta de Seguimiento | Posibilita ver los detalles: estado general, dolor precordial, disnea y palpitaciones, tensión arterial sistólica y diastólica, pulso presente, hematoma residual, signos de sepsis, frecuencia respiratoria, remisión a consulta de cirugía y reconsulta de una Consulta de Seguimiento específica. |
| RF31 | Modificar Consulta de Seguimiento | Permite modificar los datos de una Consulta de Seguimiento de un paciente asociado al servicio de Hemodinámica. |
| RF32 | Generar informe de Consulta de Seguimiento | Posibilita que se genere un informe de la consulta de seguimiento, con los datos de la consulta, los del paciente correspondiente y los del cardiocentro en formato pdf. |
| RF33 | Mostrar estadísticas sobre el total de procedimientos realizados | Permite mostrar las estadísticas de todos los procedimientos realizados. |
| RF34 | Visualizar información histórica del paciente | Posibilita visualizar toda la información clínica histórica de un paciente asociado al servicio de Hemodinámica. |
| RF35 | Exportar fichero de base de datos | Posibilita exportar la información de la base de datos en un fichero con formato excel. |
| RF36 | Crear codificador general | Posibilita adicionar un nuevo codificador general en el sistema. |
| RF37 | Listar codificadores generales | Permite que se listen los codificadores generales asociados al servicio de Hemodinámica. |
| RF38 | Buscar codificador general | Posibilita buscar un codificador general en tiempo real a través de los criterios de búsqueda: código y nombre. |
| RF39 | Modificar codificador general | Permite que se modifiquen los datos de un codificador general asociado al servicio de Hemodinámica. |

| | | |
|------|---|--|
| RF40 | Listar codificadores de Estudio Hemodinámico | Permite que se listen los codificadores asociados al procedimiento Estudio Hemodinámico. |
| RF41 | Buscar codificador de Estudio Hemodinámico | Posibilita buscar un codificador de Estudio Hemodinámico en tiempo real a través de los criterios de búsqueda: código y nombre. |
| RF42 | Crear codificador de Estudio Hemodinámico | Posibilita adicionar un nuevo codificador para el procedimiento Estudio Hemodinámico en el sistema. |
| RF43 | Modificar codificador de Estudio Hemodinámico | Permite que se modifiquen los datos de un codificador asociado al procedimiento Estudio Hemodinámico. |
| RF44 | Listar codificadores de Valvuloplastia | Permite que se listen los codificadores asociados al procedimiento Valvuloplastia. |
| RF45 | Buscar codificador de Valvuloplastia | Posibilita buscar los datos de un codificador de Valvuloplastia en tiempo real a través de los criterios de búsqueda: código y nombre. |
| RF46 | Crear codificador de Valvuloplastia | Posibilita adicionar un nuevo codificador para el procedimiento Valvuloplastia en el sistema. |
| RF47 | Modificar codificador de Valvuloplastia | Permite que se modifiquen los datos de un codificador asociado al procedimiento Valvuloplastia. |

2.4.2 Requisitos no Funcionales

Una vez identificado lo que el sistema debe hacer, se determina cómo debe comportarse y qué características debe tener. Los requisitos no funcionales se centran en responder a las necesidades que deben satisfacerse para que el sistema pueda dar respuesta a las especificaciones del cliente. A continuación se desglosan los requisitos no funcionales definidos:

Usabilidad

El sistema será utilizado por usuarios con pocos conocimientos informáticos, por lo que presentará una interfaz intuitiva y de fácil asimilación. Facilitará la búsqueda de pacientes, procedimientos y funcionalidades; garantizando la agilidad del flujo de trabajo. El sistema garantizará la

estandarización de los términos utilizados para evitar la entrada incorrecta de datos con una adecuada gestión de nomencladores definidos por el servicio de Hemodinámica.

Confiabilidad

No se puede eliminar la información en el sistema. La entrada de datos incorrecta es detectada claramente e informada al usuario.

Fiabilidad

El sistema podrá actuar ante errores imprevistos debido al tratamiento de excepciones. Provee un correcto manejo de las transacciones.

Eficiencia

El sistema minimizará el volumen de datos en las peticiones y optimizará el uso de recursos críticos como la memoria. Potenciará como regla guardar en la memoria caché datos y recursos de alta demanda. El sistema implementa patrones de diseño para incrementar el rendimiento en operaciones costosas para la máquina virtual como la creación de objetos. Se usa siempre que sea posible el patrón Singleton, destruir referencias que ya no estén siendo usadas y optimizar el trabajo con cadenas.

Soporte

- **Configuración de parámetros**

El sistema permitirá la actualización de los codificadores.

Interfaz

Las ventanas del sistema contendrán claro y bien estructurados los datos. La interfaz contará con menús desplegados que faciliten y aceleren su utilización. La entrada de datos incorrecta será detectada claramente e informada al usuario. El diseño de la interfaz del sistema responderá a la ejecución de acciones de una manera rápida, minimizando los pasos a dar en cada proceso. Se diseñarán salidas de información en forma de estadísticas que puedan ser usadas como soporte para la toma de decisiones. El sistema incluirá reportes estándares y parametrizables que permitirán al usuario configurar la información de salida. Las salidas se podrán generar en el formato de fichero pdf y xls.

Software

Estaciones de trabajo:

- Cualquier sistema operativo.
- Firefox 4 o superior, o Chrome 31.0 o superior.

Servidor de aplicaciones:

- Sistema operativo Linux.
- Java Runtime Environment (JRE) 1.7.0.
- JBoss Server 4.2.2 GA

Servidor de base de datos:

- PostgreSQL Server 9.3.
- Sistema operativo Linux.

Hardware

Estaciones de trabajo:

- 1 GB o más de RAM.
- Procesador igual o superior al Intel Celeron.

Servidor de aplicaciones:

- Procesador igual o superior al Intel Xeon CPU E7-8837 2.67 GHz.
- 4 GB o más de RAM.
- 100 GB o más de disco duro.

Servidor de base de datos:

- 4 GB o más de RAM.
- 500 GB o más de disco duro.

2.5 Modelo de Casos de Uso del sistema

Los diagramas de casos de uso documentan el comportamiento del sistema desde el punto de vista del usuario. Los casos de uso determinan los requisitos funcionales del sistema, es decir,

representan las funciones que un sistema puede ejecutar. Su ventaja principal es la facilidad para interpretarlos, lo que hace que sean especialmente útiles en la comunicación con el cliente.

Elementos básicos (41):

- **Actores:** representan un tipo de usuario del sistema. Se entiende como usuario cualquier unidad externa que interactúa con el sistema. No tiene por qué ser un ser humano, puede ser otro sistema informático o unidades organizativas o empresas.
- **Caso de Uso:** es una tarea que debe poder llevarse a cabo con el apoyo del sistema que se está desarrollando. Se representan mediante un óvalo. Cada caso de uso debe detallarse, habitualmente mediante una descripción textual.
- **Asociaciones:** se manifiesta entre un actor y un caso de uso, si el actor interactúa con el sistema para llevar a cabo el caso de uso.

2.5.1 Actor del sistema

Un actor representa un rol con un comportamiento determinado, estos pueden ser primarios o secundarios. Los actores no solo son personas, sino también, organizaciones, software y computadoras. (42) Los actores asociados a la presente investigación se muestran en la Tabla 2.4.

Tabla 2.4 Definición de los actores referentes al sistema para la gestión de la información de los procedimientos Estudio Hemodinámico y Valvuloplastia del servicio de Hemodinámica del Cardiocentro CIMEQ (elaborada por los autores)

| Actor | Objetivos |
|--|--|
| Usuario | Usuario global que se encarga de mostrar los datos del cardiocentro y de exportar los ficheros de la base de datos. |
| Especialistas del servicio de Hemodinámica | Son el grupo de médicos que intervienen en el servicio de Hemodinámica. Registran a los pacientes que reciben un servicio hemodinámico y los resultados asociados a este. Generan e imprimen los informes relacionados a los procedimientos y las consultas de seguimiento. Gestionan los codificadores del sistema. Consultan los datos estadísticos de interés y exportan la base de datos para usos estadísticos. |

| | |
|--|--|
| <p>Técnico de registros y estadísticas</p> | <p>Interactúa con el sistema para mostrar el total de procedimientos realizados y exportar la base de datos en un fichero con formato excel.</p> |
|--|--|

2.5.2 Diagrama de Casos de Uso del sistema

En la Figura 2.5 se muestra el Diagrama de Casos de Uso del sistema para la gestión de la información de los procedimientos Estudio Hemodinámico y Valvuloplastia del servicio de Hemodinámica del Cardiocentro CIMEQ.

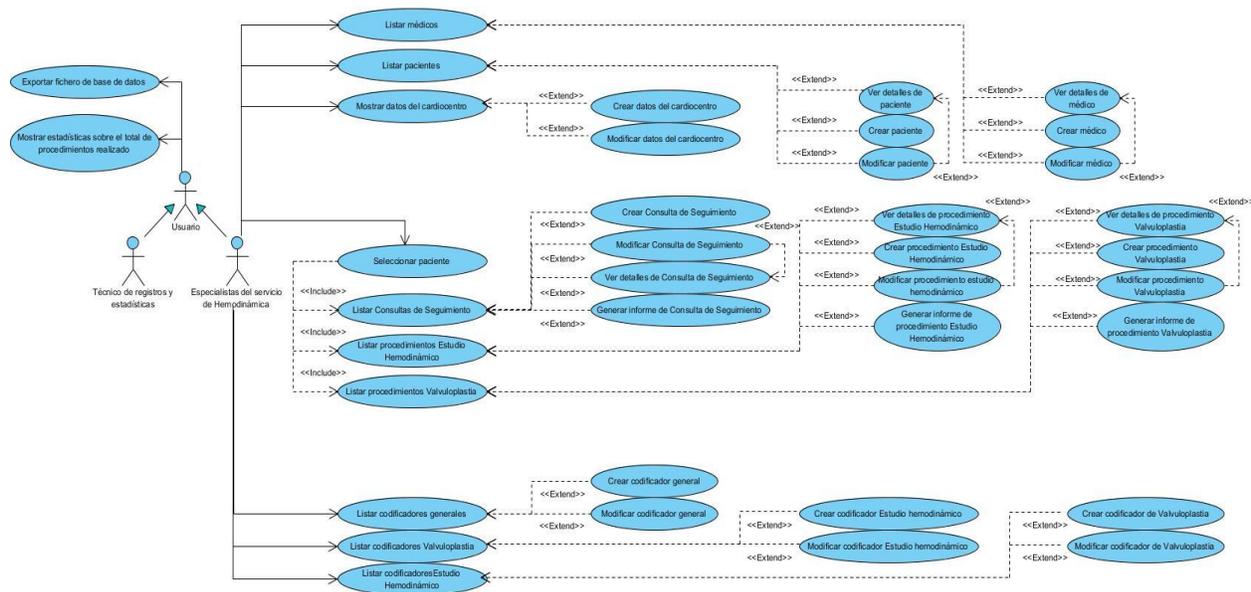


Figura 2.5 Diagrama de Casos de Uso del sistema para la gestión de la información de los procedimientos Estudio Hemodinámico y Valvuloplastia del servicio de Hemodinámica del Cardiocentro CIMEQ (elaborada por los autores)

2.5.3 Descripción textual de los casos de uso del sistema

En la Tabla 2.5 y 2.6 se muestra la descripción de los casos de uso del sistema: Crear procedimiento Estudio Hemodinámico y Crear procedimiento Valvuloplastia, respectivamente. La descripción se realiza con el objetivo de especificar cada uno de los elementos que componen el caso de uso; así como los flujos de eventos por los que está compuesto. Aparece reflejada la valoración de la complejidad y la prioridad del caso de uso.

Tabla 2.5 Descripción del Caso de Uso del sistema Crear procedimiento Estudio Hemodinámico

| | | |
|------------------------|---|--|
| Objetivo | Crear procedimiento Estudio Hemodinámico. | |
| Actores | Usuario del sistema: (Inicia) Crear procedimiento Estudio Hemodinámico. | |
| Resumen | El caso de uso inicia cuando el actor accede a la opción Crear procedimiento Estudio Hemodinámico, el sistema brinda la posibilidad de introducir los datos del procedimiento Estudio Hemodinámico. El actor introduce los datos, el sistema crea el procedimiento Estudio Hemodinámico y termina el caso de uso. | |
| Complejidad | Alta | |
| Prioridad | Alta | |
| Precondiciones | | |
| Postcondiciones | Se creó un procedimiento Estudio Hemodinámico. | |
| | Actor | Sistema |
| 1 | El caso de uso inicia cuando el actor accede a la opción Crear procedimiento Estudio Hemodinámico. | |
| 2 | | Muestra los datos predeterminados: <ul style="list-style-type: none"> • Número • Nombre • Carnet de Identidad • Historia Clínica • Sexo • Color de la piel • Dirección • Teléfono Brinda la posibilidad de introducir opcionalmente los datos del procedimiento Estudio Hemodinámico: <ul style="list-style-type: none"> • Edad |

| | | |
|--|--|---|
| | | <ul style="list-style-type: none">• Peso• Talla• Descripción• Observaciones <p>Seleccionar:</p> <ul style="list-style-type: none">• Diagnóstico clínico• Provincia• Hospital• Técnica• Complicaciones• Diagnóstico anatómico• Diagnóstico funcional• Médico solicitante• Médicos ejecutan• Médicos informan <p>Brinda la posibilidad de introducir los datos de Otros valores:</p> <ul style="list-style-type: none">• Ventrículo derecho• Tronco Arteria pulmonar• Arteria pulmonar• Capilar pulmonar• Aurícula izquierda• Ventrículo izquierdo• Aorta• Arteria periférica• Oximetría vena cava• Oximetría aurícula derecha• Oximetría ventrículo derecho• Oximetría arteria pulmonar• Oximetría aurícula izquierda• Gasto cardíaco |
|--|--|---|

| | | |
|---|--|---|
| | | <ul style="list-style-type: none"> • Frecuencia cardíaca • Resistencia arterial pulmonar • Resistencia vascular sistémica y permite <ul style="list-style-type: none"> • Aceptar Crear procedimiento Estudio Hemodinámico. • Cancelar operación. Ver 1a.Cancelar operación. |
| 3 | Introduce los datos de procedimiento Estudio Hemodinámico: <ul style="list-style-type: none"> • Edad • Peso • Talla • Descripción • Observaciones Selecciona: <ul style="list-style-type: none"> • Diagnóstico clínico • Provincia • Hospital • Técnica • Complicaciones • Diagnostico anatómico • Diagnostico funcional • Médico solicitante. Ver 2a.Seleccionar médico • Médicos ejecutan • Médicos informan Introducir los datos de Otros valores: <ul style="list-style-type: none"> • Ventrículo derecho • Tronco Arteria pulmonar • Arteria pulmonar | |

| | | |
|-------------------------------|--|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> • Capilar pulmonar • Aurícula izquierda • Ventrículo izquierdo • Aorta • Arteria periférica • Oximetría vena cava • Oximetría aurícula derecha • Oximetría ventrículo derecho • Oximetría arteria pulmonar • Oximetría aurícula izquierda • Gasto cardíaco • Frecuencia cardíaca • Resistencia arterial pulmonar • Resistencia vascular sistémica | |
| 4 | Selecciona la opción de aceptar Crear procedimiento Estudio Hemodinámico. | |
| 5 | | Valida los datos. Si hay datos incompletos. Ver 3a.Existen datos incompletos . Si hay datos incorrectos. Ver 4a.Existen datos incorrectos . |
| 6 | | <i>Crea procedimiento Estudio Hemodinámico.</i> |
| 7 | | Muestra un mensaje de confirmación. |
| 8 | | Termina el caso de uso. |
| Flujos alternos | | |
| 1a.Cancelar operación. | | |
| | Actor | Sistema |
| 1 | Selecciona la opción de Cancelar operación. | |
| 2 | | Regresa a la vista anterior. |
| 3 | | Termina el caso de uso. |

| 2a. Seleccionar médico | | |
|------------------------|---|---|
| | Actor | Sistema |
| 1 | Selecciona la opción de Seleccionar médico. | |
| 2 | | Brinda la posibilidad de introducir los criterios elementales de búsqueda: <ul style="list-style-type: none"> • Número de registro • Nombre • Primer apellido • Segundo apellido • Grado científico • Especialidad y permite: <ul style="list-style-type: none"> • Buscar dado criterios. • Cancelar operación. Ver 1a.Cancelar operación. |
| 3 | Introduce los datos que considera como criterios para realizar una búsqueda y selecciona la opción de Buscar médico dado criterios. | |
| 4 | | <i>Busca los datos del médico que cumplen con los criterios de búsqueda.</i> |
| 5 | | Si no se encuentra ningún médico que cumpla con los criterios de búsqueda. Ver 5a.No se encuentra información que cumpla con los criterios de búsqueda. |
| 6 | | Muestra un listado de médicos con los siguientes atributos: <ul style="list-style-type: none"> • Número de registro • Nombre |

| | | |
|--------------------------------------|-------------------------------|---|
| | | <ul style="list-style-type: none"> • Primer apellido • Segundo apellido • Grado científico • Especialidad <p>Ordenado ascendentemente por el Nombre, mostrando la cantidad de elementos configurada para mostrar por página, permitiendo navegar por el resultado.</p> <p>Permite ordenar el resultado por los atributos: Número de registro, Nombre, Primer apellido, Segundo apellido, Grado científico, Especialidad de manera ascendente o descendente. Ver 6a.Ordenar el resultado ascendente o descendentemente por un atributo.</p> |
| 7 | Selecciona el médico deseado. | |
| 8 | | <p>Del Médico seleccionado, carga en la vista anterior los datos :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Número de registro • Nombre • Grado científico • Especialidad • Ejecuta • Informa • Usuario |
| 9 | | Termina el caso de uso. |
| 3a.Existen datos incompletos. | | |
| | Actor | Sistema |

| | | |
|---|--|--|
| 1 | | Muestra un indicador sobre los campos incompletos. |
| 2 | | Regresa al paso 3 del Flujo Normal de Eventos . |
| 4a.Existen datos incorrectos. | | |
| | Actor | Sistema |
| 1 | | Muestra un indicador sobre los campos incorrectos. |
| 2 | | Regresa al paso 3 del Flujo Normal de Eventos . |
| 5a.No se encuentra información | | |
| | Actor | Sistema |
| 1 | | Muestra el mensaje de información “No se encontró información que cumpla con los criterios de búsqueda.” |
| 2 | | Regresa al paso 2 de 2a.Seleccionar médico . |
| 6a.Ordenar el resultado ascendente o descendientemente por un atributo | | |
| | Actor | Sistema |
| 1 | Selecciona un atributo del resultado para ordenarlo ascendente o descendientemente por el atributo seleccionado. | |
| 2 | | Reordena y muestra el resultado ascendente o descendientemente por el atributo seleccionado. |
| 3 | | Regresa al paso 2 de 2a.Seleccionar médico . |
| Relaciones | CU incluidos | No existen |
| | CU extendidos | No existen |

Tabla 2.6 Descripción del Caso de Uso del sistema Crear procedimiento Valvuloplastia

| | | |
|--|---|---|
| Objetivo | Crear procedimiento Valvuloplastia. | |
| Actores | Usuario del sistema: (Inicia) Crear procedimiento Valvuloplastia. | |
| Resumen | El caso de uso inicia cuando el actor accede a la opción Crear procedimiento Valvuloplastia, el sistema brinda la posibilidad de introducir los datos del procedimiento Valvuloplastia, el actor introduce los datos. El sistema crea el procedimiento Valvuloplastia y termina el caso de uso. | |
| Complejidad | Alta | |
| Prioridad | Alta | |
| Precondiciones | | |
| Postcondiciones | Se creó un procedimiento Valvuloplastia. | |
| Flujo de eventos | | |
| Flujo básico Crear procedimiento Valvuloplastia | | |
| | Actor | Sistema |
| 1 | El caso de uso inicia cuando el actor accede a la opción Crear procedimiento Valvuloplastia. | |
| 2 | | Muestra los datos predeterminados: <ul style="list-style-type: none"> • Número • Nombre • Primer apellido • Segundo apellido • Edad • Historia Clínica • Sexo • Color de la piel • Dirección • Teléfono Brinda la posibilidad de introducir opcionalmente los datos del |

| | | |
|--|--|---|
| | | <p>procedimiento Valvuloplastia:</p> <ul style="list-style-type: none">• Observaciones <p>seleccionar:</p> <ul style="list-style-type: none">• Fecha del procedimiento• Fecha de diagnóstico• Fecha de inicio síntomas• Provincia• Hospital• Técnica• Balón• Control interno• Complicaciones• Resultado final• Tipo• Índice de Wilkins• Médico solicitante• Médicos ejecutan• Médicos informan <p>Brinda la posibilidad de introducir los datos de Otros valores:</p> <ul style="list-style-type: none">• Ventrículo derecho• Tronco Arteria pulmonar• Arteria pulmonar• Capilar pulmonar• Aurícula izquierda• Ventrículo izquierdo• Aorta• Arteria periférica• Oximetría vena cava• Oximetría aurícula derecha• Oximetría ventrículo derecho |
|--|--|---|

| | | |
|---|--|--|
| | | <ul style="list-style-type: none"> • Oximetría arteria pulmonar • Oximetría aurícula izquierda • Gasto cardíaco • Frecuencia cardíaca • Resistencia arteria pulmonar • Resistencia vascular sistémica y permite <ul style="list-style-type: none"> • Aceptar Crear procedimiento Valvuloplastia. • Cancelar operación. Ver 1a.Cancelar operación. |
| 3 | Introduce los datos de procedimiento Valvuloplastia: <ul style="list-style-type: none"> • Observaciones selecciona: <ul style="list-style-type: none"> • Fecha del procedimiento • Fecha de diagnóstico • Fecha de inicio síntomas • Provincia • Hospital • Técnica • Balón • Control interno • Complicaciones • Resultado final • Tipo • Índice de Wilkins • Médico solicitante. Ver 2a.Seleccionar médico • Médicos ejecutan • Médicos informan | |

| | | |
|-------------------------------|--|---|
| | Introduce los datos de Otros valores: <ul style="list-style-type: none"> • Ventrículo derecho • Tronco Arteria pulmonar • Arteria pulmonar • Capilar pulmonar • Aurícula izquierda • Ventrículo izquierdo • Aorta • Arteria periférica • Oximetría vena cava • Oximetría aurícula derecha • Oximetría ventrículo derecho • Oximetría arteria pulmonar • Oximetría aurícula izquierda • Gasto cardíaco • Frecuencia cardíaca • Resistencia arteria pulmonar • Resistencia vascular sistémica | |
| 4 | Selecciona la opción de aceptar Crear procedimiento Valvuloplastia. | |
| 5 | | Valida los datos. Si hay datos incompletos. Ver 3a.Existen datos incompletos . Si hay datos incorrectos. Ver 4a.Existen datos incorrectos . |
| 6 | | <i>Crea procedimiento Valvuloplastia.</i> |
| 7 | | Muestra un mensaje de confirmación. |
| 8 | | Termina el caso de uso. |
| Flujos alternos | | |
| 1a.Cancelar operación. | | |
| | Actor | Sistema |
| 1 | Selecciona la opción de Cancelar | |

| | | |
|-------------------------------|---|---|
| | operación. | |
| 2 | | Regresa a la vista anterior. |
| 3 | | Termina el caso de uso. |
| 2a. Seleccionar médico | | |
| | Actor | Sistema |
| 1 | Selecciona la opción de Seleccionar médico. | |
| 2 | | Brinda la posibilidad de introducir los criterios elementales de búsqueda: <ul style="list-style-type: none"> • Número de registro • Nombre • Primer apellido • Segundo apellido • Grado científico • Especialidad y permite: <ul style="list-style-type: none"> • Buscar dado criterios. • Cancelar operación. Ver 1a.Cancelar operación. |
| 3 | Introduce los datos que considera como criterios para realizar una búsqueda y selecciona la opción de Buscar médico dado criterios. | |
| 4 | | <i>Busca los datos de médico que cumplen con los criterios de búsqueda.</i> |
| 5 | | Si no se encuentra ningún médico que cumpla con los criterios de búsqueda. Ver 5a.No se encuentra información que cumpla con los criterios de búsqueda. |
| 6 | | Muestra un listado de médicos con los |

| | | |
|---|-------------------------------|---|
| | | <p>siguientes atributos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Número de registro • Nombre • Primer apellido • Segundo apellido • Grado científico • Especialidad <p>Ordenado ascendentemente por el Número de registro, mostrando la cantidad de elementos configurada para mostrar por página, permitiendo navegar por el resultado.</p> <p>Permite ordenar el resultado por los atributos: Número de registro, Nombre, Primer apellido, Segundo apellido, Grado científico, Especialidad de manera ascendente o descendente. Ver 6a. Ordenar el resultado ascendente o descendentemente por un atributo.</p> |
| 7 | Selecciona el médico deseado. | |
| 8 | | <p>Del Médico seleccionado, carga en la vista anterior los datos :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Número de registro • Nombre • Primer apellido • Segundo apellido • Grado científico • Especialidad |

| | | |
|---|--|--|
| 9 | | Termina el caso de uso. |
| 3a.Existen datos incompletos. | | |
| | Actor | Sistema |
| 1 | | Muestra un indicador sobre los campos incompletos. |
| 2 | | Regresa al paso 3 del Flujo Normal de Eventos. |
| 4a.Existen datos incorrectos. | | |
| | Actor | Sistema |
| 1 | | Muestra un indicador sobre los campos incorrectos. |
| 2 | | Regresa al paso 3 del Flujo Normal de Eventos. |
| 5a.No se encuentra información | | |
| | Actor | Sistema |
| 1 | | Muestra el mensaje de información “No se encontró información que cumpla con los criterios de búsqueda.” |
| 2 | | Regresa al paso 2 de 2a.Seleccionar médico. |
| 6a.Ordenar el resultado ascendente o descendientemente por un atributo | | |
| | Actor | Sistema |
| 1 | Selecciona un atributo del resultado para ordenarlo ascendente o descendientemente por el atributo seleccionado. | |
| 2 | | Reordena y muestra el resultado ascendente o descendientemente por el atributo seleccionado. |
| 3 | | Regresa al paso 2 de 2a.Seleccionar médico. |

| | | |
|-------------------|----------------------|------------|
| Relaciones | CU incluidos | No existen |
| | CU extendidos | No existen |

Nota: Ver Artefacto: “Especificación de Casos de Uso” para mayor entendimiento.

Conclusiones parciales

Como resultado de la propuesta realizada en este capítulo:

- Se representó el estado actual de los procesos del negocio para lograr un mejor entendimiento del problema, el cual posibilitó la rápida identificación de los requisitos de software del sistema para la gestión de la información de los procedimientos Estudio Hemodinámico y Valvuloplastia del servicio de Hemodinámica del Cardiocentro CIMEQ.

Capítulo 3. Análisis y diseño del sistema para la gestión de la información de los procedimientos Estudio Hemodinámico y Valvuloplastia del servicio de Hemodinámica del Cardiocentro CIMEQ

En este capítulo se describe la arquitectura y los patrones de diseño para el desarrollo del sistema para la gestión de la información de los procedimientos Estudio Hemodinámico y Valvuloplastia del servicio de Hemodinámica del Cardiocentro CIMEQ. Se elabora el Diagrama de Clases del Diseño y se brinda una descripción de las clases identificadas para su posterior implementación.

3.1 Descripción de la arquitectura. Fundamentación

La arquitectura de software es un conjunto de patrones que proporcionan un marco de referencia necesario para guiar la construcción de un sistema, permitiendo a los programadores, analistas y todo el conjunto de desarrolladores del software, compartir una misma línea de trabajo y cubrir todos los objetivos y restricciones de la aplicación. (43)

El sistema que se propone utiliza el patrón arquitectónico Modelo Vista Controlador (MVC), expuesto en el *Capítulo 1*. Con este patrón se logró realizar un diseño que separa la vista del modelo y permite la reusabilidad de los componentes. Brinda mejor organización según la función que realizan los componentes, permitiendo que en un momento determinado un elemento de una capa pueda ser modificado o sustituido completamente causando el mínimo de alteraciones en otro elemento que lo utilice.

La capa de la vista o capa de presentación está compuesta por páginas XHTML, desarrolladas básicamente con JSF, utilizando las librerías Ajax4JSF y RichFaces, que se complementan con la plataforma de integración JBoss Seam. Se utilizan también componentes Seam de interfaz de usuario y Facelets como motor de plantillas. El uso de estos componentes enriquece el diseño de la interfaz de usuario.

La capa de controlador o capa de negocio es la encargada de manipular y procesar la información. Está compuesta por clases Java controladoras, que definen la lógica del negocio, a las cuales, mediante anotaciones que provee el framework Seam, se le especifica el contexto en el que se encuentran (evento, página, conversacional, etc.), los cuales definen el estado de las entidades y datos que manejan.

La capa de datos o modelo se encarga principalmente de la carga, modificación, eliminación y persistencia de la información en la base de datos. Esta capa valida también los datos antes de persistirlos. Todo este manejo de datos es mediante Hibernate, que abstrae al desarrollador del gestor de base de datos utilizado a través del mapeo de tablas, esto permite llevar las consultas a un lenguaje de objetos. (44)

3.2 Modelo de Diseño

El Modelo de Diseño es un modelo de objetos que describe la realización física de los casos de uso centrándose en cómo los requisitos funcionales y no funcionales, junto con otras restricciones relacionadas con el entorno de implementación, tienen impacto en el sistema. Sirve de abstracción de la implementación y es utilizado como entrada fundamental de las actividades de implementación. (45)

3.2.1 Patrones de diseño

Para la definición del diseño de la solución propuesta se tuvo en cuenta los Patrones para la Asignación General de Responsabilidades (GRASP, por sus siglas en inglés), los cuales se utilizan con el objetivo de asignar responsabilidades a las diferentes clases que se definen en el diseño. Cumpliendo con el prototipo del diseño, a cada clase se le fueron asignadas las tareas que podrían realizar según la información que poseían. Se conserva el encapsulamiento ya que los objetos se valen de su propia información para hacer lo que se les pide, estas características responden al patrón Experto. El patrón Creador guía la asignación de responsabilidades relacionadas con la creación de objetos. El diseño obtenido cumple con los patrones Bajo acoplamiento y Alta cohesión, permitiendo la colaboración entre los elementos del diseño (clases), sin verse afectados la reutilización de los mismos y el entendimiento de estos cuando se encuentran aislados (46)

3.2.2 Diagrama de Paquetes

Para la realización del Modelo de Diseño se propone una estructura en paquetes que se muestra en la Figura 3.1, que permite la organización de dicho modelo y que sea extensible para su futura implementación. Se emplea el criterio de empaquetamiento por proceso, siguiendo la estructura de procesos definida en el sistema. Los paquetes son graficados mostrando la relación que guardan entre sí y utilizan el paquete repositorio de clases para su funcionamiento.

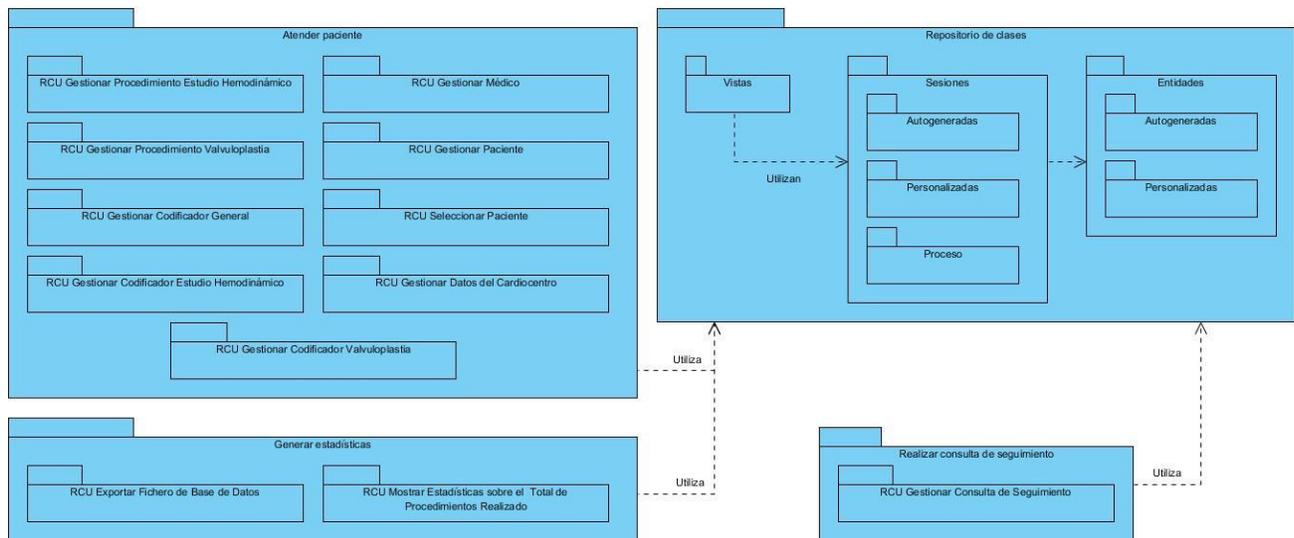


Figura 3.1 Diagrama de Paquetes del sistema para la gestión de la información de los procedimientos Estudio Hemodinámico y Valvuloplastia del servicio de Hemodinámica del Cardiocentro CIMEQ (elaborada por los autores)

3.2.3 Diagramas de Clases del Diseño

En el Modelo de Diseño se establece la realización de los casos de uso en clases, incluyendo una orientación hacia el entorno de implementación. Está constituido por los diagramas de clases y secuencia respectivamente. La representación de las clases está asociada al uso de UML para el modelado de aplicaciones web, siendo identificadas las siguientes clases: *Server Page*, *Client Page* y *Form*. Estas contienen el código de las páginas servidoras, clientes y los formularios respectivamente.

Las clases contenedoras del código servidor se encargan de construir o generar el resultado HTML que conforma el código cliente (<<build>>). Los formularios envían sus datos al código servidor para ser procesados los pedidos (<<submit>>) y forman parte del código cliente o el resultado HTML. Es por esto que la relación entre la clase empleada para el código cliente y la clase empleada para el formulario es de agregación. Entre las distintas páginas clientes pueden existir vínculos (<<link>>) y redireccionamientos (<<redirect>>). Las páginas servidoras pueden incluir una o varias clases de su tipo (<<include>>).

Para representar las clases se procedió usando la siguiente nomenclatura: FR_Nombre, CP_Nombre, SP_Nombre y C_NombreClaseControladora, para los formularios, páginas clientes,

clases servidoras y controladoras respectivamente, ubicadas en los diferentes niveles de la aplicación. En los diagramas se encuentran otros elementos como son las clases entidades. Existen otros dos elementos como son las clases RichFaces API y Entity Manager. La clase RichFaces API representa la unión e integración de los elementos de interfaz de usuario y la clase Entity Manager es por medio de la cual las clases controladoras manejan la lectura y escritura desde y hacia la base de datos. Los diagramas de clases del diseño pertenecientes al sistema para la gestión de la información de los procedimientos Estudio Hemodinámico y Valvuloplastia del servicio de Hemodinámica del Cardiocentro CIMEQ, se muestran en la Figura 3.2 y 3.3 respectivamente. Para una mayor comprensión de las clases del diagrama se realizó una descripción de sus clases controladoras, ver [Anexo 1](#).

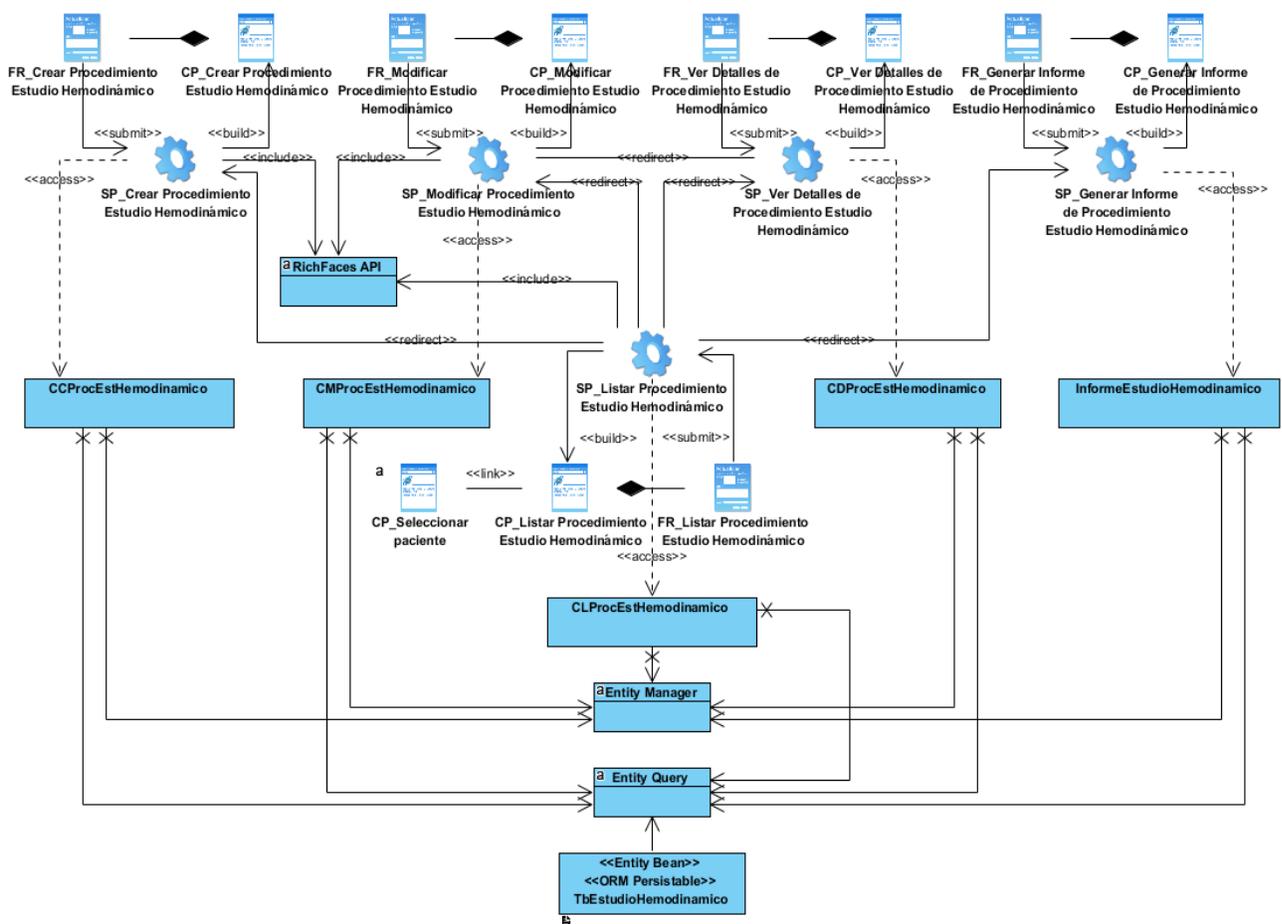


Figura 3.2 Diagrama de Clases del Diseño Gestionar procedimiento Estudio Hemodinámico (elaborada por los autores)

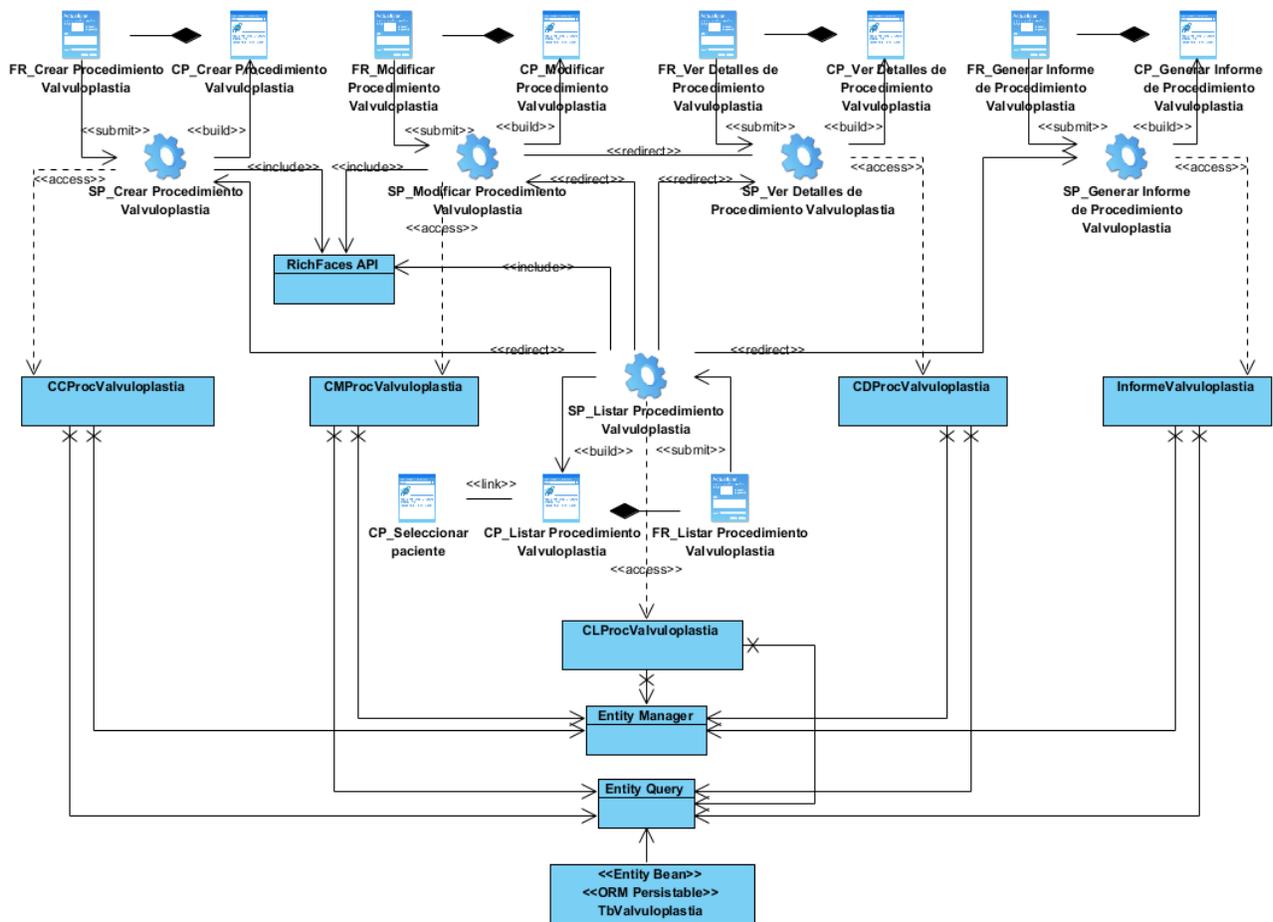


Figura 3.3 Diagrama de Clases del Diseño Gestionar procedimiento Valvuloplastia (elaborada por los autores)

Conclusiones parciales

Con la realización de este capítulo se llegó a las siguientes conclusiones:

- Se determinó el empleo de los patrones Creador, Experto, Alta Cohesión y Bajo Acoplamiento para la asignación de responsabilidades.
- Los diagramas de clases del diseño facilitaron la comprensión del funcionamiento del sistema.

Capítulo 4. Implementación del sistema para la gestión de la información de los procedimientos Estudio Hemodinámico y Valvuloplastia del servicio de Hemodinámica del Cardiocentro CIMEQ

El objetivo de este capítulo es describir el flujo de trabajo de la implementación. En este se muestra el Modelo de Datos y el Modelo de Implementación. Este último está compuesto por el Diagrama de Componentes y el Diagrama de Despliegue. Se muestran los estándares de codificación, así como la forma de tratar los errores en el sistema. Se describen las interfaces del sistema y los pasos a seguir por el usuario para gestionar un procedimiento. Se obtiene el nivel de satisfacción del cliente a partir de la técnica Iadov.

4.1 Modelo de Datos

El Modelo de Datos que se muestra en la Figura 4.1 es la traducción del análisis de los requisitos al esquema conceptual mediante una representación gráfica de las entidades y sus relaciones. Ayuda a entender y nombrar la información, evita la redundancia, asegura la corrección, validación y completitud de los datos y su organización refleja la política del negocio. Está compuesto por entidades, atributos y sus relaciones. Las entidades son objetos de los que el sistema necesita guardar información. Los atributos son cada una de las características asociadas a una entidad. Los atributos pueden ser clasificados en: obligatorios, opcionales, claves foráneas y claves primarias. Las relaciones muestran la forma en que dos entidades se asocian. (47)

4.2 Descripción de las tablas de la base de datos

A continuación se muestran, en las Tablas 4.2 y 4.3, las descripciones referentes a las tablas de la base de datos `tb_estudio_hemodinamico` y `tb_valvuloplastia` respectivamente. Se describen los atributos comunes para todas las entidades de la base de datos en la Tabla 4.1.

Tabla 4.1 Descripción de los atributos comunes entre todas las tablas pertenecientes al Modelo de Datos del sistema para la gestión de la información de los procedimientos Estudio Hemodinámico y Valvuloplastia del servicio de Hemodinámica del Cardiocentro CIMEQ (elaborada por los autores)

| Nombre: Atributo común en todas las entidades | | |
|---|---------|---|
| Atributo | Tipo | Descripción |
| id | integer | Id necesario en cada entidad para las referencias en las relaciones entre tablas. |

Tabla 4.2 Descripción de la tabla de la base de datos `tb_estudio_hemodinamico` (elaborada por los autores)

| Nombre: <code>tb_estudio_hemodinamico</code> | | |
|--|---------|--|
| Descripción: Entidad que recoge la información relacionada con el procedimiento Estudio Hemodinámico de un paciente. | | |
| Atributo | Tipo | Descripción |
| observaciones | integer | Descripción de las observaciones del Estudio Hemodinámico. |
| descripcion | varchar | Descripción del procedimiento. |
| tronco_arterial_pulmonar | integer | Tamaño del tronco de la arteria pulmonar izquierda. |
| arteria_periferica_s | integer | Tamaño de la arteria periférica izquierda. |
| tronco_arteria_pulmonar_d | integer | Tamaño del tronco de la arteria pulmonar derecha. |
| arteria_periferica_d | integer | Tamaño de la arteria periférica derecha. |

Tabla 4.3 Descripción de la tabla de la base de datos `tb_valvuloplastia` (elaborada por los autores)

| Nombre: <code>tb_valvuloplastia</code> | | |
|--|------|-------------|
| Descripción: Entidad que recoge la información relacionada con el procedimiento Valvuloplastia de un paciente. | | |
| Atributo | Tipo | Descripción |

| | | |
|-------------------------|---------|--|
| fecha_diagnostico | date | Fecha de creación de la entidad. |
| fecha_inicio_sintomas | date | Fecha en que se iniciaron los síntomas. |
| tipo | varchar | Tipo de Valvuloplastia (aórtica, pulmonar, mitral). |
| indice_wilkins | integer | Valor de índice de Wilkins del paciente. |
| observaciones | varchar | Descripción de las observaciones de la Valvuloplastia. |
| area_valv_mitral | integer | Tamaño del área de la Válvula Mitral del paciente. |
| gradiente_trans_presion | integer | Valor del Gradiente Transvalvular de Presión. |
| oximetria_ao | integer | Porcentaje de la Oximetría A.O. |

4.3 Modelo de Implementación

El Modelo de Implementación describe cómo los elementos del diseño se implementan en componentes. Entre los componentes se puede encontrar datos, archivos, ejecutables, código fuente y los directorios. Describe la relación que existe entre los paquetes y clases del Modelo de Diseño y los subsistemas y componentes físicos. El propósito del Modelo de Implementación es definir la organización del código, planificar las integraciones del sistema necesarias en cada iteración e implementar las clases y subsistemas encontrados durante el diseño. Se propone una estrategia de codificación que define los formatos para la asignación de nombres a las variables, estilo de programación y métodos de documentación. (47)

4.3.1 Diagrama de Componentes

Los diagramas de componentes muestran la organización y las dependencias lógicas entre un conjunto de componentes de software, sean estos de código fuente, librerías, binarios o ejecutables. El uso más importante de estos diagramas es mostrar la estructura de alto nivel del Modelo de Implementación, especificando los subsistemas y sus dependencias a la hora de importar el código y organizando estos subsistemas en capas. Es utilizado para modelar la vista estática y dinámica del sistema, además de mostrar organización entre sus componentes. (48)

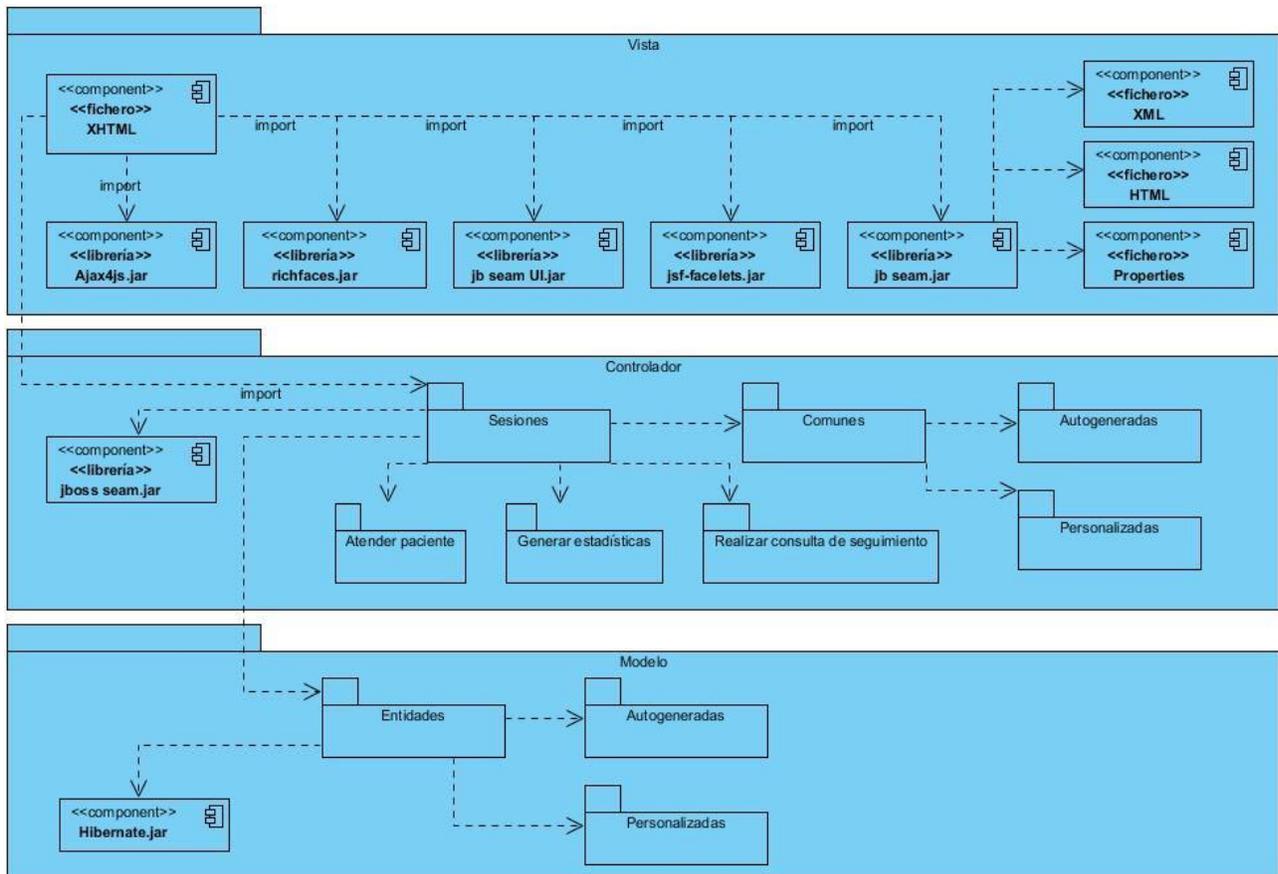


Figura 4.2 Diagrama de Componentes del sistema para la gestión de la información de los procedimientos Estudio Hemodinámico y Valvuloplastia del servicio de Hemodinámica del Cardiocentro CIMEQ (elaborada por los autores)

4.3.2 Diagrama de Despliegue

El Diagrama de Despliegue muestra las relaciones físicas entre los componentes de hardware y software en el sistema. Es un grafo de nodos unidos por conexiones de comunicación. Estos muestran las relaciones físicas de los distintos nodos que componen el sistema y el reparto de los componentes sobre dichos nodos. La vista de despliegue representa la disposición de las instancias de componentes de ejecución en instancias de nodos conectados por enlaces de comunicación.

La arquitectura en tiempo de ejecución de la solución propuesta se modela haciendo uso de los elementos de hardware: computadora cliente, servidor de aplicaciones, servidor de base de datos

y la impresora. La comunicación entre los nodos se rige por los protocolos HTTP¹⁹ para la agrupación entre la computadora cliente y el servidor de aplicaciones. Se utiliza TCP/IP para la conexión entre los servidores y USB²⁰/LPT²¹ entre la impresora y la computadora cliente. (49)

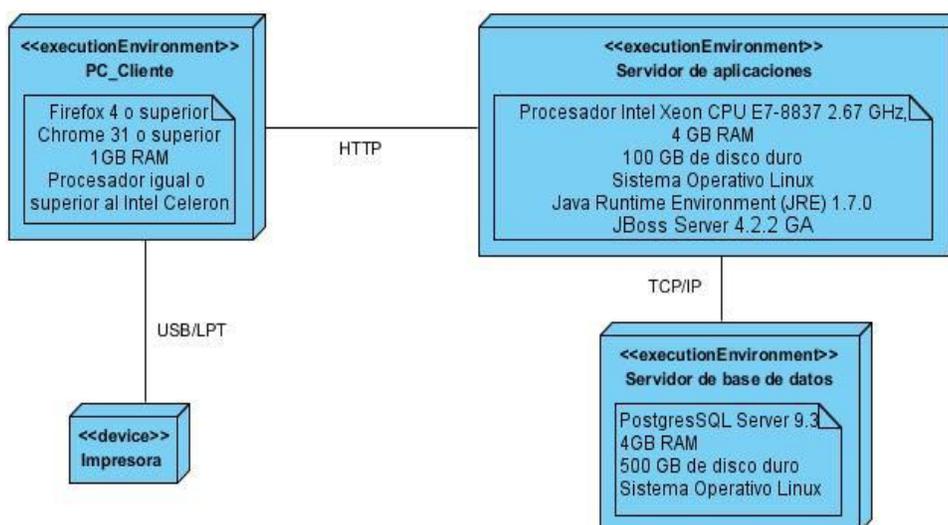


Figura 4.3 Diagrama de Despliegue del sistema para la gestión de la información de los procedimientos Estudio Hemodinámico y Valvuloplastia del servicio de Hemodinámica del Cardiocentro CIMEQ (elaborada por los autores)

4.4 Tratamiento de errores

Durante el tiempo de ejecución del sistema pueden fracasar diferentes rutinas; es esto a lo que comúnmente se le llama excepción. Mediante el tratamiento de excepciones se restaura un estado en el que la rutina pueda seguir la ejecución, lo que permite obtener un sistema más robusto y fiable.

En el sistema propuesto, el control de las excepciones se lleva a cabo a toda porción de código donde pueda surgir alguna situación inesperada, especialmente donde se ejecutan sentencias que manipulan los datos que viajan desde y hacia la base de datos. También se controlan los errores que pueden surgir en la validación de datos provenientes de la interfaz de usuario, puesto que encierran una lógica compleja en cierta medida.

¹⁹ Protocolo de Transferencia de Hipertexto. Protocolo usado en cada transacción de la World Wide Web.

²⁰ Bus Universal en Serie. Puerto que sirve para conectar periféricos a un ordenador.

²¹ Puerto que provee de una comunicación de alta velocidad y bidireccional entre un ordenador y un dispositivo externo.

Para el manejo de las excepciones o errores, en las clases controladoras de procesos se utiliza el bloque try para detectar cuando ocurre algún fallo. Mediante el catch se manejan dichas excepciones y se muestran en la interfaz de usuario. Este proceso es facilitado por el componente FacesMessages del framework Seam. Ejemplo:

```
try {  
//declaración que causa la excepción  
}
```

Entre las llaves de try se escribe el código que hará funcionar el programa. Para capturar la excepción que puede generar este código se necesita otra instrucción llamada catch (capturar).

```
catch (NombredeExcepcion obj) {  
//código para tratar el error  
}
```

Entre las llaves de catch se escribe el código que se requiera para tratar el error.

Existe además un archivo XML, denominado page.xml, que engloba la configuración de todos los mensajes que se muestran por cada tipo de excepción, así como la página a la que el sistema redirecciona en caso de la aparición de un error sorpresivo. (50)

4.5 Estrategias de codificación. Estándares y estilos utilizados

Un estándar de codificación define un conjunto de reglas establecidas para la escritura del código fuente. Estas reglas son utilizadas como modelo de trabajo para garantizar un estilo de programación homogéneo durante la implementación del sistema y para entender el código por parte de otros programadores. Usar técnicas de codificación sólidas y realizar buenas prácticas de programación con vistas a generar un código adecuado es de gran importancia para la calidad del software.

Entre las principales ventajas que tiene el uso de estándares se encuentran:

- Asegurar la legibilidad del código entre distintos programadores.
- Facilitar la portabilidad entre plataformas y aplicaciones.
- Proveer una guía para el encargado de mantenimiento/actualización del sistema, con código claro y bien documentado.

Para la implementación de las funcionalidades propuestas se utilizaron varios estándares de codificación, como son:

- **Métodos y variables**

Los métodos y variables se escriben utilizando el estilo lowerCamelCase, es decir, con la primera letra del nombre en minúsculas y con la primera letra de cada palabra interna en mayúsculas. En los métodos no se permiten caracteres especiales, mientras que en las variables se deben evitar en la medida de lo posible. El nombre ha de ser lo suficientemente descriptivo, de forma que al leerlo, se conozca su propósito. Ejemplo:

```
Date fechaInicioSintomas;  
public Integer getIndiceWilkins()
```

- **Comentarios**

Pueden estar ubicados al inicio de cada clase o función y al final de cada bloque de código. Se comenta al inicio de la clase o función especificando el objetivo de la misma así como los parámetros que usa (especificar tipos de dato, y objetivo del parámetro).

- **Declaraciones**

La declaración de las variables locales a una clase, método o bloque de código, se realizan al principio del mismo y no justo antes de utilizarse la variable. Se utiliza una declaración por línea, ya que facilita los comentarios. Ejemplo:

```
Integer gradiente_trans_presion; // Gradiente transvalvular de presión
```

- **Líneas y espacios en blanco**

Se utilizaron líneas en blanco antes y después de la declaración de una clase o de una estructura y de la implementación de una función.

Se utilizan espacios en blanco entre estos operadores lógicos y aritméticos para lograr una mayor legibilidad en el código. Ejemplo:

```
public double Adicionar()  
DateTime dt = DateTime.now ()
```

La llave de apertura << {>> aparece al final de la misma línea de la sentencia de declaración y la de cierre <<}>> empieza una nueva línea, luego de todas las líneas de sentencias. Ejemplo:

```
public double Adicionar() {  
...  
}
```

- **Clases**

Los nombres de las clases se ajustan a la entidad que representan. Su primera palabra es un sustantivo. Si con una sola palabra no se puede nombrar dicha entidad, la segunda palabra es un adjetivo, a menos que la palabra sea compuesta. Ejemplo:

```
public class Paciente() {  
//...  
}
```

Para el caso de que la clase sea de tipo controladora se representan utilizando los prefijos CC_ (para adicionar), CM_ (para modificar), CD_ (para ver detalles) y CL_ (para listar). Ejemplo:

```
public class CC_ProcEstHemodinamico() {  
//...  
}
```

- **Propiedades**

Ejemplo:

```
public String getTipo() {  
return tipo;  
}  
public void setTipo(String tipo) {  
this.tipo = tipo;  
}
```

4.6 Interfaces del sistema para la gestión de la información de los procedimientos Estudio Hemodinámico y Valvuloplastia del servicio de Hemodinámica del Cardiocentro CIMEQ

A continuación se describe el flujo que debe seguir el médico especialista del servicio de Hemodinámica del cardiocentro CIMEQ para gestionar un procedimiento de Valvuloplastia.

Para gestionar un procedimiento de Valvuloplastia, el médico especialista debe acceder a dicha funcionalidad en el *Explorador de funcionalidades* del sistema, ver Figura 4.4.



Figura 4.4 Explorador de funcionalidades del sistema (elaborada por los autores)

El sistema muestra el listado de pacientes correspondiente a ese procedimiento y brinda la posibilidad de buscar pacientes por varios criterios, ver Figura 4.5.



Figura 4.5 Listado de pacientes (elaborada por los autores)

Una vez seleccionado el paciente, el sistema muestra el listado de sus procedimientos de Valvuloplastia, ver Figura 4.6. Permite realizar varias acciones:

1. Buscar los procedimientos de Valvuloplastia realizados en un rango de fechas introducido por el usuario.
2. Agregar un nuevo procedimiento de Valvuloplastia.
3. Ver detalles de un procedimiento de Valvuloplastia.
4. Editar un procedimiento de Valvuloplastia.
5. Generar el informe del procedimiento de Valvuloplastia.



Figura 4.6 Listado de valvuloplastias (elaborada por los autores)

Si se selecciona la acción 1, el sistema filtra los procedimientos de Valvuloplastia teniendo en cuenta las fechas de inicio y fin introducidas por el médico especialista.

Si el médico especialista realiza la acción 2, el sistema muestra una interfaz, ver Figura 4.7, con varios menús desplegables en el que se recogen los valores necesarios para registrar un nuevo procedimiento de Valvuloplastia.



Figura 4.7 Registrar Valvuloplastia (elaborada por los autores)

En el menú *Datos paciente*, se muestra la información correspondiente al paciente seleccionado con anterioridad, ver Figura 4.8.



Figura 4.8 Registrar Valvuloplastia: Datos pacientes (elaborada por los autores)

En el menú *Médico solicitante*, se selecciona el médico que está realizando la consulta, ver Figura 4.9.



Figura 4.9 Registrar Valvuloplastia: Médico solicitante (elaborada por los autores)

Los valores específicos del procedimiento de Valvuloplastia se recogen en el menú *Datos de la intervención valvular percutánea*, ver Figura 4.10.

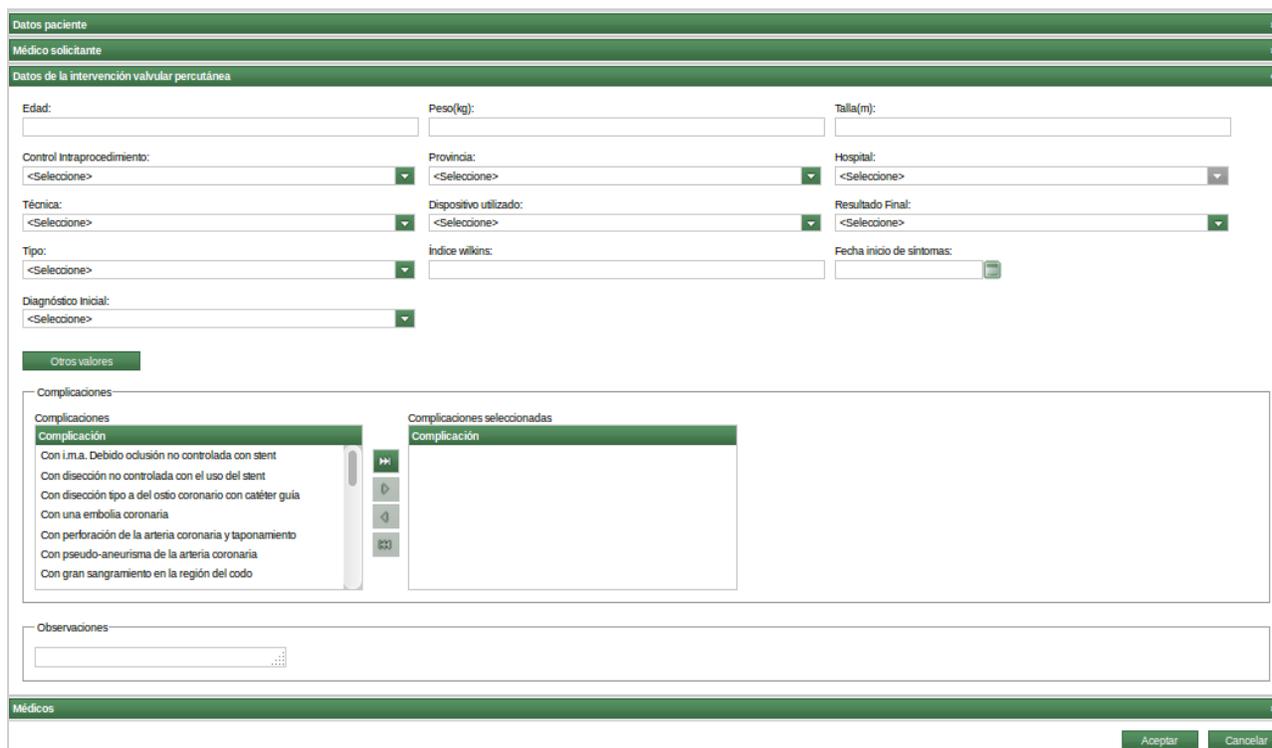


Figura 4.10 Registrar Valvuloplastia: Datos de la Valvuloplastia (elaborada por los autores)

Los médicos ejecutores e informantes se seleccionan en el menú *Médicos*, ver Figura 4.11.

Figura 4.11 Registrar Valvuloplastia: Médicos (elaborada por los autores)

Si el médico especialista selecciona la acción 3 de la Figura 4.6, el sistema muestra los detalles del procedimiento de Valvuloplastia, ver Figura 4.12.

Figura 4.12 Detalles de procedimiento Valvuloplastia (elaborada por los autores)

Si se selecciona la acción 4 de la Figura 4.6, el sistema permite modificar los valores registrados en el procedimiento de Valvuloplastia, ver Figura 4.13.

The screenshot shows a web-based form for editing a medical procedure. The form is organized into several sections:

- Datos paciente:** A header section.
- Médico solicitante:** A header section.
- Datos de la intervención valvular percutánea:** The main data entry area, containing:
 - Text input fields for **Edad:** (23), **Peso(kg):** (23.0), and **Talla(m):** (2.0).
 - Dropdown menus for **Control Intraprocedimiento:** (123-control intrap 1), **Provincia:** (05-Matanzas), and **Hospital:** (12-Clinico Quirúrgico Iluminado Rodriguez).
 - Dropdown menus for **Técnica:** (02-Balón de inoue vía arteria femoral Derecha con éxito), **Dispositivo Utilizado:** (02-Balón de inoue 22 mm), and **Resultado Final:** (03-Obtuvo el éxito, con insuficiencia valvular de grado II).
 - Text input fields for **Tipo:** (02-Pulmonar) and **Índice wilkins:** (empty).
 - Dropdown menu for **Diagnóstico Inicial:** (04-Angina atípica).
 - A **Fecha inicio de síntomas:** date picker.
 - A green button labeled **Otros valores**.
- Complicaciones:** A section with two columns:
 - Complicaciones:** A list of potential complications with a vertical scrollbar and navigation arrows (right, left, double right, double left).
 - Complicaciones seleccionadas:** A list of selected complications: "Con pseudo-aneurisma de la arteria coronaria" and "Con disección tipo a del ostio coronario con catéter guía".
- Observaciones:** A large text area for notes.
- Médicos:** A header section at the bottom.
- At the bottom right, there are **Aceptar** and **Cancelar** buttons.

Figura 4.13 Modificar procedimiento Valvuloplastia (elaborada por los autores)

Si el médico especialista selecciona la acción 5 de la Figura 4.6, el sistema permite exportar a formato pdf el informe del procedimiento realizado, ver Figura 4.14.

CIMEQ
 Informe de Valvuloplastia
 Dirección: Habana
 Email: email del cimeq, Fax: fax del cimeq, Teléfono: 56.

Fecha: 30/05/2015

No: 102

| | | |
|------------------------|----------------------------|-----------------------------------|
| Nombre: Felicity Ar Gi | HC: RF45345 | Hospital: General Juan Paz Camejo |
| Edad: 23 | Sexo: Femenino | Peso: 23.0 |
| Talla: 2.0 | Médico: Juan Myder Oropesa | |

Diagnóstico Inicial: 06-I.m.a de evolución tórpida > de 30 días (asintomático con Isquemia).

Fecha de inicio de síntomas: 2015-05-05.

Tipo: 01-Mitral.

Índice Wilkins: 3.

Técnica: 03-Balón de Inoue vía arteria femoral Derecha con éxito. Ins. M.III.

Dispositivo utilizado: 04-Balón de Inoue 26 mm.

Control Intraprocedimiento: 02-Higiene corporal en orden.

Otros Valores

Valores Hemodinámicos

| Valores | Preproc. | | | Postproc. | | |
|----------------------|----------|----|----|-----------|---|---|
| | S | D | M | S | D | M |
| Aurícula Derecha | 12 | 12 | 12 | 3 | - | 1 |
| Ventrículo Derecho | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 2 |
| Arteria Pulmonar | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| Capilar Pulmonar | 1 | 1 | 1 | 3 | 2 | 2 |
| Aurícula Izquierda | 1 | 1 | 1 | - | - | - |
| Ventrículo Izquierdo | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 3 |
| Aorta | - | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 |

| Valores | Preproc. | Postproc. | Unidad Medida |
|------------------------------|----------|-----------|---------------|
| Oximetría Vena Cava | 1 | - | (%) |
| Oximetría Aurícula Derecha | - | - | (%) |
| Oximetría Ventrículo Derecho | 1 | 2 | (%) |
| Oximetría Aurícula Pulmonar | 1 | 3 | (%) |
| Oximetría Aurícula Izquierda | 2 | 22 | (%) |
| Oximetría AO | 3 | 2 | (%) |
| Gasto Cardiaco | - | 3.0 | (Lit/min) |
| Frecuencia Cardiaca | 3 | 3 | (Lat/min) |
| Resistencia Arterial Pulm. | - | - | (URI) |
| Resistencia Vascular Sistém. | - | - | (URI) |
| Área valvular mitral | - | - | (Cm2) |
| Gradiente Transv. Presión | - | - | (mmHg) |

Resultado final: 03-Obtuvo el éxito, con insuficiencia valvular de grado II.

Complicaciones: Con cerebro vascular hemorrágico. Con complicaciones en la arterias de miembro inferior. Con disección tipo a del ostio coronario con catéter guía.

Observaciones: Complicaciones agudas.

Médico ejecutor:

Dr. Juan Myder Oropesa

Médico informa:

Dr. Ronald Arocha Aportela

Figura 4.14 Informe de Valvuloplastia (elaborada por los autores)

4.7 Nivel de satisfacción del cliente. Técnica ladov

La satisfacción del cliente dentro del proceso de desarrollo de software se ha convertido en un punto central en la validación de cualquier investigación científica. (51) Para medir la satisfacción del cliente existen diversas técnicas, dentro de las que se encuentran: encuesta, panel, buzón de sugerencia, la técnica ladov, entre otras. (52)

La técnica ladov constituye una vía indirecta para el estudio de la satisfacción, ya que los criterios que se utilizan se fundamentan en las relaciones que se establecen entre tres preguntas cerradas que se intercalan dentro de un cuestionario, ver [Tabla A 2.1](#); y cuya relación el sujeto desconoce. Estas tres preguntas se relacionan a través de lo que se denomina el "Cuadro lógico de ladov", ver [Tabla A 2.2](#). (53) El número resultante de la interrelación de las tres preguntas nos indica la posición de cada sujeto en la siguiente escala de satisfacción (54):

1. Clara satisfacción.
2. Más satisfecho que insatisfecho.
3. No definida.
4. Más insatisfecho que satisfecho.
5. Clara insatisfacción.
6. Contradictoria.

Según el valor de satisfacción de cada elemento de la muestra se establece una referencia grupal al calcular el índice de satisfacción de los encuestados. El Índice de Satisfacción Grupal (ISG) se calcula por la siguiente fórmula:

$$ISG = \frac{A(1) + B(0,5) + C(0) + D(-0,5) + E(-1)}{N}$$

Donde, A, B, C, D, E, representan el número de respuestas con índice individual 1; 2; 3 ó 6; 4; 5 respectivamente y representa el número total de respuestas que se obtuvieron.

Para poder ponderar el ISG, se establece una escala numérica entre +1 y -1, ver Tabla 4.4.

Tabla 4.4 Escala numérica entre +1 y -1 para ponderar el ISG (45)

| | |
|-------------|----------------------------------|
| +1 | Máximo de satisfacción. |
| 0,5 | Más satisfecho que insatisfecho. |
| 0 | No definido y contradictorio. |
| -0,5 | Más insatisfecho que satisfecho. |
| -1 | Máxima insatisfacción. |

Los valores que se encuentran comprendidos entre - 1 y - 0,5 indican insatisfacción; los comprendidos entre - 0,49 y + 0,49 evidencian contradicción y los que caen entre 0,5 y 1 indican que existe satisfacción.

Los valores de la satisfacción individual, teniendo en cuenta una población de 6 especialistas del servicio de Hemodinámica del Cardiocentro CIMEQ, ver [Tabla A 2.3](#), se comportaron de la siguiente manera:

Tabla 4.5 Valores de satisfacción individual (elaborada por los autores)

| Variable | A | B | C | D | E |
|----------|---|---|---|---|---|
| Cantidad | 5 | 1 | 0 | 0 | 0 |

El cálculo del ISG, teniendo en cuenta los valores de la Tabla 4.5, fue de 0.91. Este resultado, según la escala de clasificación de la Tabla 4.4, representa un máximo nivel de satisfacción con el sistema para los procedimientos Estudio Hemodinámico y Valvuloplastia del servicio de Hemodinámica del Cardiocentro CIMEQ.

Conclusiones parciales

A partir de los resultados alcanzados en este capítulo se arribaron a las siguientes conclusiones:

- Se implementó el sistema para la gestión de la información de los procedimientos Estudio Hemodinámico y Valvuloplastia del servicio de Hemodinámica del Cardiocentro CIMEQ, con todas las funcionalidades previstas.
- El estándar de codificación adoptado permitió la generación de un código claro, fácil de mantener en el tiempo y entendible por otros desarrolladores.
- A partir de la técnica ladov se obtuvo un ISG de 0.91, lo que representa un máximo nivel de satisfacción del cliente.

Conclusiones

Una vez finalizado el proceso de investigación se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- Se desarrolló el sistema para la gestión de la información de los procedimientos Estudio Hemodinámico y Valvuloplastia del servicio de Hemodinámica del Cardiocentro CIMEQ, con todas las funcionalidades previstas según las necesidades de los especialistas de dicho servicio.
- Se obtuvo un máximo nivel de satisfacción del cliente.

Recomendaciones

Por la experiencia adquirida en el desarrollo del presente trabajo de diploma, se recomienda:

- Incluir en el sistema un componente de estadísticas, para eliminar la dependencia con los paquetes estadísticos utilizados por los especialistas del servicio de Hemodinámica.
- Utilizar la Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE) para la estandarización de los diagnósticos clínicos.

Referencias bibliográficas

1. Dr. Gabriel Cheguhem A/P Elizabeth Silva Layes . Sistemas de Información y Gestión Hospitalaria. [En línea] 2000. [Citado el: 9 de 12 de 2014.] <http://bvs.per.paho.org/texcom/cd048444/cheguhem.pdf>. Proceedings 3rd. Argentine Symposium on Healthcare Informatics, SADIO,Tandil, September 2000..
2. CIMEQ. *Centro de Investigaciones Médico Quirúrgicas*. [En línea] [Citado el: 9 de 12 de 2014.] <http://www.cimeq.org/es>.
3. CECAM. *Centro Cardiovascular Madrid*. [En línea] 2010. [Citado el: 9 de 12 de 2014.] <http://www.centrocardiovascularmadrid.es/servicios.php>.
4. *ANGYCOR 2.0: SOFTWARE PARA LA GESTIÓN DE PROCEDIMIENTOS EN UN SERVICIO DE HEMODINÁMICA*. COPEXTEL SA. No. 1 , LA HABANA : Bioingeniería y Física Médica Cubana, Enero-Mayo/ 2009, Vol. Vol 10 . ISSN-1606-0563.
5. CESOL, Centro de Soluciones Libres. *GUÍA CUBANA PARA LA MIGRACION A SWL*. La Habana : s.n., 2009.
6. CECAM. *Centro Cardiovascular Madrid*. [En línea] 2010. [Citado el: 15 de 06 de 2015.] http://www.centrocardiovascularmadrid.es/servicios_hemodinamica.php.
7. Jiménez, Dr. Manuel Abeytua. Servicio de Cardiología. [aut. libro] Capitulo 4. *Cardiología Invasiva*. Hospital General Universitario Gregorio Marañón : Madrid.
8. Marañón, Hospital General Universitario Gregorio. ESTUDIO HEMODINÁMICO. [aut. libro] SERVICIO DE CARDIOLOGÍA. *INFORMACIÓN PARA PACIENTES*. Comunidad Madrid : s.n.
9. Louise Akin, RN, BSN. Valvuloplastia. *CareFirst*. [En línea] 2000-2015 The StayWell Company, LLC. 780 Township Line Road, Yardley, PA 19067. [Citado el: 8 de enero de 2015.] <http://carefirst.staywellsolutionsonline.com/Spanish/TestsProcedures/92,P09328>.
10. Soft, CardioBase. CardioBase. *Software de Gestión Médica Cardiológica*. [En línea] 2013. [Citado el: 12 de 1 de 2015.] www.cardiobasesoft.com.
11. [En línea] <http://www.cardiobasesoft.com/empresa/>.
12. GE HealthCare. *Mac-Lab XTi*. [En línea] General Electric Company, 2015. [Citado el: 12 de 03 de 2015.] [http://www3.gehealthcare.es/es-es-productos/categorias/registro_hemodinamico/maclab_recording_systems#tab4ACD136DD2EB4FE7BD5176D17DD7178E](http://www3.gehealthcare.es/es-es/productos/categorias/registro_hemodinamico/maclab_recording_systems#tab4ACD136DD2EB4FE7BD5176D17DD7178E).
13. gehealthcare. [En línea] http://www3.gehealthcare.com/en/products/categories/hemodynamic_recording/maclab_recording_systems/mac-lab_xti.
14. MobilePro S. de R.L. de C.V. *MedicalApp*. [En línea] [Citado el: 24 de 03 de 2015.] <http://www.medicalapponline.com/docs/software-expediente-clinico-cardiologos.htm>.
15. medicalapp. [En línea] <http://www.medicalapponline.com/index.php>.
16. Drummond certified. MERGE. *Merge Cardiology Solutions*. [En línea] 2013-2014. [Citado el: 25 de 03 de 2015.]

http://www.merge.com/MergeHealthcare/media/documents/datasheets/cardiology/Merge_Hemo.pdf
f. VRCS-8021 rev 4.0.

17. Merge. [En línea] <http://www.merge.com/Contact.aspx#>.

18. María Antonia Tardío López. HERRAMIENTAS DE DESARROLLO VERSUS FUNCIONALIDAD EN APLICACIONES DE INFORMÁTICA MÉDICA. ANGYCOR: SOFTWARE PARA CONTROL DE PROCEDIMIENTOS EN UN SERVICIO DE HEMODINÁMICA . *matota@economia.copextel.com.cu* . [En línea] [Citado el: 12 de 06 de 2015.] SOFTEL. Cuba.

19. Rup. ATVM. [En línea] Julio de 2007. [Citado el: 26 de 03 de 2015.] <http://www.utvm.edu.mx/OrganolInformativo/orgJul07/RUP.htm>.

20. Hurtado, Ing. Javier Alexander. [En línea] [Citado el: 2014 de 01 de 24.] <http://artemisa.unicauca.edu.co/~ecaldon/docs/apliweb/Elec-Ses2-2k5-ClienteServidor.pdf>.

21. Entorno Virtual de Aprendizaje: Ingeniería de Software II. *Arquitectura y Patrones de diseño*. [En línea] Conferencia # 2.

22. Mora, Francisco. UML: Lenguaje. [En línea] 26 de enero de 2015. <http://www.dccia.ua.es/dccia/inf/asignaturas/GPS/archivos/Uml.PDF>.

23. Academy, Oracle. Java y Tú. [En línea] ORACLE. [Citado el: 26 de 1 de 2014.] http://www.java.com/es/download/whatis_java.jsp.

24. Campos, Beatris Prieto. Diseño y programación de páginas web. [En línea] 18 de mayo de 2013. [Citado el: 26 de enero de 2015.] <http://atc.ugr.es/~bprieto/paginas-web8/introduccionx.html>.

25. w3schools.com. *CSS Tutorial*. [En línea] 1999. [Citado el: 26 de enero de 2015.] <http://www.w3schools.com/css/>.

26. Scott Storkel. O'Reilly on Java.com. [En línea] [Citado el: 26 de enero de 2015.] <http://onjava.com/pub/a/onjava/2002/12/11/eclipse.html>.

27. García, Alejandro Pérez. desarrolloweb.com. [En línea] 21 de 1 de 2006. [Citado el: 26 de 1 de 2015.] <http://www.desarrolloweb.com/articulos/2380.php>.

28. Oracle- Java Platform. *Enterprise Edition (Java EE) Technical Documentation*. [En línea] [Citado el: 26 de enero de 2015.] <http://docs.oracle.com/javaee>.

29. Suárez, Juan Manuel Sánchez. Adictos al trabajo. [En línea] [Citado el: 26 de 1 de 2015.] <http://www.adictosaltrabajo.com/tutoriales/tutoriales.php?pagina=richFacesJsfIntro>.

30. Garrett, Jesse James. Maestros del web. [En línea] 11 de junio de 2007. [Citado el: 26 de enero de 2015.] <http://www.maestrosdelweb.com/editorial/ajax/>.

31. Suárez, Jose Manuel Sánchez. Adictos al trabajo. [En línea] 22 de octubre de 2008. [Citado el: 26 de enero de 2015.] <http://www.adictosaltrabajo.com/tutoriales/tutoriales.php?pagina=migrateJSF2Facelets>.

32. González, Héctor Suárez. javaHispano. [En línea] marzo de 2003. [Citado el: 26 de enero de 2015.] http://www.javahispano.org/contenidos/es/manual_hibernate.

33. Chamba, Wilman. Web Application-Plataforma J2EE. [En línea] 15 de febrero de 2008. [Citado el: 26 de enero de 2015.] <http://wilmanchamba.wordpress.com/2008/02/20/jboss-seam-framework>.

34. Community, JasperSoft. JasperReports® Library. *Open Source Java Reporting Library*. [En línea] TIBCO Software, Inc. [Citado el: 12 de 01 de 2015.] <http://community.jaspersoft.com/project/jasperreports-library>.
35. —. iReport Designer. *The Report Development Tool for JasperReports and JasperReports Server*. [En línea] TIBCO Software, Inc. [Citado el: 12 de 01 de 2015.] <http://community.jaspersoft.com/project/ireport-designer>.
36. JBossDeveloper. [En línea] Copyright © 2015 Red Hat, Inc. [Citado el: 15 de 06 de 2015.] <http://www.jboss.org>.
37. PostgreSQL. [En línea] 2009-2015. [Citado el: 26 de enero de 2015.] http://www.postgresql.org/es/sobre_postgresql.
38. pgAdmin. pgAdmin PostgreSQL. [En línea] <http://www.pgadmin.org>.
39. Design and Management Tool for Business IT System Development. *Visual Paradigm*. [En línea] [Citado el: 26 de enero de 2015.] <http://www.visual-paradigm.com/>.
40. Jesús García Molina, M. José Ortín, Begoña Moros, Joaquín Nicolás, Ambrosio Toval. De los Procesos del Negocio a los Casos de Uso. *Flujo de trabajo del negocio*. [En línea] [Citado el: 26 de 02 de 2015.] <http://www.cyta.com.ar/ta0604/v6n4a1.htm>.
41. Tello, Jesús Cáceres. Diagrama de Casos de Uso. [En línea] [Citado el: 25 de 03 de 2015.] <http://www2.uah.es/jcaceres/capsulas/DiagramaCasosDeUso.pdf>.
42. LARMAN, Craig. *An introduction to Object-Oriented Analysis and Design and the Unified Process*. Applying UML and Patterns : 2da, 2002.
43. CPAP. Arquitectura de software. *Centro de Posgrados y Actualización Profesional en Informática. Facultad de Ingeniería*. [En línea] Universidad de la República. [Citado el: 11 de 03 de 2015.] <https://www.fing.edu.uy/cpap/cursos/arquitectura-de-software>.
44. Carralero, Alejandro Mario Velazques. *IH-SW-DR-091 Alas-His_Documento de arquitectura del Sistema*. 2008.
45. Toross, G. Diseño de Sistemas. [En línea] 2009. [Citado el: 12 de 03 de 2015.] <http://www.chaco.gov.ar/utn/disenodesistemas/apuntes/oo/ApunteRUP.pdf>.
46. Patrones de software para la asignacion de Responsabilidad. *El Mundo Informatico*. [En línea] [Citado el: 11 de 03 de 2015.] <http://jorgesaavedra.wordpress.com/category/patrones-grasp>.
47. Lorena Alemán Antelo, Juan Manuel Garcia Orduñez. *Modulo Emergencias del Sistema de Informacion Hospitalario alas-HIS*. Ciudad de La Habana : Trabajo de Diploma para optar por el título de , 2009. UCI-Facultad 7.
48. Quispe, Victor Fabio Cuz. *Diagrama de Componentes*. 2012.
49. Hugo Michael Quisbert Limanchi, Nancy Susana y Marca Hullapar. *Diagrama de despliegue*.
50. catch, Tratamiento de errores en Java con try y. WEBTutoriales. [En línea] Noviembre de 2007. [Citado el: 16 de 04 de 2015.] <http://www.webtutoriales.com/tutoriales/programacion/java/try-and-catch.37.html>.

51. Calidad-Gestion. *Medir la satisfaccion del cliente*. [En línea] [Citado el: 26 de 05 de 2015.] http://calidad-gestion.com.ar/boletin/65_satisfaccion_del_cliente.html.
52. Gerencie. *herramientas-para-medir-la-satisfaccion-del-cliente*. [En línea] [Citado el: 26 de 05 de 2015.] <http://www.gerencie.com/herramientas-para-medir-la-satisfaccion-del-cliente.html>.
53. EFDEPORTES. *IADOV*. [En línea] [Citado el: 26 de 05 de 2015.] <http://www.efdeportes.com/efd47/iadov.htm>.
54. Biblioteca UCI. *Trabajo de Diploma*. [En línea] [Citado el: 26 de 05 de 2015.] http://bibliodoc.uci.cu/RDigitales/2013/febrero/20/TD_05955_12.PDF.

Bibliografía

- *ANGYCOR 2.0: SOFTWARE PARA LA GESTIÓN DE PROCEDIMIENTOS EN UN SERVICIO DE HEMODINÁMICA*. COPEXTEL SA. No. 1 , LA HABANA : Bioingeniería y Física Médica Cubana, Enero-Mayo/ 2009, Vol. Vol 10 . ISSN-1606-0563.
- ANTONIO DELGADO. EROSKI CONSUMER. *¿Debo seguir utilizando Windows XP en 2014?* [En línea] 21 de octubre de 2013. [Citado el: 9 de 12 de 2014.]
<http://www.consumer.es/web/es/tecnologia/software/2013/10/21/218283.php>.
- CECAM. *Centro Cardiovascular Madrid*. [En línea] 2010. [Citado el: 9 de 12 de 2014.]
<http://www.centrocardiovascularmadrid.es/servicios.php>.
- CIMEQ. *Centro de Investigaciones Médico Quirúrgicas*. [En línea] [Citado el: 9 de 12 de 2014.]
<http://www.cimeq.org/es>.
- Dr. Gabriel Cheguhem A/P Elizabeth Silva Laves . *Sistemas de Información y Gestión Hospitalaria*. [En línea] 2000. [Citado el: 9 de 12 de 2014.]
<http://bvs.per.paho.org/texcom/cd048444/cheguhem.pdf>. Proceedings 3rd. Argentine Symposium on Healthcare Informatics, SADIO,Tandil, September 2000.
- Rodríguez Sánchez, Tamara. PROGRAMA DE MEJORA. *Metodología de desarrollo para la Actividad productiva de la UCI*. Versión: 1.1. 12 de noviembre de 2014.
- Marañón, Hospital General Universitario Gregorio. ESTUDIO HEMODINÁMICO. [aut. libro] SERVICIO DE CARDIOLOGÍA. *INFORMACIÓN PARA PACIENTES*. Comunidad Madrid : s.n.
- Dr. Manuel Abeytua Jiménez. *Cardiología Invasiva y Hemodinámica*. [aut. libro] Capítulo 4. Servicio de Cardiología. Hospital General Universitario Gregorio Marañón. Madrid.
- Roger S. Pressman. *Ingeniería de software*. Un enfoque práctico. [aut. libro]. Quinta Edición. Adaptado por Darrel Ince.

Anexos

Anexo #1

Tabla A 1.1 Descripción de la clase del diseño CC_ProcEstHemodinamico del Diagrama de Clases del Diseño Gestionar procedimiento Estudio Hemodinámico (elaborada por los autores)

| | |
|---------------------------------------|---|
| Nombre: CC_ProcEstHemodinamico | |
| Tipo de clase: Controladora | |
| Para cada responsabilidad: | |
| Nombre: | Inicializar() |
| Descripción: | Se inicializan todos los objetos requeridos por el procedimiento y los listados que serán mostrados. |
| Nombre: | Adicionar() |
| Descripción: | Se persisten todos los objetos relacionados con el procedimiento y que han sido seleccionados por el usuario, por ejemplo: médico solicitante, complicaciones, médico que informa y médico que ejecuta. |
| Nombre: | calcularMedia() |
| Descripción: | Calcula la media de los valores hemodinámicos correspondientes a los elementos A y D. |
| Nombre: | seleccionMedicoSolicitante() |
| Descripción: | Permite obtener el médico solicitante del procedimiento seleccionado. |
| Nombre: | resetDatosOtrosValoresHemodinamicos() |
| Descripción: | Reinicia los valores hemodinámicos. |

Tabla A 1.1 Descripción de la clase del diseño CM_ProcEstHemodinamico del Diagrama de Clases del Diseño Gestionar procedimiento Estudio Hemodinámico (elaborada por los autores)

| | |
|---------------------------------------|--|
| Nombre: CM_ProcEstHemodinamico | |
| Tipo de clase: Controladora | |
| Para cada responsabilidad: | |

| | |
|-------------------|--|
| Nombre: | Inicializar() |
| Descripción: : | Se inicializan todos los objetos requeridos por el procedimiento y los listados que serán mostrados. |
| Nombre: | Modificar() |
| Descripción: : | Se persisten todos los objetos relacionados con el procedimiento seleccionado para modificar. |
| Nombre: | calcularMedia() |
| Descripción: : | Calcula la media de los valores hemodinámicos correspondientes a los elementos A y D. |
| Nombre: | seleccionMedicoSolicitante() |
| Descripción: : | Permite obtener el médico solicitante del procedimiento seleccionado. |
| Nombre: | resetDatosOtrosValoresHemodinamicos() |
| Descripción: : | Reinicia los valores hemodinámicos. |

Tabla A 1.3 Descripción de la clase del diseño CL_ProcEstHemodinamico del Diagrama de Clases del Diseño Gestionar procedimiento Estudio Hemodinámico (elaborada por los autores)

| | |
|---------------------------------------|--|
| Nombre: CL_ProcEstHemodinamico | |
| Tipo de clase: Controladora | |
| Para cada responsabilidad: | |
| Nombre: | Inicializar() |
| Descripción: | Se inicializan todos los objetos requeridos por el procedimiento y los listados que serán mostrados. |
| Nombre: | Buscar() |
| Descripción: | Se persisten todos los objetos relacionados con el procedimiento seleccionado para modificar. |
| Nombre: | calcularMedia() |

| | |
|--------------|---|
| Descripción: | Calcula la media de los valores hemodinámicos correspondientes a los elementos A y D. |
| Nombre: | seleccionMedicoSolicitante() |
| Descripción: | Permite obtener el médico solicitante del procedimiento seleccionado. |
| Nombre: | resetDatosOtrosValoresHemodinamicos() |
| Descripción: | Reinicia los valores hemodinámicos. |

Tabla A 1.4 Descripción de la clase del diseño CD_ProcEstHemodinamico del Diagrama de Clases del Diseño Gestionar procedimiento Estudio Hemodinámico (elaborada por los autores)

| | |
|---------------------------------------|--|
| Nombre: CD_ProcEstHemodinamico | |
| Tipo de clase: Controladora | |
| Para cada responsabilidad: | |
| Nombre: | Inicializar() |
| Descripción: | Se inicializan todos los objetos requeridos por el procedimiento y los listados que serán mostrados. |
| Nombre: | calcularMedia() |
| Descripción: | Calcula la media de los valores hemodinámicos correspondientes a los elementos A y D. |

Tabla A 1.5 Descripción de la clase del diseño InformeEstudioHemodinamico del Diagrama de Clases del Diseño Gestionar procedimiento Estudio Hemodinámico (elaborada por los autores)

| | |
|---|--|
| Nombre: InformeEstudioHemodinamico | |
| Tipo de clase: Controladora | |
| Para cada responsabilidad: | |
| Nombre: | Inicializar() |
| Descripción: | Se inicializan todos los objetos requeridos por el procedimiento y los listados que serán mostrados. |
| Nombre: | crearReporte() |

| | |
|--------------|--|
| Descripción: | Se crea el informe de un procedimiento. |
| Nombre: | exportReportToFileFormat() |
| Descripción: | Se exporta el informe de un procedimiento en un fichero. |
| Nombre: | cancelar() |
| Descripción: | Se anulan las acciones realizadas. |
| Nombre: | salir() |
| Descripción: | Se cierra el proceso de generar el informe. |

Tabla A 1.6 Descripción de la clase del diseño CC_ProcValvuloplastia del Diagrama de Clases del Diseño Gestionar procedimiento Valvuloplastia (elaborada por los autores)

| | |
|--------------------------------------|---|
| Nombre: CC_ProcValvuloplastia | |
| Tipo de clase: Controladora | |
| Para cada responsabilidad: | |
| Nombre: | Inicializar() |
| Descripción: | Se inicializan todos los objetos requeridos por el procedimiento y los listados que serán mostrados. |
| Nombre: | Adicionar() |
| Descripción: | Se persisten todos los objetos relacionados con el procedimiento y que han sido seleccionados por el usuario, por ejemplo: médico solicitante, complicaciones, médico que informa y médico que ejecuta. |
| Nombre: | calcularMedia() |
| Descripción: | Calcula la media de los valores hemodinámicos correspondientes a los elementos A y D. |
| Nombre: | seleccionMedicoSolicitante() |
| Descripción: | Permite obtener el médico solicitante del procedimiento seleccionado. |
| Nombre: | resetDatosOtrosValoresHemodinamicos() |
| Descripción: | Reinicia los valores hemodinámicos. |

Tabla A 1.7 Descripción de la clase del diseño CM_ProcValvuloplastia del Diagrama de Clases del Diseño Gestionar procedimiento Valvuloplastia (elaborada por los autores)

| | |
|--------------------------------------|--|
| Nombre: CM_ProcValvuloplastia | |
| Tipo de clase: Controladora | |
| Para cada responsabilidad: | |
| Nombre: | Inicializar() |
| Descripción: | Se inicializan todos los objetos requeridos por el procedimiento y los listados que serán mostrados. |
| Nombre: | Modificar() |
| Descripción: | Se persisten todos los objetos relacionados con el procedimiento seleccionado para modificar. |
| Nombre: | calcularMedia() |
| Descripción: | Calcula la media de los valores hemodinámicos correspondientes a los elementos A y D. |
| Nombre: | seleccionMedicoSolicitante() |
| Descripción: | Permite obtener el médico solicitante del procedimiento seleccionado. |
| Nombre: | resetDatosOtrosValoresHemodinamicos() |
| Descripción: | Reinicia los valores hemodinámicos. |

Tabla A 1.8 Descripción de la clase del diseño CL_ProcValvuloplastia del Diagrama de Clases del Diseño Gestionar procedimiento Valvuloplastia (elaborada por los autores)

| | |
|--------------------------------------|--|
| Nombre: CL_ProcValvuloplastia | |
| Tipo de clase: Controladora | |
| Para cada responsabilidad: | |
| Nombre: | Inicializar() |
| Descripción: | Se inicializan todos los objetos requeridos por el procedimiento y los listados que serán mostrados. |
| Nombre: | Buscar() |

| | |
|--------------|---|
| Descripción: | Se persisten todos los objetos relacionados con el procedimiento seleccionado para modificar. |
| Nombre: | calcularMedia() |
| Descripción: | Calcula la media de los valores hemodinámicos correspondientes a los elementos A y D. |
| Nombre: | seleccionMedicoSolicitante() |
| Descripción: | Permite obtener el médico solicitante del procedimiento seleccionado. |
| Nombre: | resetDatosOtrosValoresHemodinamicos() |
| Descripción: | Reinicia los valores hemodinámicos. |

Tabla A 1.9 Descripción de la clase del diseño CM_ProcValvuloplastia del Diagrama de Clases del Diseño Gestionar procedimiento Valvuloplastia (elaborada por los autores)

| | |
|--------------------------------------|--|
| Nombre: CD_ProcValvuloplastia | |
| Tipo de clase: Controladora | |
| Para cada responsabilidad: | |
| Nombre: | Inicializar() |
| Descripción: | Se inicializan todos los objetos requeridos por el procedimiento y los listados que serán mostrados. |
| Nombre: | calcularMedia() |
| Descripción: | Calcula la media de los valores hemodinámicos correspondientes a los elementos A y D. |

Tabla A 1.10 Descripción de la clase del diseño InformeValvuloplastia del Diagrama de Clases del Diseño Gestionar procedimiento Valvuloplastia (elaborada por los autores)

| | |
|--------------------------------------|---------------|
| Nombre: InformeValvuloplastia | |
| Tipo de clase: Controladora | |
| Para cada responsabilidad: | |
| Nombre: | Inicializar() |

| | |
|--------------|--|
| Descripción: | Se inicializan todos los objetos requeridos por el procedimiento y los listados que serán mostrados. |
| Nombre: | crearReporte() |
| Descripción: | Se crea el informe de un procedimiento. |
| Nombre: | exportReportToFileFormat() |
| Descripción: | Se exporta el informe de un procedimiento en un fichero. |
| Nombre: | cancelar() |
| Descripción: | Se anulan las acciones realizadas. |
| Nombre: | salir() |
| Descripción: | Se cierra el proceso de generar el informe. |

Anexo #2

Cuestionario

Tabla A 2.1 Cuestionario para medir el nivel de satisfacción de los especialistas del servicio de Hemodinámica (elaborada por los autores)

| Cuestionario | | |
|--|---|--|
| Pregunta 1 | | |
| ¿Crees que el aspecto del sistema es agradable? | | |
| <input type="checkbox"/> Sí. | <input type="checkbox"/> No. | <input type="checkbox"/> No sé. |
| Pregunta 2 | | |
| ¿Resuelve el sistema las necesidades de información del servicio de Hemodinámica del Cardiocentro CIMEQ? | | |
| <input type="checkbox"/> Sí. | <input type="checkbox"/> No. | <input type="checkbox"/> No sé. |
| Pregunta 3 | | |
| ¿El sistema presenta una navegabilidad intuitiva? | | |
| <input type="checkbox"/> Sí. | <input type="checkbox"/> No. | <input type="checkbox"/> No sé. |
| Pregunta 4 | | |
| ¿Qué funcionalidad cree que debería agregársele al sistema? | | |
| | | |
| Pregunta 5 | | |
| ¿Te agrada la manera en la que se presenta la información? | | |
| <input type="checkbox"/> Me gusta mucho. | <input type="checkbox"/> No me gusta tanto. | <input type="checkbox"/> No me interesa. |
| <input type="checkbox"/> Me disgusta más de lo que me gusta. | <input type="checkbox"/> No sé qué decir. | <input type="checkbox"/> No me gusta nada. |

Cuadro lógico de ladov

Tabla A 2.2 Cuadro lógico de ladov (elaborada por los autores)

| | ¿Resuelve el sistema las necesidades de información del servicio de Hemodinámica del Centro CIMEQ? | | | | | | | | |
|--|--|----|-------|----|----|-------|-------|----|-------|
| | Sí | | | No | | | No sé | | |
| ¿Te agrada la manera en la que se presenta la información? | ¿El sistema presenta una navegabilidad intuitiva? | | | | | | | | |
| | Sí | No | No sé | Sí | No | No sé | Sí | No | No sé |
| Me gusta mucho | 1 | 2 | 6 | 2 | 2 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| No me gusta tanto | 2 | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | 6 | 3 | 6 |
| No me interesa | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Me disgusta más de lo que me gusta | 6 | 3 | 6 | 3 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 |
| No me gusta nada | 6 | 6 | 6 | 6 | 4 | 4 | 6 | 4 | 5 |
| No sé qué decir | 2 | 3 | 6 | 3 | 3 | 3 | 6 | 3 | 4 |

Especialistas del servicio de Hemodinámica*Tabla A 2.3 Especialistas del servicio de Hemodinámica (elaborada por los autores)*

| No | Nombre | Años de experiencia | Categoría científica | Especialidad |
|-----------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|---------------------|
| 1 | Ronald Aroche Aportela | 10 | Máster | Cardiología |
| 2 | Angel Obregón Santos | 25 | Doctor | Cardiología |
| 3 | Myder Hernández Nava | 5 | Licenciado | Cardiología |
| 4 | Lázaro Aldama Pérez | 5 | Licenciado | Cardiología |
| 5 | Angel Y. Rodriguez Navarro | 8 | Máster | Cardiología |
| 6 | Yurisbel Tran Oliva | 6 | Licenciado | Cardiología |