

Universidad de las Ciencias Informáticas

Facultad 2



# Herramienta para la gestión de informes diagnósticos de los estudios imagenológicos realizados en el servicio de Hemodinámica

Trabajo de Diploma para optar por el Título de  
Ingeniero en Ciencias Informáticas

Autor: Adrián Amigo Portilla

Tutores: Ing. Adrián Fernández Orozco

Ing. Yoandry González Castro

Ciudad de La Habana, 25 de 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 a hacer uso del mismo en su beneficio.

Para que así conste firmamos la presente a los 25 días del mes de junio del año 2015.

---

Adrián Amigo Portilla

Autor

Tutores

---

Ing. Adrián Fernández Orozco

---

Ing. Yoandry González Castro

## DATOS DE CONTACTO

### Tutores:

**Ing. Adrián Fernández Orozco:** graduado de Ingeniería en Ciencias Informáticas en la UCI en el año 2010. Se desempeña actualmente como especialista en el Departamento de Desarrollo de Aplicaciones del CESIM. Actualmente es líder del equipo de implantación de la solución PACS-RIS en el Centro Nacional de Cirugía de Mínimo Acceso.

Correo electrónico: [aorozco@uci.cu](mailto:aorozco@uci.cu)

**Ing. Yoandry González Castro:** graduado de Ingeniería en Ciencias Informáticas en la UCI en el año 2013. Se desempeña actualmente como especialista en el Departamento de Desarrollo de Aplicaciones del CESIM. Actualmente es líder de desarrollo del proyecto: Desarrollo a la medida de un sistema para el Servicio de Hemodinámica del Cardiocentro CIMEQ.

Correo electrónico: [yoandrygc@uci.cu](mailto:yoandrygc@uci.cu)

## DEDICATORIA

*A mis abuelos que hace mucho tiempo no se encuentran junto a mí, pero toda mi vida los he tenido muy presentes.*

*A mi padre por su apoyo y amor incondicional, por ser un guía excepcional en este camino que es la vida.*

*A mis hermanas por preocuparse tanto por mí y estar pendiente de mis necesidades y bienestar.*

*A mis amigos por su ayuda desinteresada e incondicional durante la carrera y por todos los momentos que me han hecho disfrutar.*

## **AGRADECIMIENTOS**

*Agradezco a mi padre, a mi hermana Giselle y a mi familia por sacrificarse tanto para ver mis aspiraciones realizadas.*

*A mis segundos hermanos Zahylí y Aramis por haber compartido tantas cosas buenas conmigo y haberme apoyado y aguantado en malos momentos.*

*A los mejores amigos que pude tener durante la universidad, Lachy, Héctor, Alexy, el Calvo, Alberto, Bexi, Cristina, Yanelis y a las Claudias por estar conmigo y haberme hecho disfrutar junto a ellos tantos buenos momentos.*

*A los profesores que me apoyaron y me educaron durante toda la carrera.*

*A mis tutores Adrián y Yoandry por haberme ayudado en el desarrollo de esta investigación.*

*A la universidad por haberme permitido formar parte de ella.*

*De forma sincera y eternamente agradecido. Muchas Gracias*

## **RESUMEN**

La emisión del informe diagnóstico de un estudio imagenológico es uno de los procesos más importantes que se realiza en un departamento de diagnóstico por imágenes. Este informe contiene la valoración del especialista sobre los hallazgos encontrados durante la exploración y procesamiento del estudio. Existen disímiles sistemas que informatizan este proceso a nivel internacional y nacional, como es el caso del sistema PACS desarrollado en el Centro de Informática Médica de la Universidad de las Ciencias Informáticas. Este sistema PACS cuenta con un subsistema para la edición de informes imagenológicos conocido como PACSReporter. Dicho subsistema presenta limitantes que dificultan su adaptabilidad a diferentes modalidades médicas. Este emplea para la confección del reporte, un modelo de informe general a través del cual no se puede manejar parte de la información que necesitan algunas modalidades médicas para emitir los informes diagnósticos.

La presente investigación tiene como objetivo implementar el proceso de emisión de informes diagnósticos realizado en el Servicio de Hemodinámica del Centro de Investigaciones Médico Quirúrgicas, para el módulo de reportes del PACS desarrollado en el Centro de Informática Médica. Para esto se utilizó la metodología RUP, la plataforma .NET con lenguaje de programación C# 4.0. Se empleó la tecnología WPF y MVVM como patrón arquitectónico principal. Como resultado se obtuvo una herramienta que permite la gestión del proceso de emisión de informes diagnósticos de los estudios imagenológicos realizados en el Servicio de Hemodinámica del Centro de Investigaciones Médico Quirúrgicas para el módulo de reportes del PACS.

### **Palabras clave:**

Diagnóstico, hemodinámica, informe diagnóstico, reportador, reporte

# TABLA DE CONTENIDOS

|   |           |
|---|-----------|
| <b>INTRODUCCIÓN</b> .....   | <b>1</b>  |
| <b>CAPÍTULO 1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LAS HERRAMIENTAS PARA LA GESTIÓN DE INFORMES DIAGNÓSTICOS DE LOS ESTUDIOS IMAGENOLÓGICOS REALIZADOS EN EL SERVICIO DE HEMODINÁMICA</b> ..... | <b>6</b>  |
| 1.1. ¿QUÉ SON LOS SISTEMAS PACS Y RIS?.....   | 6         |
| 1.2. COMUNICACIÓN DE IMÁGENES DIGITALES EN MEDICINA .....   | 8         |
| 1.3. TENDENCIAS ACTUALES EN LA ELABORACIÓN DE INFORMES IMAGENOLÓGICOS .....   | 9         |
| 1.4. SISTEMAS INFORMÁTICOS EXISTENTES .....   | 10        |
| 1.5. METODOLOGÍAS, TECNOLOGÍAS, HERRAMIENTAS Y LENGUAJES UTILIZADOS.....  | 13        |
| 1.6. MODELO DE MADUREZ DE LA CAPACIDAD DE INTEGRACIÓN .....   | 15        |
| <b>CAPÍTULO 2. CARACTERÍSTICAS DE LA HERRAMIENTA PARA LA GESTIÓN DE INFORMES DIAGNÓSTICOS DE LOS ESTUDIOS IMAGENOLÓGICOS REALIZADOS EN EL SERVICIO DE HEMODINÁMICA.</b> .....         | <b>17</b> |
| 2.1. PROCESO DE EMISIÓN DE INFORME DIAGNÓSTICO IMAGENOLÓGICO .....  | 17        |
| 2.2. MODELO DEL DOMINIO .....   | 18        |
| 2.3. ESPECIFICACIÓN DE LOS REQUISITOS DE SOFTWARE.....  | 20        |
| 2.4. DESCRIPCIÓN DE LA HERRAMIENTA PROPUESTA .....  | 25        |
| 2.5. DEFINICIÓN DE ACTORES DEL SISTEMA.....   | 26        |
| 2.6. DEFINICIÓN DE LOS CASOS DE USO DEL SISTEMA. ....   | 26        |
| 2.7. DESCRIPCIÓN DE LOS CASOS DE USO DEL SISTEMA.....   | 27        |
| <b>CAPÍTULO 3. ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA HERRAMIENTA PARA LA GESTIÓN DE INFORMES DIAGNÓSTICOS DE LOS ESTUDIOS IMAGENOLÓGICOS REALIZADOS EN EL SERVICIO DE HEMODINÁMICA.</b> .....       | <b>33</b> |
| 3.1. DISEÑO.....  | 33        |
| 3.2. MODELO ARQUITECTÓNICO .....  | 36        |
| 3.3. PATRONES DE DISEÑO UTILIZADOS .....  | 37        |

|  |                                      |
|--|--------------------------------------|
| <b>CAPÍTULO 4. IMPLEMENTACIÓN DE LA HERRAMIENTA PARA LA GESTIÓN DE INFORMES DIAGNÓSTICOS DE LOS ESTUDIOS IMAGENOLÓGICOS REALIZADOS EN EL SERVICIO DE HEMODINÁMICA.....</b> | <b>41</b>                            |
| 4.1. DIAGRAMA DE COMPONENTES.....  | 41                                   |
| 4.2. DIAGRAMA DE DESPLIEGUE .....  | 43                                   |
| 4.3. ESTÁNDAR DE CODIFICACIÓN .....  | 45                                   |
| 4.4. TRATAMIENTO DE ERRORES .....  | 45                                   |
| <b>RESULTADOS OBTENIDOS .....</b>  | <b>47</b>                            |
| <b>CONCLUSIONES.....</b>   | <b>48</b>                            |
| <b>RECOMENDACIONES.....</b>  | <b>49</b>                            |
| <b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>   | <b>50</b>                            |
| <b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>   | <b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b> |
| <b>ANEXOS .....</b>  | <b>53</b>                            |
| ANEXO 1 DESCRIPCIONES DE LAS CLASES .....  | 53                                   |
| ANEXO 2 GUÍA CON ASPECTOS A CONSIDERAR EN LA ENTREVISTA.....   | 57                                   |
| ANEXO 3 GUÍA DE OBSERVACIÓN. ASPECTOS A CONSIDERAR.....  | 58                                   |
| <b>GLOSARIO DE TÉRMINOS .....</b>  | <b>59</b>                            |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| <b>Figura 1.</b> Componentes de un sistema PACS (fuente: elaboración propia) .....   | 7  |
| <b>Figura 2.</b> Modelo de Datos de DICOM (fuente: elaboración propia) .....   | 8  |
| <b>Figura 3.</b> Modelo de Dominio de la Herramienta para la gestión de informes diagnósticos de los estudios imagenológicos realizados en el servicio de Hemodinámica (fuente: elaboración propia).....   | 19 |
| <b>Figura 4.</b> Requisitos Funcionales de la Herramienta para la gestión de informes diagnósticos de los estudios imagenológicos realizados en el servicio de Hemodinámica (fuente: elaboración propia).....  | 22 |
| <b>Figura 5.</b> Requisitos No Funcionales de la Herramienta para la gestión de informes diagnósticos de los estudios imagenológicos realizados en el servicio de Hemodinámica (fuente: elaboración propia).....   | 24 |
| <b>Figura 6.</b> Diagrama de Casos de Uso de la Herramienta para la gestión de informes diagnósticos de los estudios imagenológicos realizados en el servicio de Hemodinámica (fuente: elaboración propia).....  | 27 |
| <b>Figura 7.</b> Diagrama de clases del diseño del CU Gestionar informe referente a la Herramienta para la gestión de informes diagnósticos de los estudios imagenológicos realizados en el Servicio de Hemodinámica (fuente: elaboración propia) .....      | 34 |
| <b>Figura 8.</b> Diagrama de Secuencia correspondiente al RF Guardar informe referente a la Herramienta para la gestión de informes diagnósticos de los estudios imagenológicos realizados en el Servicio de Hemodinámica (fuente: elaboración propia) ..... | 35 |
| <b>Figura 9.</b> Arquitectura basada en el estilo arquitectural En Capas referente a la Herramienta para la gestión de informes diagnósticos de los estudios imagenológicos realizados en el Servicio de Hemodinámica (fuente: elaboración propia) .....     | 37 |
| <b>Figura 10.</b> Patrón Modelo-Vista-Modelo de Vista (fuente: elaboración propia) .....   | 38 |
| <b>Figura 11.</b> Patrón Creador utilizado en la Herramienta para la gestión de informes diagnósticos de los estudios imagenológicos realizados en el Servicio de Hemodinámica (fuente: elaboración propia) .....  | 39 |
| <b>Figura 12.</b> Diagrama de componentes de la Herramienta para la gestión de informes diagnósticos de los estudios imagenológicos realizados en el Servicio de Hemodinámica (fuente: elaboración propia) .....   | 42 |
| <b>Figura 13.</b> Diagrama de despliegue referente a la Herramienta para la gestión de informes diagnósticos de los estudios imagenológicos realizados en el Servicio de Hemodinámica (fuente: elaboración propia).....                                      | 44 |
| <b>Figura 14.</b> Ejemplo de Tratamiento de errores a través de Excepciones referente a la Herramienta para la gestión de informes diagnósticos de los estudios imagenológicos realizados en el Servicio de Hemodinámica (fuente: elaboración propia) .....  | 46 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| <b>Tabla 1.</b> Entidades y conceptos fundamentales (fuente: elaboración propia).....   | 20 |
| <b>Tabla 2.</b> Requisitos Funcionales de la Herramienta para la gestión de informes diagnósticos de los estudios imagenológicos realizados en el servicio de Hemodinámica (fuente: elaboración propia).....  | 21 |
| <b>Tabla 3.</b> Requisitos No Funcionales de la Herramienta para la gestión de informes diagnósticos de los estudios imagenológicos realizados en el servicio de Hemodinámica (fuente: elaboración propia).....   | 22 |
| <b>Tabla 4.</b> Definición de actores referentes a la herramienta (fuente: elaboración propia) .....  | 26 |
| <b>Tabla 5.</b> CU 1 Gestionar informe de la Herramienta para la gestión de informes diagnósticos de los estudios imagenológicos realizados en el servicio de Hemodinámica (fuente: elaboración propia).....  | 27 |
| <b>Tabla 6.</b> Descripción de los elementos que conforman el diagrama de componentes de la herramienta para la gestión de los informes diagnósticos de los estudios imagenológicos realizados en el Servicio de hemodinámica (fuente: elaboración propia) .....  | 42 |
| <b>Tabla 7.</b> Descripción de los elementos que conforman el diagrama de despliegue de la herramienta para la gestión de los informes diagnósticos de los estudios imagenológicos realizados en el Servicio de Hemodinámica (fuente: elaboración propia).....  | 44 |
| <b>Tabla 8.</b> Descripción de la Clase GeneralOperationsViewModel del diagrama de clases del diseño del CU Gestionar informe referente a la Herramienta para la gestión de informes diagnósticos de los estudios imagenológicos realizados en el Servicio de Hemodinámica (fuente: elaboración propia) ..... | 53 |
| <b>Tabla 9.</b> Descripción de la Clase ReporterViewModel del diagrama de clases del diseño del CU Gestionar informe referente a la Herramienta para la gestión de informes diagnósticos de los estudios imagenológicos realizados en el Servicio de Hemodinámica (fuente: elaboración propia).....           | 54 |
| <b>Tabla 10.</b> Descripción de la Clase ViewerController del diagrama de clases del diseño del CU Gestionar informe referente a la Herramienta para la gestión de informes diagnósticos de los estudios imagenológicos realizados en el Servicio de Hemodinámica (fuente: elaboración propia).....           | 55 |

### INTRODUCCIÓN

El desarrollo alcanzado por la ciencia y la tecnología ha permitido que la informática esté presente en esferas como la medicina. Desde inicios de la medicina se hizo necesario trabajar con dibujos o representaciones del cuerpo a fin de lograr un mejor entendimiento de los estudios que se realizaban. Con el descubrimiento de los rayos X en el año 1895, aparecen las primeras imágenes médicas, en aquellos momentos llamadas “imágenes de rayos X”. Estas se usaron para hacer radiografías de gran utilidad en el diagnóstico médico (1).

A mediados del siglo 20, comienzan a aparecer nuevas modalidades de imágenes diagnósticas como la Tomografía Axial Computarizada (TAC), Ultrasonido (US), Angiografía (XA) y la Radiología Computarizada (CR) entre otras (2). Esto conllevó a la adquisición de nuevos equipos de alta tecnología por los centros de salud para la realización de nuevos estudios imagenológicos. Esa razón, unida al desarrollo de las redes de comunicación, las computadoras, los medios de almacenamiento y el gran cúmulo de información generado de los estudios médicos realizados a pacientes, crean condiciones necesarias para el surgimiento de los sistemas PACS (Sistema de almacenamiento y comunicación de imágenes médicas) y RIS (Sistema de información radiológica).

Un RIS es un sistema que se encarga del registro de toda la actividad radiológica y de gestionar todo el flujo de información asociado a la realización de estudios imagenológicos (3). A su vez un sistema PACS se encarga de la adquisición, almacenamiento, visualización y transmisión de dichos estudio imagenológicos. Su objetivo principal es permitir el funcionamiento de un servicio de imágenes sin la necesidad de archivarlas en documento de papel o películas.

El uso de los sistemas PACS conlleva a mejoras en los centros hospitalarios, reduce costos y optimiza los tiempos de respuesta del profesional ante el paciente (4). Estos sistemas de información vienen complementados con varios subsistemas. Uno de estos suele estar relacionado con la emisión de informes diagnósticos, donde los especialistas recogen las interpretaciones que obtienen de analizar los estudios imagenológicos que se realizan a pacientes. Esto permite viabilizar y mejorar los procesos que se desarrollan en un departamento de diagnóstico por imágenes; realizar un diagnóstico más rápido y mejorar la asistencia médica brindada al paciente en los distintos centros de salud.

Una de las instituciones médicas reconocida a nivel mundial por brindar servicios de asistencia médica de alta calidad es el Centro de Investigaciones Médico Quirúrgicas (CIMEQ), por ser una institución de elevado nivel

científico-tecnológico (5). Dicho centro cuenta con diferentes áreas que brindan servicios especializados de excelencia, entre ellos el servicio de Hemodinámica (SH), brindado por el Cardiocentro de la propia institución.

La Hemodinámica o Cardiología Intervencionista es una técnica de diagnóstico que permite el estudio del sistema cardiovascular (6). En esta parte de la cardiología se realizan técnicas de diagnósticos y/o tratamientos donde, a partir de la utilización de diferentes equipos médicos, se generan imágenes que muestran la ejecución de los procedimientos aplicados. Estos incluyen coronariografías, intervenciones coronarias percutáneas, valvuloplastias y estudios hemodinámicos. El especialista médico procesa y analiza las imágenes obtenidas y luego emite un informe diagnóstico imagenológico, donde se recogen las interpretaciones resultantes del análisis.

A fin de viabilizar estos procesos de diagnóstico, mejorar la calidad de los servicios de salud y como una fuente de entrada de recursos al país, Cuba ha creado centros y empresas que apoyen el desarrollo de sistemas informáticos. Una de las instituciones más destacadas en este sentido, es la Universidad de Ciencias Informáticas (UCI) la cual dio un vuelco radical al desarrollo de software en Cuba. La misma cuenta con el Centro de Informática Médica (CESIM) donde se desarrollan aplicaciones para la salud. Entre ellas se encuentra la solución PACS - RIS.

Desde el año 2008 el sistema PACS se encuentra desplegado en el Hospital CIMEQ. Dicho sistema contiene un subsistema para la edición de informes imagenológicos conocido como PACSReporter. Este es un reportador de propósito general que aun cuando ha producido mejoras en el proceso de emisión del informe diagnóstico imagenológico, presenta limitantes que han impedido que dicho sistema sea implantado en el servicio de hemodinámica del CIMEQ.

En el servicio de hemodinámica, la información que se genera en la realización de un estudio imagenológico, es recogida en informes que presentan un formato específico para cada procedimiento hemodinámico. Estos informes contienen información propia de la especialidad médica y del procedimiento aplicado al paciente durante la realización del estudio, así como información que el especialista estime conveniente registrar en el informe o que sea necesaria para el diagnóstico.

Actualmente el subsistema PACSReporter para la confección del informe imagenológico emplea un modelo de informe general. A través de este no se puede recoger la información necesaria, que permite gestionar el proceso de emisión del informe diagnóstico imagenológico en el servicio de hemodinámica. Debido al tipo de

información generada en dicho servicio y los formatos de planillas de informes que se utilizan para cada procedimiento hemodinámico. Como consecuencia el especialista muchas veces se ve obligado a terminar el informe de forma manual, lo que trae demoras en el proceso de emisión del informe diagnóstico. Hasta la actualidad los especialistas han utilizado otras herramientas informáticas cada día más en desuso, para gestionar el proceso de emisión del informe diagnóstico imagenológico, resolviendo parcialmente sus necesidades al respecto.

Por todo lo antes expuesto se plantea como **problema a resolver**: ¿Cómo facilitar el proceso de emisión de informes diagnósticos en el servicio de Hemodinámica?

Como **objeto de estudio** se define el proceso de emisión de informes diagnósticos y como **campo de acción** el proceso de emisión de informes diagnósticos en el servicio de Hemodinámica.

Para resolver el problema planteado se define el siguiente **objetivo general**: Implementar el proceso de emisión de informes diagnósticos realizado en el servicio de Hemodinámica del Centro de Investigaciones Médico Quirúrgicas para el módulo de reportes del PACS desarrollado en el Centro de Informática Médica.

Para dar cumplimiento al objetivo anteriormente planteado se identificaron las **siguientes tareas de la investigación**:

1. Descripción de los sistemas informáticos que implementan la gestión del proceso de emisión del informe diagnóstico de estudios imagenológicos en Hemodinámica a nivel internacional y nacional.
2. Asimilación de las herramientas y tecnologías empleadas para el desarrollo de la solución PACS del CESIM.
3. Análisis de las posibles implementaciones, componentes o módulos ya existentes en la solución PACS del CESIM, que puedan ser reutilizados.
4. Generación de los artefactos propuestos por la metodología de desarrollo Proceso Unificado de Desarrollo de Software (RUP).
5. Implementación de la solución propuesta aplicando las pautas de diseño definidas en el CESIM, acorde a las tecnologías empleadas en dicho centro.

En el curso de la investigación se utilizaron **métodos científicos** para dar cumplimiento a las tareas de investigación:

- **Teóricos:** Los métodos teóricos cumplen una función importante, ya que posibilitan la interpretación conceptual de los datos empíricos encontrados. Así pues contribuyen al desarrollo de las teorías científicas (7).

**Histórico Lógico:** Se empleó para realizar una valoración de la información que se obtiene de las fuentes bibliográficas consultadas y de esta forma conocer el comportamiento y las tendencias a lo largo de los años del proceso de emisión del informe diagnóstico imagenológico. A su vez se sigue una secuencia lógica para realizar la investigación a través del análisis de las tecnologías que apoyan y complementan el correcto desarrollo del proceso de emisión del informe. Se realiza el estudio del arte de sistemas que intervienen en el proceso antes mencionado y se analizan cuáles de estos sistemas se pueden reutilizar.

**Analítico Sintético:** permitió analizar e identificar las principales características y definiciones más importantes relacionadas con el problema a resolver. Los componentes y procesos sobre los cuales se desarrolla la herramienta posibilitando comprender las interacciones existentes entre cada uno de ellos.

**Modelación:** se utilizó para modelar las diferentes etapas de la ingeniería de software por las que transita el desarrollo de la herramienta para la gestión de informes diagnósticos de los estudios imagenológicos realizados en el servicio de Hemodinámica.

- **Empíricos:** Los métodos de investigación empíricos permiten revelar las características, propiedades fundamentales y relaciones esenciales del objeto (7).

**Entrevista:** para recopilar la mayor cantidad de información y contenido de forma directa con la fuente de información y así alcanzar los objetivos de la investigación. Ver [anexo 2](#).

**Observación:** obtener una percepción directa del objeto de estudio y de esta forma poder formular el problema a resolver en la presente investigación. Durante el transcurso de la investigación permitió realizar un análisis y evaluación de los resultados obtenidos con los resultados esperados del desarrollo de la herramienta para la gestión de informes diagnósticos de los estudios imagenológicos realizados en el servicio de Hemodinámica. Ver [anexo 3](#).

### Estructura del contenido de la tesis:

**Capítulo 1. Fundamentación teórica de la Herramienta para la gestión de informes diagnósticos de los estudios imagenológicos realizados en el servicio de Hemodinámica:** recoge los principales aspectos relacionados con la investigación. Se realiza un estudio del estado del arte de sistemas que intervienen en el proceso de emisión de informes diagnósticos a nivel internacional, así como otros sistemas cubanos y en específico de la UCI. Contiene los resultados del análisis de las principales herramientas y tecnologías actuales usadas para el desarrollo del sistema, así como la metodología de desarrollo y el lenguaje de modelado a utilizar.

**Capítulo 2. Características de la Herramienta para la gestión de informes diagnósticos de los estudios imagenológicos realizados en el servicio de Hemodinámica:** describe cómo se realiza el proceso de emisión del informe diagnóstico imagenológico a través del sistema PACSReporter. A fin de comprender como adaptar el proceso de emisión del informe en el servicio de hemodinámica, describe dicho proceso en este servicio. A partir de todo ello se conforma el modelo de dominio. Agrupa 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 relacionados con los requisitos funcionales identificados.

**Capítulo 3. Arquitectura y diseño de la Herramienta para la gestión de informes diagnósticos de los estudios imagenológicos realizados en el servicio de Hemodinámica:** aborda los elementos de diseño de la herramienta a desarrollar a partir de diagramas de clases del diseño y de diagramas de secuencias de los casos de usos. Se describe la arquitectura que se emplea para el desarrollo de la herramienta referente a la presente investigación y se describen los patrones de diseño que se utilizan.

**Capítulo 4. Implementación de la Herramienta para la gestión de informes diagnósticos de los estudios imagenológicos realizados en el servicio de Hemodinámica:** muestra a partir de los resultados obtenidos en la etapa de diseño, el diagrama de Componentes usados para la implementación de la herramienta. Se describe el estándar de codificación utilizado además de las estrategias de implementación empleadas. Se muestra el diagrama de despliegue de la herramienta a fin de mostrar la ubicación física de cada componente.

---

## **CAPÍTULO 1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LAS HERRAMIENTAS PARA LA GESTIÓN DE INFORMES DIAGNÓSTICOS DE LOS ESTUDIOS IMAGENOLÓGICOS REALIZADOS EN EL SERVICIO DE HEMODINÁMICA**

En el presente capítulo se recogen los principales conceptos relacionados con el dominio de la investigación. Se realiza un estudio del estado del arte de sistemas que intervienen en el proceso de emisión de informes diagnósticos a nivel internacional, así como otros sistemas cubanos y en específico de la UCI. Contiene los resultados del análisis de las principales herramientas y tecnologías actuales usadas para el desarrollo del sistema, así como la metodología de desarrollo y el lenguaje de modelado a utilizar.

### **1.1. ¿Qué son los sistemas PACS y RIS?**

El desarrollo tecnológico alcanzado a inicios de 1980 en elementos como las redes de comunicación, las computadoras, los medios de almacenamiento, el surgimiento de nuevas técnicas y procedimientos en la medicina trajo consigo la necesidad de adquirir equipamiento que soporte este desarrollo por los centros hospitalarios. Como resultado de todo este proceso con el paso del tiempo se crearon las condiciones necesarias para el surgimiento y evolución de los sistemas PACS – RIS, a fin de mejorar los servicios de asistencia médica brindada a pacientes.

Un PACS es un sistema de adquisición, almacenamiento, procesamiento y transmisión de imágenes radiológicas (4). Los sistemas PACS se conforman de diferentes componentes entre los que se encuentran dispositivos para la adquisición de imágenes, unidades de almacenamiento, unidades de impresión, estaciones de visualización y bases de datos. Todos estos componentes están conectados a través de redes de comunicación para intercambiar la información y las imágenes provenientes de los equipos de adquisición de imágenes médicas. Las imágenes son transferidas a una estación de trabajo para su visualización y emisión de los informes de los estudios imagenológicos correspondientes. Ver Figura 1.



**Figura 1.** Componentes de un sistema PACS (fuente: elaboración propia)

Debido al gran cúmulo de información generada a partir de los procesos asociados a la realización de los estudios imagenológicos a pacientes y la información administrativa resultante, surgen los sistemas RIS. Estos permiten contar con un flujo de trabajo radiológico eficiente y sincronizado que se integre con el sistema PACS, en lugar de destinar este último a almacén de imágenes.

Un RIS es un sistema de gestión de información específica al departamento de radiología, sobre y durante todo el proceso asistencial. Este facilita al personal de atención al paciente la organización de los servicios del área imagenológica. Brinda herramientas para la gestión de citas que pueden ser otorgadas, tanto para la realización de estudios de imágenes en cada modalidad, como la realización de consultas con especialistas del departamento (3). En términos generales un RIS se encarga del registro de toda la actividad radiológica y de gestionar todo el flujo de información asociado a la realización de estudios imagenológicos a pacientes.

Con el objetivo de que los sistemas PACS funcionen correctamente con modalidades y estaciones de trabajo de diferentes fabricantes, existen una serie de estándares de imagen digital que se han definido para ello. La mayoría de los sistemas PACS, modalidades y estaciones de trabajo que se comuniquen entre sí, lo hacen bajo el estándar de Comunicación de Imágenes Digitales en Medicina (DICOM, por sus siglas en inglés). DICOM es el formato universal para el intercambio de imagen médica digital.

## 1.2. Comunicación de Imágenes Digitales en Medicina

El desarrollo alcanzado en el diagnóstico por imagen a principios de los 80, creó la necesidad de estandarizar los protocolos de comunicación y los formatos de la información en el sector de la salud. Uno de los estándares más exitosos en este sentido hasta la fecha es DICOM. Estándar reconocido mundialmente para el manejo, almacenamiento, impresión y transmisión de imágenes médicas, que aparece como solución a los problemas de interoperabilidad entre tipos de dispositivos (8).

DICOM ha ido evolucionando hasta llegar a la versión 3.0 que actualmente es la que se utiliza y es aplicable a toda la esfera de las imágenes médicas, desde la transmisión hasta el tratamiento e impresión, independientemente de la especialidad médica que la exporte. Los equipos médicos en correspondencia con DICOM podrán generar imágenes con la capacidad de ser archivadas y visualizadas en sistemas PACS que soporten el estándar, sin importar la modalidad o el fabricante al cual pertenezcan.

Como estándar de comunicación define un modelo de datos que contiene las entidades de información que todo objeto DICOM ha de tener. Este está compuesto de una cabecera del paciente, el estudio al que hace referencia, la serie a la que pertenece, y las imágenes (8). Ver Figura 2.

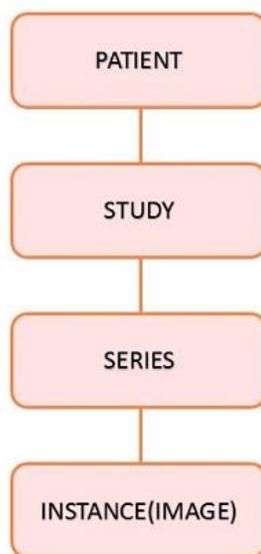


Figura 2. Modelo de Datos de DICOM (fuente: elaboración propia)

### 1.3. Tendencias actuales en la elaboración de informes imagenológicos

Uno de los procesos claves que se desarrolla en un departamento de imagenología, es la emisión del informe imagenológico. En dependencia del nivel de informatización que presente el centro hospitalario, se decide cuál de las diferentes vías o métodos de emisión del informe es factible utilizar.

Actualmente existen muchos hospitales donde la elaboración de los informes se realiza de forma tradicional en papel, de puño y letra del médico o profesional informante del documento. Por otra parte, en otros hospitales y centros investigativos con tecnología más avanzada y mejor equipamiento, el especialista emite un diagnóstico que puede redactar el mismo o en caso de existir, lo redacta una transcritora o técnico capacitado para realizar esta tarea.

Este tipo de método para realizar la emisión del informe puede presentar problemas como pérdidas de archivo si la Historia Clínica del paciente es un archivo único. También puede darse el caso que la información del paciente se encuentre dispersa y por tanto, bajo estas circunstancias resulta difícil componer la Historia Clínica del paciente que ha sido atendido por diferentes especialistas a lo largo del tiempo. Por lo tanto, recuperar la Historia Clínica del paciente completa es un problema importante para ambos tipos de administración de la información.

Existen diferentes métodos para la realización del informe para el caso donde la institución médica cuente con un servicio informatizado. Estos resuelven parcialmente los problemas antes mencionados, estos métodos pueden ser el método de Reporte Directo, método Tradicional y reconocimiento de voz. A continuación se brinda una breve explicación de cada método (9).

#### 1.3.1. Método Reporte Directo

Este método es quizás el modo más simple y menos práctico. En este caso el informe se genera en una computadora cercana al sitio de visualización de las imágenes, donde el especialista escribe sus observaciones y conclusiones del estudio. Este proceso generalmente termina con la impresión y firma del documento por parte del especialista informante (9).

#### 1.3.2. Método Tradicional

Este es el más utilizado globalmente, comúnmente conocido como Grabación – Transcripción. Si el departamento tiene servicio de transcripción, el médico radiólogo recibe las placas y dicta el informe correspondiente en un

dispositivo grabador. Luego el personal de transcripción toma todos los estudios informados del día, los transcribe y devuelven el informe al médico para su revisión y validación. En este caso es posible que sea necesario realizar correcciones, repitiendo el proceso si el especialista lo desea, o corrigiendo él mismo los errores encontrados (9).

### 1.3.3. Método Reconocimiento de voz

Cuando se aplica este método el especialista dicta sobre un micrófono mientras analiza las imágenes, a la vez que un sistema de reconocimiento de voz realiza de forma automática la transcripción. Antes de firmar el informe se realizan las correcciones de los posibles errores de transcripción y una vez realizados, se valida y firma el documento. Uno de los inconvenientes de este método es que requiere habilidades del usuario y una fase previa de entrenamiento del sistema para que funcione adecuadamente (9).

## 1.4. Sistemas Informáticos Existentes

A nivel internacional y nacional existen disímiles sistemas que desarrollan el proceso de emisión de informes diagnósticos para un servicio de Hemodinámica. A continuación se relacionan los sistemas de mayor relevancia para el desarrollo de la presente investigación.

### 1.4.1. A nivel Internacional

Mac-Lab XT<sub>i</sub> es un sistema de registro hemodinámico que presenta un alto índice de eficacia y velocidad para la generación de informes. Poniendo a disposición del laboratorio de cateterización funcionalidades avanzadas de la informática, permite sincronizar datos e imágenes en tiempo real. De esta forma ayuda a realizar procedimientos complejos con confianza. Presenta una interfaz de usuario común que posibilita guardar, recopilar, analizar, almacenar datos y generar informes. Haciendo uso de estas funcionalidades garantiza la confección de un informe completo del o los procedimientos hemodinámicos aplicados (10).

Dicha solución interactúa con sistemas de rayos X para cargar automáticamente datos demográficos en los sistemas de obtención de imágenes. También puede recibir de estos, parámetros radiológicos obteniendo así un sistema capaz de reducir errores en la introducción de datos y ahorrar tiempo en la generación de informes.

En su integración con sistemas PACS, permite importar imágenes DICOM provenientes de estos hacia una biblioteca de imágenes que presenta. Esto posibilita la elección de cualquier imagen de la biblioteca de imágenes para visualizarla en la pantalla del monitor con el fin de documentar y generar informes. Permite

integrar imágenes fluoroscópicas, de ultrasonido y otras adquiridas previamente al informe sobre el caso, para una documentación más completa del procedimiento. Es un sistema privativo y está implementado sobre la plataforma JEE en su versión 5.

Agfa HealthCare Solución Cardiovascular es un sistema que permite revisar, administrar y analizar imágenes, así como generar informes. Ofrece herramientas avanzadas de análisis y administración de imágenes para múltiples modalidades de cardiología, generación de informes imagenológicos estructurados y acceso seguro basado en web a imágenes de cardiología. Los departamentos de esta especialidad pueden interactuar fácilmente con otros sistemas hospitalarios, lo que asegura que los registros del paciente sean precisos y elimina el ingreso repetido de los datos (11).

CardioBase es un sistema para el manejo de los datos en la especialidad de Cardiología con más de 25 años de trayectoria. Está compuesto por varios módulos que permiten a los especialistas centrar su trabajo en un servicio específico. Permite integración con sistemas PACS y la impresión de informes con las imágenes provenientes de estos. Es un sistema cuyo principal objetivo radica en la gestión de la información asociada a la Historia Clínica y los informes diagnósticos que se emiten del paciente. Consta de dos entornos de trabajo, un primero enfocado a la Historia Clínica del paciente y un segundo enfocado al almacenamiento de los datos. Permite realizar informes cuya preparación requiere la incorporación de datos, pero no en su totalidad, posibilitando un uso personalizado del mismo. Es un sistema privativo y está implementado sobre la plataforma JEE<sup>1</sup> en su versión 5 (12).

MergeHemo es un sistema que permite el registro de la información que se genera en un laboratorio de cateterismo cardíaco. Registra toda la información del paciente generada en el laboratorio, en un archivo de Historia Clínica. Reduce errores en la entrada de datos y la duplicación de los mismos, a través del uso de plantillas predefinidas para el registro de la información. Sistema que proporciona un conjunto de funcionalidades para gestionar los codificadores asociados a los datos que se registran de los procedimientos hemodinámicos. Permite cargar en el informe diagnóstico que se emite del paciente, imágenes como muestra del o los procedimientos hemodinámicos aplicados. Es un sistema privativo y está desarrollado sobre el framework .Net en su versión 4.2 (13).

---

<sup>1</sup> Plataforma de programación para desarrollar y ejecutar software de aplicaciones en el lenguaje de programación Java.

1.4.2. A nivel nacional

Angycor es un software desarrollado por Softel que permite a través de una interfaz fácil de manejar por los usuarios, crear y estructurar un banco de datos. En este se registran o almacenan los datos asociados a cuatro de los tipos de procedimientos que se pueden realizar en un Servicio de Hemodinámica (SH) (14).

Estos procedimientos son Coronariografía, Estudio Hemodinámico, Valvuloplastia Mitral y Pulmonar y Angioplastia Coronaria. Utiliza una codificación de enfermedades desarrollada por especialistas del propio servicio. Permite también la impresión del documento y el almacenamiento del mismo de manera local en la única estación de trabajo donde está instalado. A través de una interfaz amigable se registra cada caso, que concluye con un informe de texto e imágenes. Los codificadores que utiliza, definen de manera coherente el conjunto de valores 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.

PACSReporter es un sistema que informatiza los procesos básicos de elaboración de un informe para un departamento de imagenología. Esta solución constituye uno de los módulos del sistema PACS desarrollado por el CESIM.

Este sistema permite la codificación del diagnóstico a partir de los hallazgos encontrados, con el uso de la Clasificación Internacional de Enfermedades CIE10. Brinda la posibilidad de realizar la transcripción mediante el grabado de voz y agiliza el proceso de confección del informe con la obtención automática de la información contenida en el fichero DICOM. Permite personalizar las plantillas de texto con descripciones pre elaboradas para diferentes patologías, para la edición de reportes diagnósticos. De esta manera el especialista puede especificar en sus informes, datos propios como el logotipo del hospital o la firma del médico informante.

Con la realización del estudio de los sistemas que informatizan el proceso de emisión del informe diagnóstico a nivel internacional y nacional se arribaron a las siguientes conclusiones:

- La mayoría de los sistemas que informatizan el proceso de emisión del informe diagnóstico para Hemodinámica, pertenecen a soluciones de software que se basan en la gestión de la información clínica del paciente.
- Estos sistemas se integran a dichas soluciones como módulos o componentes que permiten a los especialistas centrarse en áreas o servicios específicos de la especialidad Cardiología.

- La mayoría de los sistemas incluyen en los informes diagnósticos, las imágenes médicas obtenidas en la ejecución de los procedimientos que se aplican a los pacientes.
- Existe una tendencia creciente en el uso de codificadores para el manejo de los datos, asociados a cada uno de los procedimientos que se realizan en el servicio de Hemodinámica.
- Existe una tendencia creciente en el uso de planillas predefinidas, para el registro de los datos y la emisión del informe diagnóstico correspondiente a cada procedimiento.

### 1.5. Metodologías, tecnologías, herramientas y lenguajes utilizados

A continuación se describen las herramientas, tecnologías, lenguajes y metodología a utilizar en el desarrollo de la Herramienta para la gestión de informes diagnósticos de los estudios imagenológicos realizados en el servicio de Hemodinámica. Las mismas han sido definidas por el proyecto PACS-RIS perteneciente al CESIM como una política a cumplir para el desarrollo de sus soluciones informáticas.

**Proceso Racional Unificado:** (RUP, por sus siglas en inglés) es una metodología robusta cuyo fin es entregar un producto de software. Esta metodología es de desarrollo iterativo e incremental, estructura todos los procesos y mide la eficiencia de la organización. Es un proceso de desarrollo de software el cual utiliza el Lenguaje Unificado de Modelado (UML, por sus siglas en inglés). RUP constituye la metodología estándar más utilizada para el análisis, implementación y documentación de sistemas orientados a objetos (15).

Es una metodología donde el proceso de desarrollo de software está dirigido por casos de uso, centrado en la arquitectura y es iterativo e incremental. Pone en práctica el basar gran parte del proyecto de desarrollo en componentes reutilizables que se comuniquen a través de interfaces bien definidas. Se dice Proceso Unificado porque se enfoca a un marco de trabajo genérico que permite especializarse para una gran variedad de sistemas de software, para diferentes áreas de aplicación, de organizaciones, diferentes niveles de aptitud y diferentes tamaños de proyectos (16).

Es de vital importancia tener en cuenta los conceptos de dirigido por casos de uso, centrado en la arquitectura e iterativo e incremental puesto que la arquitectura proporciona la estructura sobre la cual guiar las iteraciones, mientras que los casos de uso definen los objetivos y dirigen el trabajo de cada iteración, en la que se debe obtener un incremento de los resultados obtenidos en fases anteriores. Esto es lo que le da vital importancia al proceso de desarrollo unificado.

**Windows Presentation Foundation:** (WPF, por sus siglas en inglés) es una tecnología de *Microsoft*, que permite el desarrollo de interfaces de interacción en *Windows* tomando características de aplicaciones *Windows* y de aplicaciones web. Ofrece una amplia infraestructura y potencia gráfica con la que es posible desarrollar aplicaciones visualmente atractivas, con facilidades de. Separa, con el lenguaje declarativo *XAML* y los lenguajes de programación de *.NET*, la interfaz de interacción de la lógica del negocio, propiciando una arquitectura cómoda y organizada para el desarrollo de las aplicaciones (17).

**.NET Framework 4.5:** es una plataforma de desarrollo para compilar aplicaciones de *Windows*, *Windows Phone*, *Windows Server* y *Microsoft Azure*. Proporciona un entorno de ejecución administrado, permite el desarrollo e implementación de forma simplificada, y la integración con una gran variedad de lenguajes de programación, incluidos *Visual Basic* y *Visual C#* (18).

**Enterprise Architect 7.5:** Es una plataforma de modelado y diseño de software que permite crear sistemas precisos y completos. Está basado en estándares abiertos como *UML* y contiene soporte para más de 10 lenguajes de programación, modelado de ciclo de vida completo y generación de código. Brinda herramientas personalizadas e integradas para analizar y visualizar software en ejecución, simulación avanzada, herramientas de prueba, repositorios de trabajo en equipo y control de versiones. Es capaz de gestionar los requisitos, los modelos estratégicos y modelos de análisis y procesos entre otras opciones (19).

**Visual Studio 2013:** es un entorno de desarrollo (*IDE*, por sus siglas en inglés) para sistemas operativos *Windows*. Soporta múltiples lenguajes de programación tales como *C++*, *C#*, *Visual Basic*, *Java*, *Python*, *Ruby*, *PHP*. Permite a los desarrolladores crear aplicaciones, sitios y aplicaciones web, en cualquier entorno que soporte la plataforma *.NET*. Así se pueden crear aplicaciones que se comuniquen entre estaciones de trabajo, páginas web, dispositivos móviles, dispositivos embebidos, consolas, entre otros. *IDE* que ha sido rediseñado con el paso del tiempo para una mejor legibilidad (20).

**Tortoise SVN 1.8:** es una herramienta de control de versiones de código abierto y multiplataforma por lo que permite la integración con la línea de comandos de *Windows*. Puede ser usado sin un entorno de desarrollo, y está disponible en 28 idiomas diferentes. Está basado en un repositorio cuyo funcionamiento se asemeja enormemente al de un sistema de ficheros. Es un software libre que utiliza el concepto de revisión para guardar los cambios producidos en el repositorio. Entre dos revisiones sólo guarda el conjunto de modificaciones optimizando así al máximo el uso de espacio en disco (21).

**Lenguaje Unificado de Modelado 2.1:** Es un lenguaje gráfico para visualizar, especificar, describir métodos o procesos, crear esquemas, diagramas y documentar todo el desarrollo de un sistema informático. Es independiente del tipo de metodología que se emplee, sin embargo es muy utilizado para dar soporte a metodologías de desarrollo de software ágiles o robustas. Todo esto ha provocado que actualmente sea el lenguaje de modelado más utilizado en los lenguajes orientados a objetos como *C++*, *Java* y *C#* (22).

**C# 4.0:** Es un lenguaje de programación que se caracteriza por ser orientado a objetos y estar desarrollado y estandarizado por *Microsoft*. Fue diseñado para crear una amplia gama de aplicaciones que se ejecutan en la plataforma *.NET*. Es un lenguaje simple, eficaz, con seguridad de tipos y con sus diversas innovaciones, permite desarrollar aplicaciones rápidamente y mantiene la expresividad y elegancia de los lenguajes de tipo C. Es fácil de aprender y entre sus principales ventajas se encuentra que permite los conceptos de encapsulamiento, herencia y polimorfismo (23).

#### 1.6. Modelo de madurez de la Capacidad de Integración

Modelo de Madurez de la Capacidad de Integración (*CMMI*, por sus siglas en inglés) es un marco de referencia que las organizaciones y/o personas jurídicas pueden emplear para mejorar sus procesos de desarrollo, adquisición y mantenimiento de productos y servicios. En otros términos el modelo *CMMI* se usa para evaluar el nivel de madurez de una organización en términos de desarrollo informático. Su objetivo radica en alentar a las compañías para que monitoreen y mejoren continuamente sus procesos y evalúen el nivel de madurez de los mismos en una escala de cinco niveles establecida por el *CMMI*. Cada uno de estos niveles indica el grado de planificación y gestión en el proceso de desarrollo de un software o producto, que posee una organización, asegurando la calidad en la obtención del mismo.

La UCI inmersa en la tarea de desarrollar un proceso de mejoras en la universidad, ha logrado que algunos centros de desarrollo certifiquen distintos niveles de *CMMI*. Actualmente el centro *CESIM* se encuentra atravesando el proceso de recertificación del nivel 2. La recertificación de este nivel, permite que los procesos de desarrollo de software como el de la presente investigación, sean realizados de manera planeada, documentada, monitoreada y controlada a nivel de departamentos. Esto posibilita elevar la calidad de los productos, la participación de la organización en el mercado y obtener una mayor satisfacción con los clientes.

Al término del capítulo el autor de la presente investigación llegó a las siguientes conclusiones:

- La fundamentación teórica de los principales términos de la investigación facilitó una mejor comprensión de cómo funcionan los sistemas PACS y RIS.
- Se realizó una investigación de los sistemas internacionales y nacionales relacionados con el proceso de emisión de informes diagnósticos. Esto permitió identificar los principios y tendencias actuales que siguen estos sistemas para informatizar dicho proceso en el servicio de Hemodinámica.
- Permitted conocer cómo se registra la información que se genera en la ejecución de los procedimientos que se realizan en el SH.
- Se analizaron las tecnologías, herramientas, lenguajes, y metodología a utilizar para el desarrollo de la solución. Esto permitió determinar la utilización del IDE de desarrollo *Visual Estudio 2013*, C# como lenguaje de programación, *Tortoise SVN* para el control de versiones, *Enterprise Architect* como herramienta de modelado y la metodología de desarrollo de software RUP, porque es una política del proyecto PACS-RIS, para el desarrollo de sus soluciones informáticas.

## **CAPÍTULO 2. CARACTERÍSTICAS DE LA HERRAMIENTA PARA LA GESTIÓN DE INFORMES DIAGNÓSTICOS DE LOS ESTUDIOS IMAGENOLÓGICOS REALIZADOS EN EL SERVICIO DE HEMODINÁMICA**

En el capítulo se explican los aspectos relacionados al proceso de emisión del informe diagnóstico en el servicio de hemodinámica. Cumpliendo con las pautas establecidas por la metodología RUP, se realiza el modelado de dominio; para luego exponer las características que presentará el sistema a desarrollar. Se describe la propuesta de sistema y se muestra el diagrama de casos de usos del sistema con las descripciones correspondientes a dichos casos.

### **2.1. Proceso de emisión de informe diagnóstico imagenológico**

Una condición previa para que el proceso de emisión proceda, es la realización con anterioridad por parte del paciente del estudio imagenológico. Una vez que este es realizado, las imágenes recogidas en el estudio pueden llegar al especialista en forma de placa habitual o en formato digital por varias vías. Estas comprenden en manos del paciente o algún personal médico; o por la red hasta la estación de trabajo o análisis correspondiente. Independientemente de la vía de recepción, el especialista procede a realizar la interpretación del estudio para luego emitir un diagnóstico concluyente.

Una vez terminado el diagnóstico, el especialista procede a emitir el informe. Es entonces que tiene lugar el proceso de emisión del informe diagnóstico imagenológico. Este puede ocurrir de varias maneras teniendo en cuenta factores como el grado de informatización que presente el centro hospitalario o clínica imagenológico y del ambiente y escenarios sobre los que se desarrolle el proceso. De cualquier forma, el proceso termina con la impresión y firma del documento por parte del especialista informante.

El servicio de hemodinámica del cardiocentro perteneciente al CIMEQ presenta tecnología de vanguardia para la realización de los procedimientos hemodinámicos. En este servicio, el proceso de emisión del informe tiene lugar una vez que al paciente se le ha realizado el procedimiento hemodinámico y se obtuvo el correspondiente estudio imagenológico. Un estudio imagenológico contiene una o varias imágenes médicas, que muestran la ejecución de un único procedimiento hemodinámico. El especialista procede a realizar la interpretación del estudio para luego emitir un diagnóstico concluyente de los hallazgos resultantes del análisis.

Una vez terminado el diagnóstico, el especialista procede a emitir el informe. Este proceso se desarrolla a través del método de reporte directo descrito en el capítulo 1 epígrafe 1.3. Para esto el especialista se apoya en una aplicación informática que permite crear y estructurar un banco de datos donde se registran o almacenan los datos asociados a los procedimientos hemodinámicos, conocida como Angycor 1.0. A través de este sistema, se introducen los datos del paciente y los datos necesarios para el diagnóstico. Haciendo uso de una codificación de hallazgos definida por especialistas de la propia institución, se codifican algunos de los campos presentes en el informe correspondiente a cada procedimiento hemodinámico, a fin de agilizar la redacción del mismo.

Actualmente el sistema PACSReporter es un reportador de propósito general y no maneja el volumen de información necesario que permite gestionar el proceso de emisión del informe diagnóstico en el servicio de Hemodinámica. Debido a que en dicho servicio, la información que se genera en la realización de un estudio imagenológico es recogida en informes que presentan un formato específico para cada procedimiento hemodinámico. Estos problemas pueden mitigarse con la utilización de modelos de informes correspondientes a cada tipo de procedimiento hemodinámico (Coronariografía, Valvuloplastia, Intervención Coronaria Percutánea (ICP) y Estudio hemodinámico) para la confección del informe.

Luego, el especialista podría hacer uso del resto de las funcionalidades que brinda el subsistema y eventualmente seleccionar imágenes para que sirvan de referencia en el diagnóstico. Por último se procede a exportar el informe para imprimir.

El proceso finaliza almacenando el informe en la institución hospitalaria adjunto a la Historia Clínica del paciente en caso que exista. Luego una copia de dicho informe, después de ser aprobado y firmado por el especialista, es entregado al paciente como resultado final del proceso asistencial al que es sometido al realizarse un estudio.

## 2.2. Modelo del dominio

El modelo del dominio muestra (a los modeladores) clases conceptuales significativas en un dominio de problema. En otros términos un modelo de dominio es una representación visual de dichas clases y objetos del mundo real para ese dominio de interés (24). Por lo general se realiza cuando los procesos de negocios no se encuentran bien identificados, con el objetivo de comprender el ambiente o entorno en el cual está enmarcado el problema que se desea resolver (25).

Para llevar a cabo el proceso de emisión del informe diagnóstico imagenológico, el especialista una vez que recibe el estudio imagenológico, tiene que visualizar las imágenes contenidas en dicho estudio, en un visor de imágenes médicas. Luego puede enviar los datos contenidos en el estudio imagenológico visualizado hacia el reportador y en ocasiones puede enviar una o varias imágenes. También puede hacer uso de una lista de trabajo que contiene el reportador, donde puede seleccionar el caso deseado para editarlo o reportarlo. Puede hacer uso de un gestor de plantillas de texto que utiliza el reportador y así agilizar el proceso de redacción, además del Codificador para codificar diagnóstico de ser necesario. Ver Figura 3.

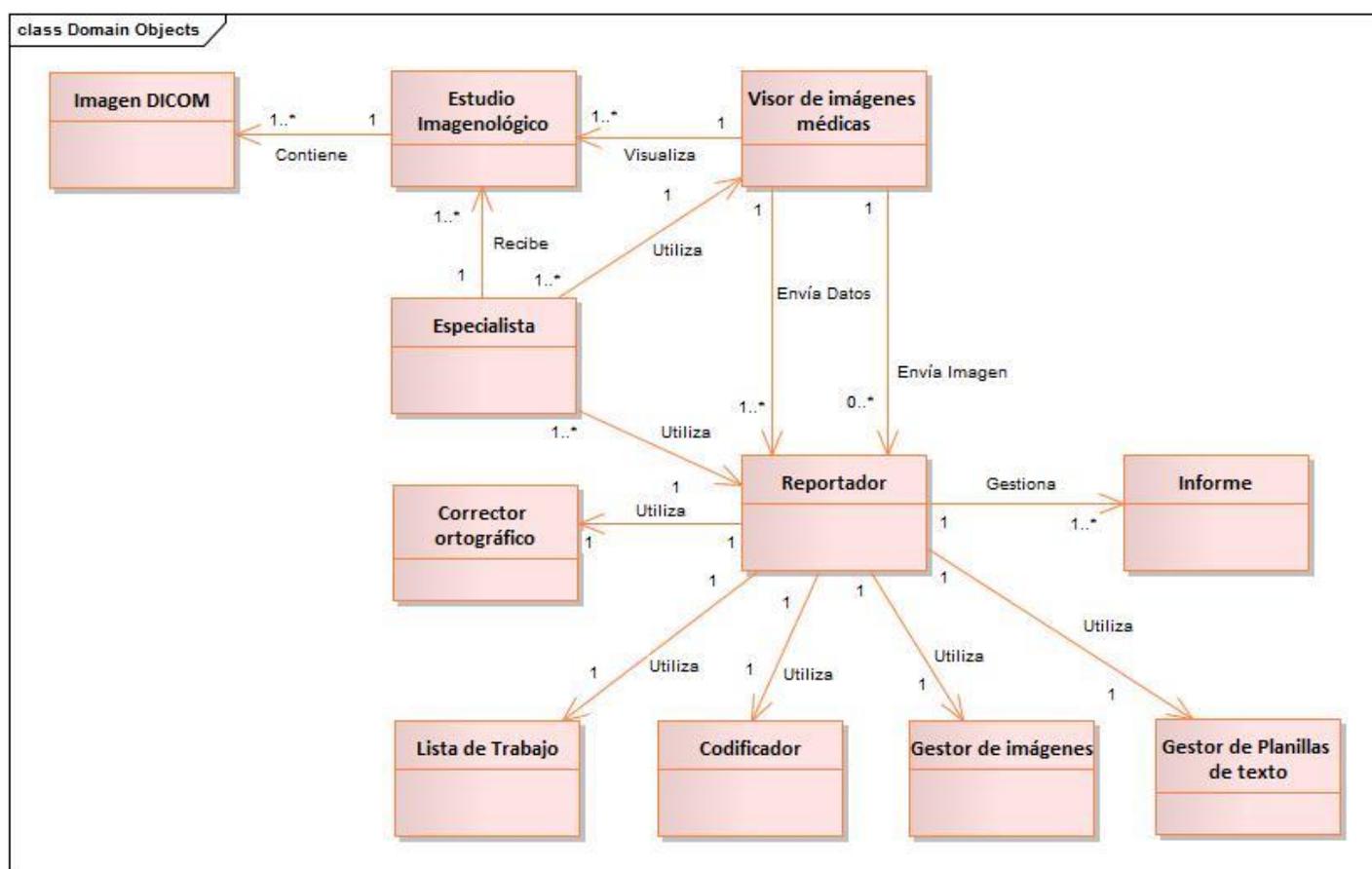


Figura 3. Modelo de Dominio de la Herramienta para la gestión de informes diagnósticos de los estudios imagenológicos realizados en el servicio de Hemodinámica (fuente: elaboración propia)

2.2.1. Entidades y conceptos referentes al Modelo de Dominio

Tabla 1. Entidades y conceptos fundamentales (fuente: elaboración propia)

| Entidades y Conceptos     | Descripción  |
|---------------------------|--|
| Estudio Imagenológico     | Contiene las imágenes DICOM que se obtienen de los procedimientos hemodinámicos aplicados al paciente.                                       |
| Especialista              | Personal médico encargado de emitir el informe diagnóstico imagenológico.  |
| Visor de imágenes médicas | Módulo del PACS que permite al especialista manipular y procesar las imágenes visualizadas.  |
| Imagen DICOM              | Imagen en formato DICOM generada por el equipo de adquisición de imágenes médicas utilizado en los procedimientos hemodinámicos.             |
| Reportador                | Módulo del PACS que permite gestionar el informe diagnóstico imagenológico.  |
| Lista de trabajo          | Componente del reportador que permite consultar los casos.   |
| Codificador               | Componente del reportador que permite codificar el diagnóstico.  |
| Gestor de Planillas       | Componente del reportador que permite aplicar planillas de texto al informe.   |
| Gestor de imágenes        | Componente del reportador gestionar las imágenes del informe.  |
| Corrector ortográfico     | Componente del reportador que permite encontrar los errores ortográficos y corregirlos.  |
| Informe                   | Documento generado que contiene el diagnóstico con las interpretaciones resultantes, del análisis del estudio realizado por el especialista. |

2.3. Especificación de los requisitos de software

Para poder obtener una descripción completa de un sistema que se va a desarrollar, es necesario que se realice una correcta captura y validación de los requisitos de software que presenta dicho sistema. De esta forma se asegura que el ciclo de desarrollo del software fluya de forma correcta por las distintas etapas del mismo y poder obtener un producto final con la calidad requerida.

2.3.1. Especificación de los requisitos funcionales

Los requisitos funcionales son condiciones o capacidades que deben ser cumplidas o poseídas por un producto o por un componente de producto para satisfacer un contrato, estándar, especificación, u otro documento impuesto formalmente(26).

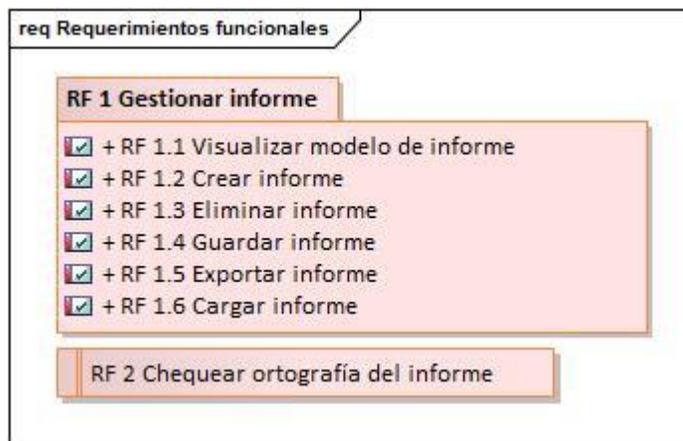
La herramienta para la gestión de informes diagnósticos de los estudios imagenológicos realizados en el SH se desarrolla en un esquema de trabajo aislado. Por lo tanto no existe comunicación con un sistema RIS ni existe servicio de transcripción.

Teniendo en cuenta la versión actual del sistema PACSReporter se adoptan los requisitos funcionales presentes en el esquema de trabajo aislado y se añaden nuevas funcionalidades que debe brindar el sistema. A continuación se definen los requisitos funcionales del sistema a desarrollar con una breve descripción para mejor comprensión.

**Tabla 2.** Requisitos Funcionales de la Herramienta para la gestión de informes diagnósticos de los estudios imagenológicos realizados en el servicio de Hemodinámica (fuente: elaboración propia)

| Número | Requerimiento                    | Descripción   |
|--------|----------------------------------|---|
| RF 1.1 | Visualizar modelo de informe.    | Permite visualizar el modelo de informe acorde al procedimiento aplicado.   |
| RF 1.2 | Crear informe.                   | Permite crear un informe a partir de la información enviada desde el Visor. |
| RF 1.3 | Eliminar Informe.                | Permite eliminar un informe previamente elaborado.                          |
| RF 1.4 | Guardar informe.                 | Permite guardar localmente los datos de un informe.                         |
| RF 1.5 | Exportar informe.                | Permite exportar un informe a formato RTF.                                  |
| RF 1.6 | Cargar informe                   | Permite cargar los datos de un informe.                                     |
| RF 2   | Chequear ortografía del informe. | Permite verificar la ortografía y corregir los errores encontrados.         |

En la Figura 4 se muestra el diagrama de requisitos funcionales organizado por paquetes lógicos.



**Figura 4.** Requisitos Funcionales de la Herramienta para la gestión de informes diagnósticos de los estudios imagenológicos realizados en el servicio de Hemodinámica (fuente: elaboración propia)

### 2.3.2. Especificación de requisitos no funcionales

Los requisitos no funcionales son las propiedades o cualidades que el producto debe tener, estos se dividen en varias categorías como son: Usabilidad (RNU), Fiabilidad (RNF), Seguridad (RNS), Diseño e Implementación (RNDI), Eficiencia (RNE), Funcionamiento (RNFO), Soporte (RNSO), Interfaz de usuario (RNIU), Interconexión (RNI), Estándares aplicables RNEA y Legal (RNL). Estas características son de gran importancia ya que el cumplimiento de las mismas le proporciona al software una mayor calidad como producto final. Es necesario señalar que después de un análisis hecho del levantamiento de requisitos de versiones anteriores del subsistema PACSReporter y los identificados luego de entrevistas con el cliente, el sistema a desarrollar debe cumplir con los requisitos que se especifican a continuación.

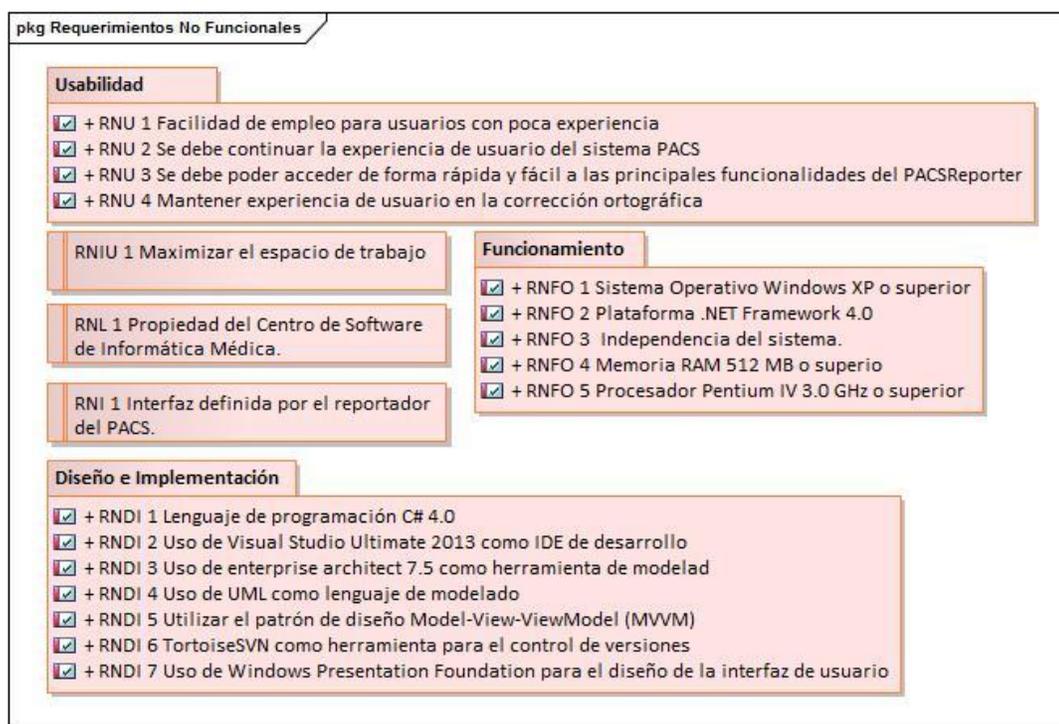
**Tabla 3.** Requisitos No Funcionales de la Herramienta para la gestión de informes diagnósticos de los estudios imagenológicos realizados en el servicio de Hemodinámica (fuente: elaboración propia)

| Número | Requisito  | Descripción  |
|--------|--|--|
| RNU 1  | Facilidad de empleo para usuarios con poca experiencia.      | Fácil empleo para usuarios con conocimientos básicos en el manejo de aplicaciones de escritorio. |
| RNU 2  | Se debe mantener la experiencia de usuario del sistema PACS. | El sistema debe continuar la experiencia de usuario presente en el sistema PACS.                 |

|        |   |   |
|--------|---|---|
| RNU 3  | Se debe poder acceder de forma rápida y fácil a las principales funcionalidades del PACSReporter. | El proceso de emisión debe resultar intuitivo y sencillo, para los usuarios.  |
| RNU 4  | Mantener experiencia de usuario en la corrección ortográfica.                                     | El sistema debe señalar posibles errores ortográficos.  |
| RNIU 1 | Maximizar el espacio de trabajo.  | Maximizar el espacio de trabajo para facilitar el trabajo con el sistema.   |
| RNDI 1 | Lenguaje de programación C# 4.0.  | Se deberá utilizar C# 4.0 como lenguaje de programación pues está diseñado y optimizado para la plataforma .NET.                                |
| RNDI 2 | Uso de Visual Studio Ultimate 2013 como IDE de desarrollo.  | Visual Studio 2013 como IDE de desarrollo, pues se integra con varios lenguajes entre ellos C#.   |
| RNDI 3 | Uso de Enterprise Architect 7.5 como herramienta de modelado.                                     | Enterprise Architect 7.5 como herramienta de modelado.  |
| RNDI 4 | Uso de UML como lenguaje de modelado.   | UML como lenguaje de modelado para el resto de los artefactos.  |
| RNDI 5 | Utilizar el patrón de diseño Model-View-ViewModel (MVVM).   | Utilizar el patrón de diseño Model-View-ViewModel (MVVM) para la asignación de responsabilidades.   |
| RNDI 6 | TortoiseSVN como herramienta para el control de versiones.  | Se utilizará la herramienta TortoiseSVN para el control de versiones, la cual puede integrarse al entorno integrado de desarrollo seleccionado. |
| RNDI 7 | Uso de Windows Presentation Foundation para el diseño de la interfaz de usuario.                  | La interfaz de usuario será diseñada utilizando la tecnología Windows Presentation Foundation (WPF).  |
| RNI 1  | Interfaz definida por el reportador del PACS.   | Se deberá mantener la interfaz de usuario del reportador del sistema PACS.  |
| RNFO 1 | Sistema Operativo Windows XP o superior.  | Debe desplegarse en Sistema Operativo Windows XP o superior.  |
| RNFO 2 | Plataforma .NET Framework 4.0   | Microsoft .NET Framework 4.0  |

|        |   |   |
|--------|---|---|
| RNFO 3 | Memoria RAM 512 MB o superior.                          | Memoria RAM 512 MB o superior.  |
| RNFO 4 | Procesador Pentium IV 3.0 GHz o superior.               | Procesador Pentium IV 3.0 GHz o superior.   |
| RNL 1  | Propiedad del Centro de Software de Informática Médica. | La herramienta para la gestión de informes diagnósticos de los estudios imagenológicos realizados en el servicio de Hemodinámica es propiedad del Centro de Software de Informática Médica. |

En la figura siguiente se muestra el diagrama de requerimientos no funcionales organizado por paquetes lógicos.



**Figura 5.** Requisitos No Funcionales de la Herramienta para la gestión de informes diagnósticos de los estudios imagenológicos realizados en el servicio de Hemodinámica (fuente: elaboración propia)

## 2.4. Descripción de la herramienta propuesta

Para implementar la gestión de informes diagnósticos de los estudios imagenológicos realizados en el SH para el módulo de reportes del PACS, se realizó un análisis de la versión actual del subsistema PACSReporter y del problema a resolver en la investigación. Como resultado se determinaron los componentes que se deben reutilizar, así como las características que debe presentar la herramienta para poder extender las capacidades del sistema PACSReporter.

Para lograr esto, la herramienta debe ser capaz de recoger el volumen de información necesario generado en un SH, que permite gestionar el proceso de emisión del informe diagnóstico en dicho servicio. Para ello debe permitir al crear un informe, seleccionar el modelo específico según el procedimiento aplicado al paciente durante la realización del estudio imagenológico. Un estudio imagenológico tiene asociado un único modelo de informe. Estos modelos recogen parte de la información contenida en el estudio imagenológico. Y de forma específica la relacionada a la evolución o diagnóstico de cada procedimiento.

Al hacer uso de la herramienta, el especialista desde el visor de imágenes médicas emite la instrucción de reportar el estudio visualizado. En ese momento de manera automática, el sistema creará el informe a partir de los datos del paciente y el estudio suministrados por el visor, mostrándose inicialmente el modelo de informe general. Luego el sistema debe permitir, cambiar el modelo general por un modelo diferente en caso de ser necesario según el procedimiento aplicado al paciente, visualizándose el nuevo modelo en pantalla.

Se debe mantener la experiencia de usuarios de versiones anteriores del sistema PACSReporter. Para esto se continuará utilizando la gestión de los informes de los pacientes a través del esquema de lista de trabajo presente en el sistema actual. Una vez registrado algún informe con anterioridad, se selecciona el caso en la lista de trabajo y se identifican los datos primarios del paciente. Luego se procede a realizar el registro de la información necesaria para el diagnóstico.

A su vez debe brindar la opción de realizar operaciones básicas sobre el informe como Eliminar, Guardar, Exportar y Chequear la ortografía del mismo. Debe brindar la posibilidad de seleccionar los casos deseados en la lista de trabajo para editarlos de ser necesario, para ello se cargaría la información previamente almacenada localmente. Haciendo uso de otros subsistema del PACS como el PACSViewer, el especialista puede añadir imágenes al informe como referencia del estudio imagenológico realizado y que sirven de ayuda en el diagnóstico y/o tratamiento final del paciente. Además se pueden utilizar plantillas de texto, que permiten

agilizar la redacción del informe y especificar datos propios que el especialista estime conveniente. La herramienta debe brindar la posibilidad de que el especialista seleccione los valores de los diferentes campos del informe incluyendo el diagnóstico, empleando la codificación de hallazgos definida por el cardiocentro de la propia institución.

## 2.5. Definición de actores del sistema

Un actor del sistema es una persona o sistema que utiliza el sistema a desarrollar ya sea interactuando con el mismo o para el intercambio de información. A continuación se muestra una tabla con el actor que interviene en el sistema.

**Tabla 4.** Definición de actores referentes a la herramienta (fuente: elaboración propia)

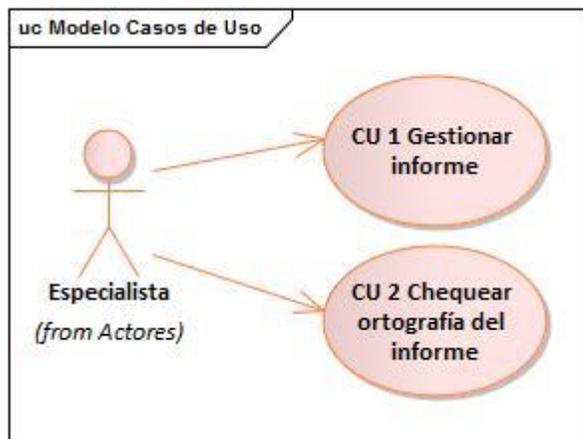
| Actor        | Justificación   |
|--------------|---|
| Especialista | El Especialista es el personal médico encargado de diagnosticar a un paciente y elaborar su informe diagnóstico a partir del estudio imagenológico obtenido del procedimiento aplicado. Este inicializa los siguientes casos de uso (CU). CU 1 Gestionar informe, CU 2 Chequear ortografía del informe. |

## 2.6. Definición de los casos de uso del sistema

Un caso de uso es un fragmento de funcionalidad del sistema que proporciona al usuario un resultado importante. Los casos de usos representan los requisitos funcionales. Definir los casos de uso de forma correcta obliga a desarrollar el sistema en términos de importancia para el usuario y no solo en términos de funciones que debe realizar el sistema(26, 27).

### 2.6.1. Diagrama de los casos de usos del sistema

Un diagrama de casos de uso permite obtener una vista gráfica de cómo los requerimientos de un software se comportan ante los eventos que ocurren al comunicarse con un usuario u otros sistemas. A continuación se muestra a través de un diagrama de casos de uso las funcionalidades del sistema a desarrollar.



**Figura 6.** Diagrama de Casos de Uso de la Herramienta para la gestión de informes diagnósticos de los estudios imagenológicos realizados en el servicio de Hemodinámica (fuente: elaboración propia)

## 2.7. Descripción de los casos de uso del sistema

### 2.7.1. CU 1 Gestionar informe referente a la Herramienta para la gestión de informes diagnósticos de los estudios imagenológicos realizados en el servicio de Hemodinámica

**Tabla 5.** CU 1 Gestionar informe de la Herramienta para la gestión de informes diagnósticos de los estudios imagenológicos realizados en el servicio de Hemodinámica (fuente: elaboración propia)

|                       |   |
|-----------------------|---|
| <b>Objetivo</b>       | El objetivo de este CU gestionar un informe por medio de las operaciones seleccionar modelo, crear, eliminar, guardar y exportar.   |
| <b>Actores</b>        | Especialista médico (inicia).   |
| <b>Resumen</b>        | El caso de uso inicia cuando el especialista desde el visor de imágenes médicas emite la instrucción de reportar un informe. El sistema muestra la interfaz correspondiente. El especialista realiza las operaciones necesarias para emitir el informe. |
| <b>Complejidad</b>    | Alta  |
| <b>Prioridad</b>      | Crítico   |
| <b>Referencia</b>     | RF 1.1, RF 1.2, RF 1.3, RF 1.4, RF 1.5, RF 1.6  |
| <b>Precondiciones</b> | El estudio deseado ha sido visualizado en el visor.   |

|  |  |
|--|--|
| <b>Postcondiciones</b>   | Se creó el informe. Se visualizó el modelo de informe. Se eliminó el informe. Se exportó el informe. |
| <b>Flujo de eventos</b>  |  |
| <b>Flujo básico Crear informe</b>  |  |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. El <b>Especialista</b> selecciona la opción Reportar en la sección Gestión de Ficheros del sistema PACSViewer.</li> <li>2. El <b>Sistema</b> muestra la ventana de autenticación para el PACSReporter.</li> <li>3. El <b>Especialista</b> selecciona la opción Desconectado.</li> <li>4. El <b>Sistema</b> muestra la interfaz del Reportador con el informe creado en la lista de trabajo.</li> <li>5. El <b>Sistema</b> permite además seleccionar un modelo de informe para el informe creado. Ver sección 1: Visualizar modelo de informe.</li> <li>6. El <b>Sistema</b> permite también cargar los datos de un informe previamente elaborado. Ver sección 5: Cargar informe.</li> <li>7. El <b>Sistema</b> muestra un conjunto de acciones para gestionar el informe creado, en la sección Operaciones básicas de la pestaña Inicio. Para: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eliminar reporte, ir a la sección 2: Eliminar informe.</li> <li>• Guardar reporte, ir a la sección 3: Guardar informe.</li> <li>• Exportar reporte, ir a la sección 4: Exportar informe.</li> </ul> </li> <li>8. Termina el caso de uso.</li> </ol> |  |
| <b>Flujo alternativo</b>   |  |
| 1a Reportar informe a través del menú Archivo  |  |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. El <b>Especialista</b> selecciona la opción Reportar del menú Archivo del sistema PACSViewer.</li> <li>2. Regresar al paso 2 del flujo básico.</li> </ol>  |  |
| <b>Sección 1: “Visualizar modelo de informe”</b>   |  |
| <b>Flujo básico Visualizar modelo de informe</b>   |  |

1. El **Especialista** selecciona el informe en la lista de trabajo.
2. El **Especialista** selecciona en la sección “Modelos de informe” de la pestaña Inicio, el modelo de informe a utilizar.
3. El **Sistema** muestra el mensaje “¿Está seguro de aplicar el modelo?” para confirmar que realmente desea aplicar el modelo de informe seleccionado.
4. El **Especialista** selecciona la opción Si del mensaje mostrado.
5. El **Sistema** visualiza la interfaz correspondiente al modelo de informe seleccionado.
6. El **Especialista** llena los campos acordes al modelo de informe escogido.
7. Termina el caso de uso.

**Flujo alternativo**

**2a No Seleccionar modelo de informe**

1. El **Sistema** muestra el mensaje “¿Está seguro de aplicar el modelo?”.
2. El **Especialista** selecciona la opción No del mensaje mostrado.
3. Regresar al paso 2 del flujo básico.

**Flujo alternativo**

**2b No existe informe**

1. El **Sistema** muestra el mensaje “Seleccione un informe en la Lista de Trabajo”
2. Regresar al paso 1 del flujo básico.

**Flujo alternativo**

**2c Modelo de informe aplicado**

1. El **Sistema** muestra el mensaje “Un modelo de informe ya ha sido aplicado”
2. Regresar al paso 7 del flujo básico.

**Sección 2: “Eliminar informe”**

**Flujo básico Eliminar informe**

1. El **Especialista** selecciona en la lista de trabajo del reportador el informe que desea eliminar.
2. El **Sistema** muestra la interfaz correspondiente con los datos del informe seleccionado.
3. El **Especialista** selecciona la opción Eliminar reporte.
4. El **Sistema** elimina el informe.
5. Termina el caso de uso.

**Flujo alternativo**

No aplica.

**Sección 3: “Guardar informe”**

**Flujo básico Guardar informe**

1. El **Especialista** selecciona la opción Guardar reporte.
2. El **Sistema** guarda los cambios realizados en el informe localmente.
3. El **Sistema** muestra la opción Guardar reporte desactivada para indicar que el informe ya ha sido guardado.
4. Termina el caso de uso.

**Flujo alternativo**

No aplica.

**Sección 4: “Exportar informe”**

**Flujo básico Exportar informe**

1. El **Especialista** selecciona la opción Exportar reporte.
2. El **Sistema** exporta el informe en formato rtf indicando al editor de texto establecido por defecto en el sistema, que se ejecute abriendo el documento.
3. Termina el caso de uso.

**Flujo alternativo**

**1a Información**

|   |                      |               |
|---|----------------------|---------------|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. El Sistema muestra el mensaje “El documento que usted intenta exportar se encuentra en uso”.</li> <li>2. Regresar al paso 3 del flujo básico.</li> </ol>  |                      |               |
| <b>Sección 5: “Cargar informe”</b>  |                      |               |
| <b>Flujo básico Cargar informe</b>  |                      |               |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. El <b>Especialista</b> selecciona en la lista de trabajo ubicada en el panel izquierdo, el informe deseado.</li> <li>2. El <b>Sistema</b> muestra la interfaz correspondiente al modelo de informe que presenta el informe seleccionado con los datos cargados.</li> <li>3. El <b>Sistema</b> carga los datos del informe.</li> <li>4. El <b>Especialista</b> realiza las operaciones deseadas sobre el informe.</li> <li>5. Termina el caso de uso.</li> </ol> |                      |               |
| <b>Flujo alternativo</b>  |                      |               |
| No aplica.  |                      |               |
| <b>Relaciones</b>   | <b>CU incluidos</b>  | No aplicable. |
|   | <b>CU extendidos</b> | No aplicable. |
| <b>Requisitos funcionales</b>   | <b>no</b>            | No aplicable. |
| <b>Asuntos pendientes</b>   |                      | No aplicable. |

Para ver las descripciones del resto de los casos de uso arquitectónicamente significativos referentes a la herramienta consultar el documento “CESIM\_PACS-RIS\_010114a\_Especificacion\_de\_casos\_de\_uso\_Hemodynamicsreport”.

Al término del capítulo el autor de la presente investigación llegó a las siguientes conclusiones:

- Luego de haber realizado un análisis de cómo se desarrolla el proceso de emisión del informe diagnóstico a través del sistema PACSReporter, se especificó el modelo de dominio. De esta forma se obtuvo una visión más clara y óptima del entorno sobre el cual se desarrolla el problema a resolver.
- Al identificar las características con las que debe contar la herramienta, se obtuvieron los Requisitos Funcionales y los Requisitos no Funcionales. Esto permitió realizar la propuesta de solución de la Herramienta para la gestión de informes diagnósticos de los estudios imagenológicos realizados en el Servicio de Hemodinámica, aportando una solución a la problemática planteada.
- Se modeló el Diagrama de Casos de Uso del Sistema, lo que permitió un mejor entendimiento de las funcionalidades obtenidas.

## CAPÍTULO 3. ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA HERRAMIENTA PARA LA GESTIÓN DE INFORMES DIAGNÓSTICOS DE LOS ESTUDIOS IMAGENOLÓGICOS REALIZADOS EN EL SERVICIO DE HEMODINÁMICA

El presente capítulo muestra el diseño de la solución propuesta a partir de diagramas de clases del diseño y de diagramas de secuencias de los casos de usos. Se realiza una descripción detallada de los elementos pertenecientes a estos diagramas y de la arquitectura y patrones de diseños utilizados por la herramienta.

### 3.1. Diseño

Durante el ciclo de desarrollo de un software uno de los aspectos más importantes a tener en cuenta es el diseño del mismo. Al realizar el correcto diseño de un software se logra una solución lógica cuya esencia es mostrar gráficamente la estructura y funcionamiento de un sistema a fin de cumplir con los requerimientos de software. Existen varias vías para mostrar la estructura y las distintas formas de comportamiento de un sistema, como por ejemplo los diagramas de clases del diseño y los diagramas de secuencia respectivamente.

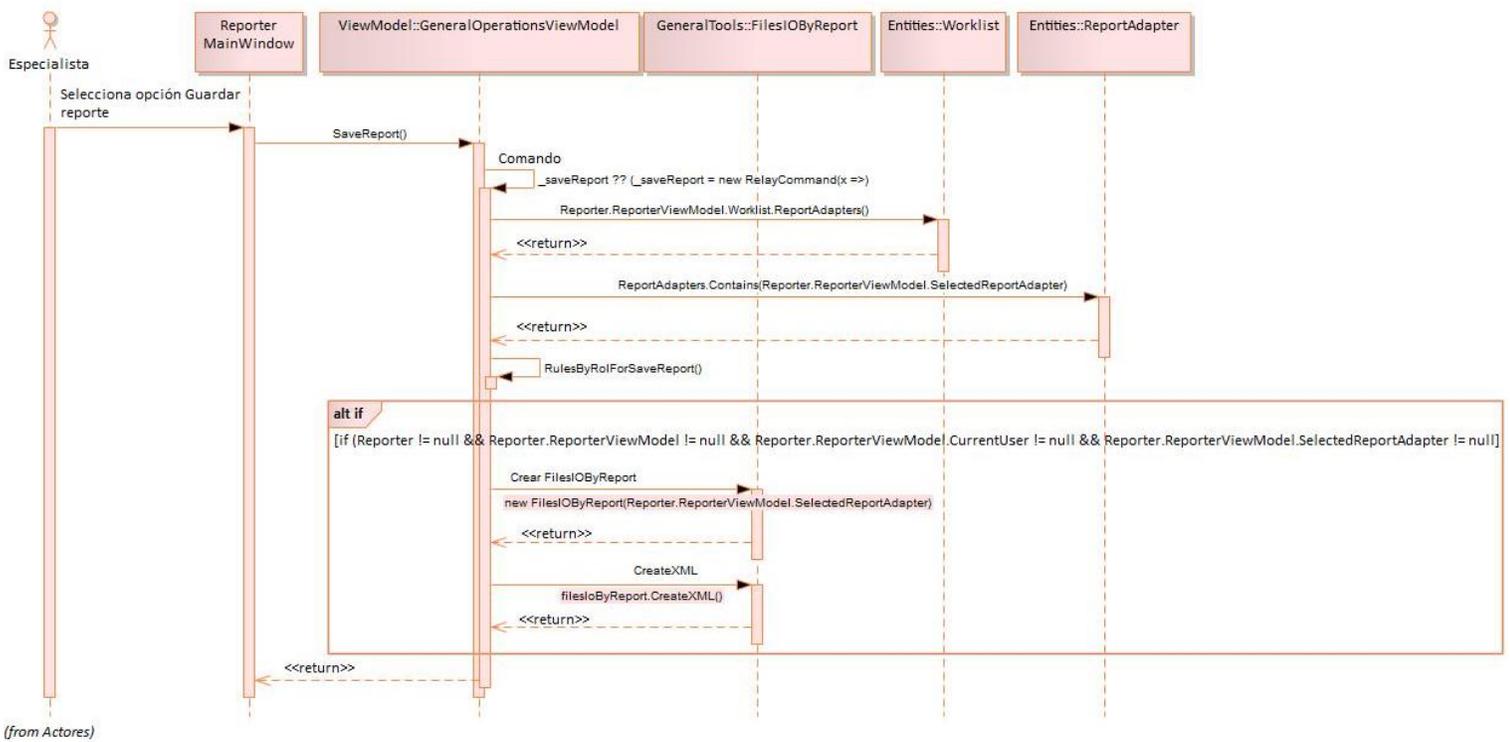
Los diagramas de clases del diseño describen gráficamente las especificaciones de las clases de software y de las interfaces en una aplicación. Estos diagramas contienen las definiciones de las entidades del software. Se trata de una perspectiva desde el punto de vista del diseño de dichas entidades y no de una concepción analítica sobre los conceptos del dominio real. Normalmente contienen información sobre clases, asociaciones y atributos; interfaces, con sus operaciones y constantes; métodos e información sobre los tipos de atributos (26, 28).

A continuación se muestra el diagrama de clases del diseño del CU Gestionar informe. Para una mejor comprensión de los diagramas de clases del diseño en correspondencia con los casos de usos identificados consultar documento “CESIM\_PACS-RIS\_010215\_Modelo\_de\_disenno\_Hemodynamicsreport”. En el [anexo1](#) se encuentran las descripciones de las clases, del diagrama de clases del diseño mostrado en la Figura 7.



Los diagramas de secuencia explican gráficamente las interacciones existentes entre las instancias y las clases. Describen dichas interacciones en una especie de formato de muro o límite que muestra quien ejecutó el evento y quien recibe el mensaje que arroja la ejecución de dicho evento. De esta forma permiten la comprensión de cómo se realiza la secuencia lógica de las actividades implicadas (28).

A continuación se muestra el diagrama de secuencia del RF 1.4 Guardar informe del CU Gestionar informe. El resto de los diagramas de secuencias en correspondencia con los casos de usos identificados se encuentran en el documento “CESIM\_PACS-RIS\_010215\_Modelo\_de\_diseno \_Hemodynamicsreport”.



**Figura 8.** Diagrama de Secuencia correspondiente al RF Guardar informe referente a la Herramienta para la gestión de informes diagnósticos de los estudios imagenológicos realizados en el Servicio de Hemodinámica (fuente: elaboración propia)

### 3.2. Modelo Arquitectónico

La arquitectura de un software debe garantizar la efectividad del diseño para la consecución de los requisitos de software. Debe permitir considerar las alternativas arquitectónicas a fin de poder hacer cambios futuros del software, del hardware y de las funcionalidades. En el diseño de la arquitectura lo primero que se decide es el tipo de sistema o aplicación que se va a construir. La selección del tipo de aplicación determina en cierta medida el estilo arquitectural que se va a usar. Por lo general, un tipo de aplicación suele responder a más de un estilo arquitectural. De ahí que lo normal en una arquitectura es que se base en varios estilos para obtener las ventajas de cada uno. Luego de haber seleccionado el tipo de aplicación y haber determinado los estilos arquitecturales que más se ajustan al sistema a desarrollar, se debe seleccionar las distintas tecnologías a utilizar (29).

A partir del análisis realizado de la versión actual del sistema PACSReporter y las características que presenta la herramienta a desarrollar, se utilizó el estilo arquitectural En Capas (N-capas). Dicha herramienta comprende una aplicación de escritorio que utiliza la tecnología WPF (explicada en el capítulo 1 epígrafe 1.5).

El estilo arquitectural En Capas (*N-Layer*) se basa en una distribución jerárquica de los roles y las responsabilidades para proporcionar una división efectiva de los problemas a resolver. Los roles indican el tipo y la forma de interacción con otras capas y las responsabilidades la funcionalidad que implementan (30).

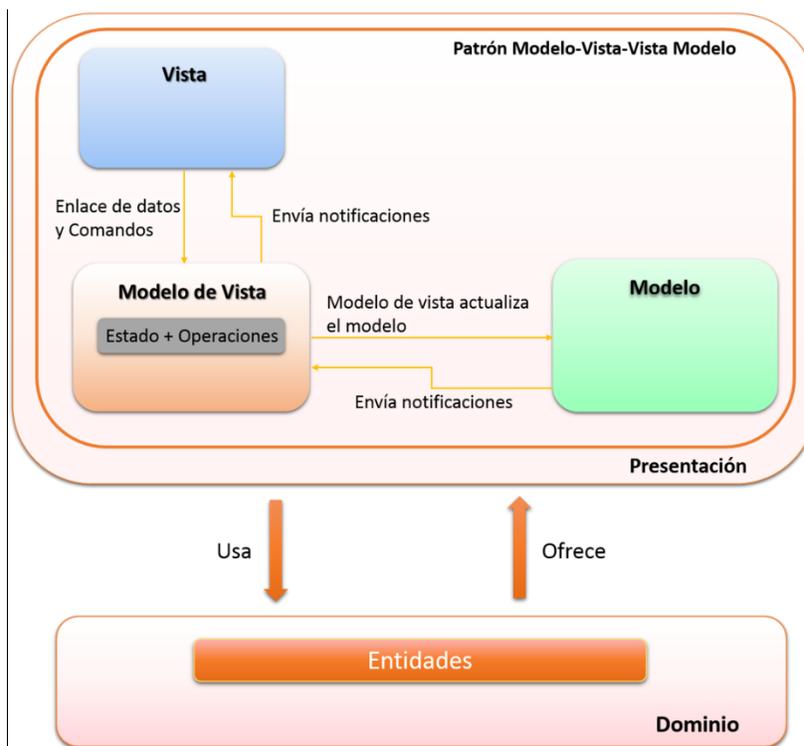
**Capa de presentación:** esta capa incluye diferentes elementos, como Vistas, Controladores, Modelos, entre otros que por lo general están estructurados siguiendo patrones de diseño propios de esta capa. Sus responsabilidades radican en presentar al usuario los conceptos de negocio mediante interfaces de usuarios, facilitar la explotación de dichos procesos, informar sobre el estado de los mismos y validar la entrada y salida de datos (31).

**Capa de dominio:** esta capa contiene componentes que implementan funcionalidades importantes del sistema, encapsulando toda su lógica para de esta forma apoyar los procesos que realizan los usuarios. Básicamente suelen ser clases que implementan la lógica del dominio dentro de sus métodos (31).

En la capa de presentación se encuentran las vistas que muestran los modelos de informes para cada procedimiento hemodinámico. Cada una de las vistas, muestran los campos de un reporte que el especialista debe llenar, asociados al modelo de informe seleccionado. En la capa de dominio se encuentran las entidades que intervienen en el manejo de los datos que se registran de un reporte. Estos son emitidos para cada

procedimiento hemodinámico realizado. Estas entidades se dividen en entidades del reporte y entidades propias de Hemodinámica.

El usuario interactúa con cada una de las vistas e introduce los datos del reporte. La clase ReporterViewModel se comunica con cada una de las entidades que se encuentran en la capa de dominio, correspondientes al reporte que está siendo editado. Se actualizan y se modifican los datos de dicho reporte en cada entidad y se notifican los cambios a través la clase ReporterViewModel para ser actualizados en las vistas.



**Figura 9.** Arquitectura basada en el estilo arquitectural En Capas referente a la Herramienta para la gestión de informes diagnósticos de los estudios imagenológicos realizados en el Servicio de Hemodinámica (fuente: elaboración propia)

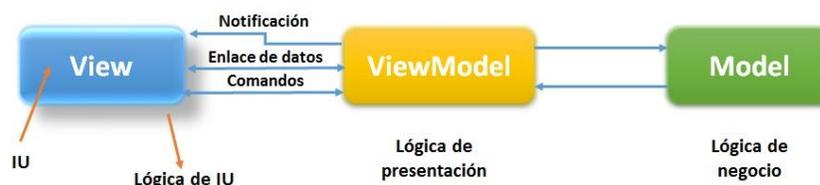
### 3.3. Patrones de diseño utilizados

En el marco de la arquitectura de software, el proceso de diseño de la arquitectura juega un papel muy importante ya que se tratan los temas más importantes a la hora de definir el sistema. Los patrones de diseño arquitecturales establecen una forma estándar de definir o implementar el aspecto del sistema que está siendo

diseñado (31). A su vez existen otros patrones de diseño que proporcionan una estructura que resuelve un problema de diseño particular a través de una solución ya probada (28).

### 3.3.1. Modelo-Vista-Modelo de Vista

MVVM es un patrón que permite cambiar las interfaces de usuario de una aplicación sin tener que alterar la lógica de la programación. Esto le aporta al software mayor flexibilidad para el desarrollo y mantenimiento del mismo. La esencia de MVVM es separar la Vista del Modelo introduciendo entre ellos una capa abstracta “Modelo de Vista” (32).



**Figura 10.** Patrón Modelo-Vista-Modelo de Vista (fuente: elaboración propia)

El Modelo representa los datos y la información del dominio, pero no los eventos ni las acciones que la manipulan. La Vista se encarga de mostrar la información de una forma clara y presentable. Una vista puede también contener ciertos comportamientos que eventualmente ejercen influencia en las propiedades del modelo.

En MVVM la vista contiene comportamientos, eventos y enlaces a datos. Aunque tales eventos y comportamientos pueden ser asociados a propiedades, métodos y comandos, la vista es aún responsable de manejar sus propios eventos y no pasa esta tarea al modelo de vista (33).

El Modelo de vista mantiene al modelo separado y protegido de los detalles de la vista. Por eso es que el modelo de vista es la pieza clave del patrón. Esta separación permite que el modelo se limite a contener los datos y la vista solo a presentarlos. De esta forma el modelo de vista trabaja como un intermediario entre ambos, recibiendo información de la vista e insertándola en el modelo y obteniendo datos del modelo para luego convertirlos en propiedades que puedan ser usadas por la vista. Esto lo garantiza a través de métodos, comandos y otros puntos de acceso que ayudan a mantener el estado de la vista, manipular el modelo en respuesta a acciones de la vista y disparar eventos en la misma.



#### 3.3.4. Singleton

**Problema:** ¿Cómo mantener una única instancia de la ejecución de un reporte?

**Solución:** Se soluciona con la utilización del patrón Singleton. Ver Figura 11.

**Aplicación:** La clase ReporterViewModel ejecuta el método AddReportFromViewer. Este método comprueba si ya existe la instancia creada para en este caso utilizarla. El método SelectedReportAdapter proporciona un mecanismo de acceso global a dicha instancia.

Al término del capítulo el autor de la presente investigación llegó a las siguientes conclusiones:

- Al desarrollar los diagramas de clases del diseño y los diagramas de secuencias correspondientes a los casos de usos identificados, se obtuvo una mejor abstracción para la realización de la herramienta para la gestión de informes diagnósticos de los estudios imagenológicos realizados en el SH.
- Se utilizó la arquitectura basada en el estilo arquitectural En Capas (N-Layer) y los patrones de diseño como MVVM, Comando, Singleton y Creador.

---

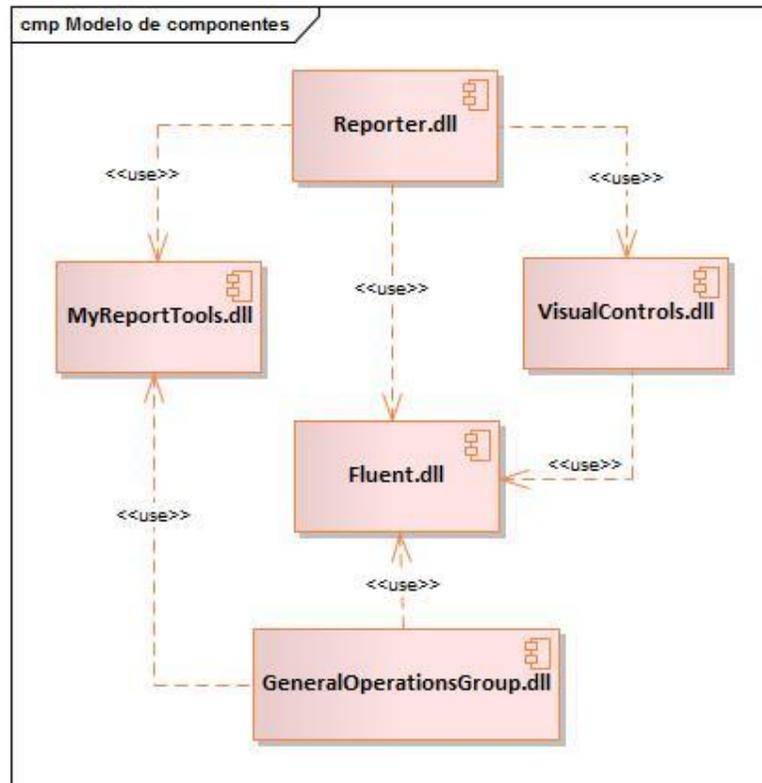
## **CAPÍTULO 4. IMPLEMENTACIÓN DE LA HERRAMIENTA PARA LA GESTIÓN DE INFORMES DIAGNÓSTICOS DE LOS ESTUDIOS IMAGENOLÓGICOS REALIZADOS EN EL SERVICIO DE HEMODINÁMICA**

El presente capítulo muestra a partir de los resultados obtenidos en la etapa de diseño, el diagrama de Componentes usados para la implementación de la herramienta. Se describe el estándar de codificación utilizado además de las estrategias de implementación empleadas. Se muestra el diagrama de despliegue de la herramienta a fin de mostrar la ubicación física de cada componente.

### **4.1. Diagrama de Componentes**

Un diagrama de componentes muestra los elementos de diseño de un sistema de software, este representa la estructura física del código. Permite visualizar con más facilidad la organización general del sistema y el comportamiento y dependencias de los servicios que estos componentes proporcionan y utilizan a través de las interfaces. Al igual que ocurre con las clases, los componentes pueden ofrecer una interfaz, para que otros componentes puedan realizar las operaciones ofrecidas por dicha interfaz(26, 34).

En la Figura 12 se muestra el diagrama de componentes referente a la Herramienta para la gestión de informes diagnósticos de los estudios imagenológicos realizados en el Servicio de Hemodinámica.



**Figura 12.** Diagrama de componentes de la Herramienta para la gestión de informes diagnósticos de los estudios imagenológicos realizados en el Servicio de Hemodinámica (fuente: elaboración propia)

A continuación se describen cada uno de los elementos del diagrama de componentes a fin de obtener una mejor comprensión del mismo.

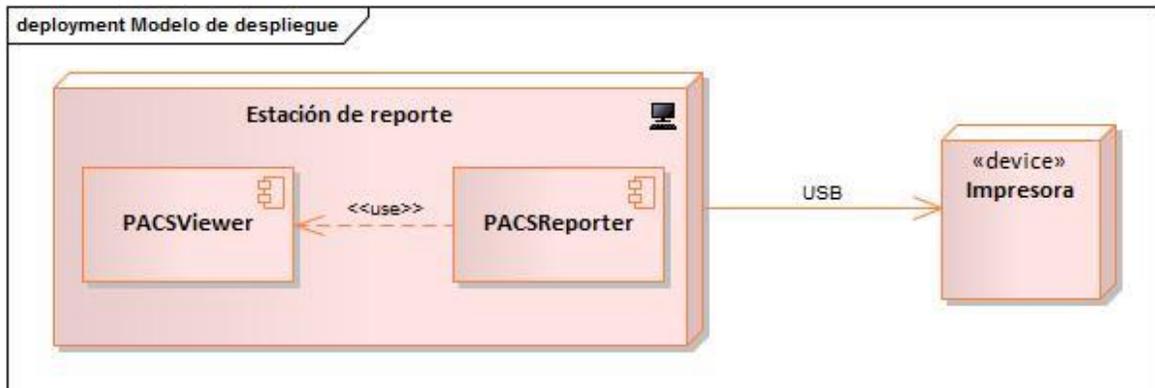
**Tabla 6.** Descripción de los elementos que conforman el diagrama de componentes de la herramienta para la gestión de los informes diagnósticos de los estudios imagenológicos realizados en el Servicio de hemodinámica (fuente: elaboración propia)

| Componente  | Descripción   |
|---|---|
|  | Librería que brinda al especialista la información necesaria para gestionar el informe, e interpretar las acciones que este realiza sobre el mismo. |

|   |  |
|---|--|
|  <p>cmp Modelo de compon...</p> <p><b>MyReportTools.dll</b></p>            | <p>Librería que proporciona las entidades y herramientas que utilizan la información obtenida del empleo de las funcionalidades que intervienen en la gestión del informe.</p> |
|  <p>cmp Modelo de componentes</p> <p><b>GeneralOperationsGroup.dll</b></p> | <p>Librería que implementa las funcionalidades básicas que intervienen en la gestión del informe y la interfaz gráfica para que el especialista interactúe con ellas.</p>      |
|  <p>cmp Modelo de compon...</p> <p><b>VisualControls.dll</b></p>           | <p>Librería que contiene componentes visuales definidos por el sistema. Estos son aplicados en las interfaces de usuario con las que interactúa el especialista.</p>           |
|  <p>cmp Modelo de compon...</p> <p><b>Fluent.dll</b></p>                  | <p>Librería que permite crear interfaces de usuario utilizando la interfaz visual de Microsoft Office usando WPF.</p>  |

## 4.2. Diagrama de Despliegue

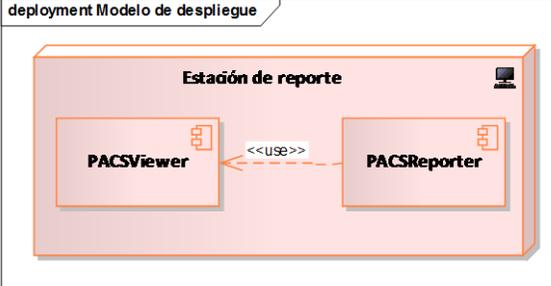
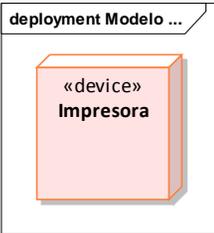
Un diagrama de despliegue muestra la arquitectura del sistema desde el punto de vista de despliegue o distribución del mismo. Permite comprender la correspondencia entre ambas arquitecturas de software y hardware utilizando nodos para modelar la topología del hardware que presenta el nodo sobre el cual se ejecuta el sistema. Estos nodos representan los recursos que interviene en el despliegue del sistema(26).



**Figura 13.** Diagrama de despliegue referente a la Herramienta para la gestión de informes diagnósticos de los estudios imagenológicos realizados en el Servicio de Hemodinámica (fuente: elaboración propia)

A continuación se describen los elementos que conforman el diagrama de despliegue a fin de comprender la distribución del mismo.

**Tabla 7.** Descripción de los elementos que conforman el diagrama de despliegue de la herramienta para la gestión de los informes diagnósticos de los estudios imagenológicos realizados en el Servicio de Hemodinámica (fuente: elaboración propia)

| Nodo  | Descripción  |
|---|--|
|  | <p>El nodo Estación de reporte representa la estación de trabajo donde se encuentran instalados los sistemas PACSViewer y PACSReporter. A través de estos sistemas se realizan las actividades que intervienen en el proceso de emisión del informe.</p> |
|  | <p>El nodo Impresora representa el dispositivo de hardware donde se realizan las actividades de impresión del informe.</p>   |

### 4.3. Estándar de codificación

El código de un software de conjunto con las estrategias de codificación permiten obtener un código fuente, elegante, limpio y fácil de mantener. A fin de lograr una mejor comprensión del código de la herramienta para la gestión de los informes diagnósticos de los estudios imagenológicos realizados en el Servicio de Hemodinámica se describen las estrategias de codificación empleadas.

- Usar nombres descriptivos para las clases, métodos y propiedades.
- Iniciar el nombre de los atributos de las clases con underscore ( \_ ) y letra inicial minúscula, en caso de ser un nombre compuesto se utiliza minúscula y mayúscula. Ejemplos: `_grids`, `_viewModel`.
- Los nombres de los métodos iniciarán con mayúscula y si son palabras compuestas, se empleará notación UperCamelCase. Ejemplos: `SelectedReportAdapter`, `ImageTagsCollectionChanged`.
- Comentar las clases y métodos de difícil comprensión.
- Uso de regiones para mantener el orden del código aumentando así su mantenibilidad.

### 4.4. Tratamiento de errores

Hacer un correcto tratamiento de errores proporciona una manera de afrontar cualquier situación inesperada o excepcional que se presente mientras se ejecuta un programa. Uno de los mecanismos más utilizado para esto suele ser el uso de Excepciones. El control de excepciones utiliza propiedades que permiten intentar realizar acciones que podrían plantear problemas, controlar errores cuando considere que sea razonable y limpiar los recursos después (35).

El control de excepciones utiliza la palabra clave `try` para intentar realizar las acciones que este bloque encierra, ya que pueden lanzar posibles errores conocidos o no. En la figura 14 se muestra un bloque `try` que intenta realizar las acciones de mostrar un modelo de informe. Si este modelo de informe ya fue creado para el estudio actual o el estudio no ha sido registrado, el sistema lanzará un error interrumpiendo el flujo de trabajo actual. Este error puede mitigarse con la utilización de un bloque `catch`. Estos bloques encierran las acciones que realizará el sistema ante la ocurrencia de un error en el bloque `try`.

```
private void ShowDocumentValvuloplasty (object sender, RoutedEventArgs e)
{
    try
    {
        if (_viewModel.SelectedReportAdapter != null &
            _viewModel.SelectedReportAdapter.TipoInforme == TipoInforme.Unknown)
        {
            ShowDocumentValvuloplastia ();
            _viewModel.SelectedReportAdapter.TipoInforme = TipoInforme.VAL;
        }
        else if (_viewModel.SelectedReportAdapter == null)
            MessageBox.Show ("Seleccione un informe en la Lista de Trabajo", "No Existe Informe",
                MessageBoxButton.OK, MessageBoxImage.Error);
    }
    catch (Exception ex)
    {
        MessageBox.Show (ex.Message, "No Existe Informe", MessageBoxButton.OK,
            MessageBoxImage.Error);
    }
}
```

**Figura 14.** Ejemplo de Tratamiento de errores a través de Excepciones referente a la Herramienta para la gestión de informes diagnósticos de los estudios imagenológicos realizados en el Servicio de Hemodinámica (fuente: elaboración propia)

Al término del capítulo el autor de la presente investigación llegó a las siguientes conclusiones:

- Se logró la solución propuesta en la herramienta para la gestión de los informes diagnósticos de los estudios imagenológicos realizados en el Servicio de Hemodinámica.
- Se obtuvo una vista de la distribución física que tendrá el sistema y de como ocurre la interacción entre cada uno de los componentes que lo conforman.
- Al utilizar un estándar de codificación se obtuvo un código claro, fácil de mantener en el tiempo y entendible por otros desarrolladores.

---

## **RESULTADOS OBTENIDOS**

Con el desarrollo de la presente investigación se obtuvieron los siguientes resultados:

- La herramienta podrá ser implantada en el Servicio de Hemodinámica del CIMEQ posibilitando de esta forma:
  1. Alcanzar mayor organización durante el proceso de emisión del informe y rapidez en la redacción del mismo.
  2. Eliminar la necesidad de recurrir a otras aplicaciones para realizar el proceso de emisión del informe que resuelven parcialmente sus necesidades.
- La herramienta posibilitará la obtención de un informe diagnóstico con la interpretación de los valores registrados en el procedimiento hemodinámico al que sea sometido el paciente, aportándole al mismo mayor entendimiento sobre los resultados obtenidos en la ejecución del procedimiento.

---

## **CONCLUSIONES**

Una vez finalizado el proceso de desarrollo de la presente investigación se puede arribar a las siguientes conclusiones:

- El estudio de los sistemas que informatizan el proceso de emisión de informes diagnósticos a nivel internacional y nacional, permitió conocer e identificar características útiles para la herramienta desarrollada.
- Cumpliendo con las pautas establecidas por el proyecto PACS-RIS del CESIM para el desarrollo de sus soluciones informáticas, quedaron definidas las herramientas, tecnologías y lenguajes a utilizar.
- A partir de las características de la herramienta, se utilizó la arquitectura basada en el estilo arquitectural En Capas.
- El sistema se implementó acorde a la metodología de desarrollo de software empleada y cumpliendo con la especificación de requisitos de software llevada a cabo.
- Se obtuvo una nueva versión del sistema PACSReporter capaz de gestionar el proceso de emisión del informe diagnóstico para el SH del hospital CIMEQ, elevando la calidad del proceso para dicho servicio y dándole un valor agregado a la nueva versión del sistema PACSReporter.

---

## **RECOMENDACIONES**

En aras de mejorar la calidad y utilidad del sistema propuesto, se plantean las siguientes recomendaciones:

- Realizar pruebas de calidad al sistema para comprobar su correcto funcionamiento.
- Implementar la gestión de los informes diagnósticos de los estudios imagenológicos realizados en el Servicio de Hemodinámica, para el esquema de trabajo con conexión al sistema RIS del CESIM.
- Implementar la gestión de nuevos modelos de informe de otras especialidades médicas, que empleen el diagnóstico por imágenes.
- Realizar la validación de la solución con los especialistas del Servicio de Hemodinámica del Hospital CIMEQ.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. PROF. DR. BUZZI, ALFREDO. El descubrimiento de los Rayos X [En línea]. Sociedad Argentina de Radiología. Disponible en: [http://www.sar.org.ar/web/docs/dayrad/hisotria\\_radiologia.pdf](http://www.sar.org.ar/web/docs/dayrad/hisotria_radiologia.pdf)
2. El Informe Radiológico. [En línea]. 23 marzo 2015. [Accedido 23 marzo 2015]. Disponible en: <http://uvsfajardo.sld.cu/el-informe-radiologico-revision-de-la-literatura>
3. PLANOS GONZÁLES, ALEJANDRO y VEGA IZAGUIRRE, LEODAN. *Alas RIS Sistema de gestión de información radiológica*. Cuba: Universidad de las Ciencias Informáticas, 2008.
4. PACS | Sistema de archivo y transmisión de imágenes | CARESTREAM Vue PACS. [En línea]. 23 marzo 2015. [Accedido 23 marzo 2015]. Disponible en: <http://www.carestream.es/vue-pacs.html>
5. CIMEQ-Centro de Investigaciones Médico Quirúrgicas. [En línea]. [Accedido 11 mayo 2015]. Disponible en: <http://www.cimeq.org/es/>
6. CENTRO MÉDICO TEKNON. ¿Qué es la Hemodinámica? - CORAZON Y AORTA S.A. *Corazón y Aorta. Unidad Integral de Atención para la Patología Cardíaca* [En línea]. [Accedido 20 abril 2015]. Disponible en: <http://corazonyaorta.com/wordpress/contenido-publicacion-1/>
7. DR. CS. ALVAREZ DE ZAYAS, CARLOS. *Metodología de la Investigación Científica*. Centro de estudios de educación superior «MANUEL F. GRAN», 1995.
8. DICOM Homepage. [En línea]. [Accedido 20 abril 2015]. Disponible en: <http://dicom.nema.org/>
9. Revista Cubana de Informática Médica - Implementación de estándares DICOM SR y HL7 CDA para la creación y edición de informes de estudios imagenológicos. [En línea]. 23 marzo 2015. [Accedido 23 marzo 2015]. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1684-18592014000100008&script=sci\\_arttext](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1684-18592014000100008&script=sci_arttext)
10. Mac-Lab XTi - Mac-Lab Recording Systems - Hemodynamic Recording - Products - gehealthcare.com. [En línea]. [Accedido 20 abril 2015]. Disponible en: [http://www3.gehealthcare.com/en/products/categories/hemodynamic\\_recording/maclab\\_recording\\_systems/mac-lab\\_xti](http://www3.gehealthcare.com/en/products/categories/hemodynamic_recording/maclab_recording_systems/mac-lab_xti)
11. AGFA HealthCare - Solución cardiovascular. [En línea]. [Accedido 20 abril 2015]. Disponible en: [http://agfahealthcare.com/latam/es/main/products\\_services/cardiology\\_applications/cardiology\\_applications/Cardiovascular\\_Solution.jsp](http://agfahealthcare.com/latam/es/main/products_services/cardiology_applications/cardiology_applications/Cardiovascular_Solution.jsp)
12. CardioBase | Sistema de Gestión Médica Cardiológica. [En línea]. 16 abril 2015.

[Accedido 16 abril 2015]. Disponible en: <http://www.cardiobasesoft.com/>

13. Cath Lab Management | Merge Hemo | Merge Healthcare. [En línea]. 16 abril 2015.

[Accedido 16 abril 2015]. Disponible en: <http://www.merge.com/Solutions/Cardiology/Merge-Hemo.aspx>

14. TARDÍO LOPEZ, MARÍA ANTONIA. 1: *ANGYCOR: Software para el control de procedimientos en un Servicio de Hemodinámica*. Cuba: SOFTEL, [Accedido 16 abril 2015].

15. Agile Rational Unified Process: RUP experiences from the trenches. [En línea]. 27 marzo 2015.

[Accedido 27 marzo 2015]. Disponible en:

[http://www.ibm.com/developerworks/rational/library/edge/08/feb08/lines\\_barnes\\_holmes\\_ambler/](http://www.ibm.com/developerworks/rational/library/edge/08/feb08/lines_barnes_holmes_ambler/)

16. JACOBSON, IVAR, BOOCH, GRADY y RUMBAUGH, JAMES. *El Proceso de Desarrollo Unificado*.

Edición en español. España: Pearson Educación S.A, 2000. ISBN 84-7829-036-2. 681.3681.3

17. Introducción (WPF). [En línea]. 27 marzo 2015. [Accedido 27 marzo 2015]. Disponible en:

[https://msdn.microsoft.com/es-es/library/ms742119\(v=vs.110\).aspx](https://msdn.microsoft.com/es-es/library/ms742119(v=vs.110).aspx)

18. .NET Framework. [En línea]. 27 marzo 2015. [Accedido 27 marzo 2015]. Disponible en:

<https://msdn.microsoft.com/es-es/vstudio/aa496123.aspx>

19. Enterprise Architect - Herramienta de diseño UML y herramienta CASE UML para desarrollo de software. [En línea]. 27 marzo 2015. [Accedido 27 marzo 2015]. Disponible en:

<http://www.sparxsystems.com.ar/products/ea.html>

20. Visual Studio Ultimate con MSDN. [En línea]. 27 marzo 2015. [Accedido 27 marzo 2015]. Disponible

en: <https://www.visualstudio.com>

21. TortoiseSVN - Home. [En línea]. 27 marzo 2015. [Accedido 27 marzo 2015]. Disponible en:

<http://tortoisesvn.net/>

22. Unified Modeling Language (UML). [En línea]. [Accedido 20 abril 2015]. Disponible en:

<http://www.uml.org/>

23. C# 4.0 - nuevas características de C# en .NET Framework 4. [En línea]. 27 marzo 2015.

[Accedido 27 marzo 2015]. Disponible en: <https://msdn.microsoft.com/es-es/magazine/ff796223.aspx>

24. Modelo de Dominio | Tecnología. [En línea]. 27 marzo 2015. [Accedido 27 marzo 2015]. Disponible en:

<https://synergix.wordpress.com/2008/07/10/modelo-de-dominio/>

25. JACOBSON, IVAR, BOOCH, GRADY y RUMBAUGH, JAMES. Parte II: Los Flujos de trabajo fundamentales. En: *El Proceso de Desarrollo Unificado. Edición en español. España: Pearson Educación S.A,*

[sin fecha]. p. 105-299. ISBN 84-7829-036-2. 681.3681.3

26. S. PRESSMAN, ROGER. *Ingeniería de Software. Un enfoque práctico*. Quinta Edición. McGraw Hill, 2001.
27. JACOBSON, IVAR, BOOCH, GRADY y RUMBAUGH, JAMES. Parte I: El Proceso Unificado de Desarrollo de Software. En: *El Proceso Unificado de Desarrollo de Software. España: Pearson Educación S.A, 2000. p. 1-102. ISBN 84-7829-036-2. 681.3681.3*
28. LARMAN, CRAIG. *UML y Patrones. Introducción al análisis y diseño orientado a objeto*. Luz María Hernández Rodríguez. México: Prentice Hall, 2009. ISBN 970-17-0261-1. 6262
29. JAVIER CALVARRO NELSON, Cesar de la Torre Llorente y MIGUEL ANGEL RAMOS BARROS, Unai Zorrilla Castro. Fundamentos de Arquitectura de Aplicaciones. En: *Guía de Arquitectura de N-Capas orientada al Dominio con .NET 4.0. España: Kraiss Consulting, S.L, [sin fecha]. p. 7-9. ISBN 978-84-936696-3-8.*
30. Capítulo 2 Estilos Arquitecturales. En : DE LA TORRE LLORENTE, CESAR, ZORRILA CASTRO, UNAI, RAMOS BARROSO, MIGUEL ANGEL y CALVARRO NELSON, JAVIER, *Guía de Arquitectura de N-Capas orientada al Dominio con .NET 4.0. España: Kraiss Consulting, S.L, [sin fecha]. ISBN 978-84-936696-3-8.*
31. DE LA TORRE LLORENTE, CESAR, ZORRILA CASTRO, UNAI, RAMOS BARROSO, MIGUEL ANGEL y CALVARRO NELSON, JAVIER. *Guía de Arquitectura de N-Capas orientada al Dominio con .NET 4.0.* España: Kraiss Consulting, S.L, 2010. ISBN 978-84-936696-3-8.
32. THE MODEL-VIEW-VIEWMODEL (MVVM) DESIGN PATTERN FOR WPF. [En línea]. [Accedido 20 abril 2015]. Disponible en: <https://msdn.microsoft.com/en-us/magazine/dd419663.aspx>
33. Usar el patrón Model-View-ViewModel (MVVM) - Windows app development. [En línea]. [Accedido 20 abril 2015]. Disponible en: <https://msdn.microsoft.com/es-es/library/windows/apps/jj883732.aspx>
34. Sparx Systems - Tutorial UML 2 - Diagrama de Componentes. [En línea]. [Accedido 11 mayo 2015]. Disponible en: [http://www.sparxsystems.com.ar/resources/tutorial/uml2\\_componentdiagram.html](http://www.sparxsystems.com.ar/resources/tutorial/uml2_componentdiagram.html)
35. Excepciones y control de excepciones (Guía de programación de C#). [En línea]. [Accedido 12 mayo 2015]. Disponible en: <https://msdn.microsoft.com/es-es/library/ms173160.aspx>

### ANEXOS

#### Anexo 1 Descripciones de las clases

##### Descripción de la Clase GeneralOperationsViewModel

**Tabla 8.** Descripción de la Clase GeneralOperationsViewModel del diagrama de clases del diseño del CU Gestionar informe referente a la Herramienta para la gestión de informes diagnósticos de los estudios imagenológicos realizados en el Servicio de Hemodinámica (fuente: elaboración propia)

|   |                                  |
|---|----------------------------------|
| <b>Nombre:</b> GeneralOperationsViewModel |                                  |
| <b>Tipo de clase:</b> ViewModel           |                                  |
| <b>Atributo</b>                           |                                  |
| _exportReport                             | RelayCommand                     |
| _removeReport                             | RelayCommand                     |
| _saveReport                               | RelayCommand                     |
| _spellChecker                             | RelayCommand                     |
| <b>Para cada responsabilidad:</b>         |                                  |
| Nombre:                                   | ExportReport                     |
| Descripción:                              | Exporta el reporte seleccionado. |
| Nombre:                                   | RemoveReport                     |
| Descripción:                              | Elimina el reporte seleccionado. |
| Nombre:                                   | SaveReport                       |
| Descripción:                              | Salva el reporte seleccionado.   |
| Nombre:                                   | Spelling                         |
| Descripción:                              | Ejecuta el corrector ortográfico |
| Nombre:                                   | GeneralOperationsViewModel       |

|              |   |
|--------------|---|
| Descripción: | Constructor de la clase   |
| Nombre:      | CreateSpellingCheckerViewModel  |
| Descripción: | Instancia de la clase SpellingCheckerViewModel                        |
| Nombre:      | DropDocuments   |
| Descripción: | Elimina los archivos asociados al reporte seleccionado para eliminar. |

### Descripción de la clase ReporterViewModel

**Tabla 9.** Descripción de la Clase ReporterViewModel del diagrama de clases del diseño del CU Gestionar informe referente a la Herramienta para la gestión de informes diagnósticos de los estudios imagenológicos realizados en el Servicio de Hemodinámica (fuente: elaboración propia)

|                                   |                                  |
|-----------------------------------|----------------------------------|
| <b>Nombre:</b> ReporterViewModel  |                                  |
| <b>Tipo de clase:</b> ViewModel   |                                  |
| <b>Atributo</b>                   |                                  |
| _exportReport                     | RelayCommand                     |
| _removeReport                     | RelayCommand                     |
| _saveReport                       | RelayCommand                     |
| _selectedReportAdapter            | ReportAdapter                    |
| _currentReporterState             | ReporterState                    |
| _workList                         | Worklist                         |
| <b>Para cada responsabilidad:</b> |                                  |
| Nombre:                           | ExportReportCommand              |
| Descripción:                      | Exporta el reporte seleccionado. |
| Nombre:                           | RemoveReportCommand              |

|              |   |
|--------------|---|
| Descripción: | Elimina el reporte seleccionado.                            |
| Nombre:      | SaveReportCommand   |
| Descripción: | Salva el reporte seleccionado.                              |
| Nombre:      | SelectedReportAdapter                                       |
| Descripción: | Obtiene el reporte seleccionado                             |
| Nombre:      | ReporterViewModel   |
| Descripción: | Constructor de la clase                                     |
| Nombre:      | Worklist  |
| Descripción: | Instancia de la clase Worklist                              |
| Nombre:      | SelectedItemsReportAdapter                                  |
| Descripción: | Obtiene una lista con los reportes seleccionados            |
| Nombre:      | CurrentReportState  |
| Descripción: | Obtiene el estado del reporte actual                        |
| Nombre:      | AddReportFromViewer   |
| Descripción: | Crea el reporte con los datos enviados desde el PACSViewer. |

### Descripción de la clase ViewerController

**Tabla 10.** Descripción de la Clase ViewerController del diagrama de clases del diseño del CU Gestionar informe referente a la Herramienta para la gestión de informes diagnósticos de los estudios imagenológicos realizados en el Servicio de Hemodinámica (fuente: elaboración propia)

|                                    |
|------------------------------------|
| <b>Nombre:</b> ViewerController    |
| <b>Tipo de clase:</b> Controladora |
| <b>Para cada responsabilidad:</b>  |

# Herramienta para la gestión de informes diagnósticos de los estudios imagenológicos realizados en el servicio de Hemodinámica

## Anexos

|              |   |
|--------------|---|
| Nombre:      | InitializeExt   |
| Descripción: | Inicializa las extensiones del sistema PACSViewer                             |
| Nombre:      | OpenReporter  |
| Descripción: | Envía un mensaje de abrir el reportador, además de la información a reportar. |
| Nombre:      | SendImagestoReport  |
| Descripción: | Envía las imágenes cargadas en el visor hacia el reportador.                  |
| Nombre:      | OpenFiles   |
| Descripción: | Permite cargar las imágenes deseadas  |
| Nombre:      | ViewerController  |
| Descripción: | Constructor de la clase   |

### Anexo 2 Guía con aspectos a considerar en la entrevista

Objetivo: Conocer el funcionamiento del Servicio de Hemodinámica del hospital CIMEQ.

1. Flujo de información asociado al paciente.
2. Flujo de información asociado a los procedimientos hemodinámicos que se realizan.
3. Flujo del personal que interviene en el Servicio de Hemodinámica.
4. Grado de informatización que presenta el Servicio de Hemodinámica.
5. Sistemas informáticos que utilizan.
6. Flujo de información que se genera en el Servicio de Hemodinámica.

**Entrevista a profundidad:** realizada al director del Servicio de Hemodinámica. Esta técnica será especialmente útil para conocer las características fundamentales del Servicio de Hemodinámica del hospital CIMEQ, a través de tres flujos principales que estructuran el funcionamiento de dicho servicio. De esta forma se puede conocer el flujo de información asociado al paciente, como se realiza el reconocimiento del mismo, y la atención médica brindada por dicho servicio. Conocer los procedimientos hemodinámicos que se realizan así como el tipo de información que se maneja de estos. Conocer el personal que interviene en el Servicio de Hemodinámica desde el recibimiento del paciente, su paso por el salón de Hemodinámica hasta la recuperación y tratamiento del mismo.

Permitirá conocer el grado de informatización que presenta dicho servicio para realizar el proceso de emisión del informe diagnóstico imagenológico. Conocer los sistemas informáticos que utilizan así como el grado de satisfacción que presenta en la utilización de dichos sistemas. De esta forma dar solución a problemas que puedan ser solucionados con el desarrollo de la presente investigación.

### Anexo 3 Guía de observación. Aspectos a considerar

Objetivo: Constatar el ambiente tecnológico presente en el Servicio de Hemodinámica del CIMEQ.

| Escala de Evaluación |         |      |
|----------------------|---------|------|
| Mal                  | Regular | Bien |

#### Desarrollo tecnológico

- Sistemas informáticos que utilizan
- Estado de los equipos informáticos (prestaciones de la PC)
- Sistema de comunicación (sistema de comunicación de red)
- Sistema de seguridad tecnológica (seguridad de la información que se maneja)

#### Usabilidad

- Navegabilidad
- Control de usuario
- Lenguaje y contenido
- Prevención de errores
- Accesibilidad
- Coherencia
- Claridad arquitectónica

**Observación directa:** en un primer momento para constatar el grado de desarrollo y avance tecnológico que presenta el Servicio de Hemodinámica del hospital CIMEQ. En un segundo momento para constatar la usabilidad de la herramienta durante el desarrollo de la investigación, de acuerdo a la guía elaborada.

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

**Caso de uso:** secuencias de acciones que el sistema puede llevar a cabo interactuando con sus actores, incluyendo alternativas dentro de las secuencias.

**Diagnóstico por imágenes:** cuando un paciente se realiza un estudio de tomografía de tórax el especialista interpreta la imagen y emite diagnóstico a partir de las imágenes digitales generadas de dicho estudio.

**Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM):** estándar para el tratamiento de imágenes digitales y comunicaciones para el campo de la medicina que facilita el manejo de la información médica entre hospitales y centros de investigación.

**GRASP:** los patrones GRASP describen los principios fundamentales de la asignación de responsabilidades a objetos, expresados en forma de patrones.

**Hemodinámica:** la Hemodinámica es una subespecialidad de Cardiología que estudia las enfermedades cardiovasculares.

**Imagenología:** comprende la realización de todo tipo de exámenes diagnósticos y terapéuticos en los cuales se utilizan equipos que reproducen imágenes del organismo.

**PACS:** sistema para el Almacenamiento, Transmisión y Visualización de Imágenes Médicas. Compuesto por dispositivos para la adquisición de imágenes médicas, unidades de almacenamiento, estaciones de visualización, computadoras y bases de datos; todos ellos conectados a través de una red de comunicación.

**Patrón arquitectónico:** expresa un esquema estructural fundamental de la organización para un sistema de software, que consiste en subsistemas, sus responsabilidades e interrelaciones.

**Requisitos:** capacidades, condiciones o cualidades que la presente investigación debe cumplir y tener.