

**TRABAJO DE DIPLOMA PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE
INGENIERO EN CIENCIAS INFORMÁTICAS**

**SISTEMA INFORMÁTICO DE REGISTRO Y
CONTROL EN ANATOMÍA PATOLÓGICA PARA LA
RED HOSPITALARIA DE CUBA**

| | |
|----------------|--|
| AUTORES | LEONARDO CABRERA NICOLAU PEDRO ARANGO ASTORGA |
| TUTORES | MSC. HUGO ARNALDO MARTÍNEZ NORIEGA MSC. ROLANDO QUINTANA APUT |
| COTUTOR | ING. DAILÍN GALAFET CÉSPEDES |
| ASESOR | DR. CS. JOSÉ HURTADO DE MENDOZA AMAT |

LA HABANA, 2014

“AÑO 56 DE LA REVOLUCIÓN”

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

«SISTEMA INFORMÁTICO DE REGISTRO Y CONTROL EN ANATOMÍA PATOLÓGICA PARA LA RED HOSPITALARIA DE CUBA»

Declaramos ser los autores del presente Trabajo de Diploma y autorizamos a la Universidad de las Ciencias Informáticas a que haga el uso que estime pertinente con el mismo.

Para que así conste, firmamos la presente a los 27 días del mes de Junio del año 2014.

LEONARDO CABRERA NICOLAU

Autor

PEDRO ARANGO ASTORGA

Autor

MSC. HUGO ARNALDO MARTÍNEZ NORIEGA

Tutor

MSC. ROLANDO QUINTANA APUT

Tutor

DATOS DE CONTACTO

«SISTEMA INFORMÁTICO DE REGISTRO Y CONTROL EN ANATOMÍA PATOLÓGICA PARA LA RED HOSPITALARIA DE CUBA»

MSC. HUGO ARNALDO MARTÍNEZ NORIEGA: hugomn@uci.cu

Licenciado en Matemática, UCLV, 2007. Máster en Tecnologías de Apoyo a la Toma de Decisiones, CUJAE, 2011. Profesor Asistente.

Se ha desempeñado como profesor de Matemática 3 y Matemática Numérica. Ha sido miembro de tribunales de tesis en todos los roles, así como en la maestría de Tecnologías de Apoyo a la Toma de Decisiones. Se ha desempeñado como jefe de colectivo de asignatura, jefe de disciplina, asesor docente educativo y jefe de departamento docente. Presenta diferentes publicaciones en revistas nacionales con alcance internacional, ha participado en varios eventos nacionales e internacionales.

MSC. ROLANDO QUINTANA APUT: rgaput@uci.cu

Ingeniero en Informática, CUJAE, 2004. Máster en Gestión de Proyectos Informáticos, UCI, 2007. Profesor Asistente.

Se ha desempeñado como profesor de Programación 1, Programación 2, Seguridad Informática, Historia de la Informática y Metodología de la Investigación Científica. Ha sido miembro de tribunales de tesis en todos los roles, así como en la maestría de Gestión de Proyectos Informáticos. Ha desempeñado los roles de analista y jefe de proyecto. Posee diferentes publicaciones en revistas nacionales con alcance internacional, incluyendo una publicación en una revista internacional.

ING. DAILIN GALAFET CÉSPEDES: dgalafet@uci.cu

Ingeniero en Ciencias Informáticas, UCI, 2008. Instructor.

Ha trabajado en proyectos productivos como programadora, administradora de la calidad y analista. Ha impartido las asignaturas de Ética Informática, Problemas Sociales de la Ciencia y la Tecnología, Ingeniería de Software 1 y Gestión de Software. Ha participado como ponente en eventos científicos de la Universidad. Ha ejercido como tutora, oponente y miembro de tribunal de varias tesis de grado.

DR. CS. JOSÉ HURTADO DE MENDOZA AMAT: jhurtado@infomed.sld.cu

Profesor e Investigador Titular. Doctor en Ciencias. Especialista en II Grado en Anatomía Patológica. Profesor Consultante. Miembro del Grupo Nacional de Anatomía Patológica y Vicepresidente de la Sociedad Cubana de Anatomía Patológica.

DEDICATORIA

«SISTEMA INFORMÁTICO DE REGISTRO Y CONTROL EN ANATOMÍA PATOLÓGICA PARA LA RED HOSPITALARIA DE CUBA»

A nuestros padres.

AGRADECIMIENTOS

«SISTEMA INFORMÁTICO DE REGISTRO Y CONTROL EN ANATOMÍA PATOLÓGICA PARA LA RED HOSPITALARIA DE CUBA»

Leonardo:

*A mis tutores, por el apoyo brindado para la realización del presente Trabajo de Diploma; en especial **al profe Hugo**, que ha sido un amigo desde las clases de Matemática IV.*

*Al profesor **Hurtado**, por confiar en nosotros.*

*A mi compañero **Pedro**, por el buen equipo juntos en cada tarea realizada estos 5 años, en especial, por este Trabajo de Diploma.*

A mis padres, por todo el amor y sacrificio, por ser esa guía que me trajo hasta aquí.

*A mi tía **Juana** (mi segunda mamá), a mi tío y mi primo; por estar siempre, en especial estos 5 años.*

A mis abuelos, por ese cariño incondicional que nunca podré olvidar.

*A mi tío **Adalberto**, por velar por mi superación desde que era chiquitico.*

A los buenos amigos, por tantos momentos únicos.

Pedro:

A los tutores y asesor de este Trabajo de Diploma por su colaboración, paciencia y apoyo en la realización del mismo.

*A **Leonardo** por ser un excelente compañero y por su entrega en cuerpo y alma a la realización de este Trabajo de Diploma.*

A mis padres por su dedicación, amor y sacrificio durante tantos años, por sus enseñanzas, que han hecho de mí, una persona de bien.

A mi abuela por su cariño y preocupación.

A mi tía y tíos por su apoyo incondicional en todo momento.

A los amigos con los que compartí los mejores momentos durante este largo camino.

A todo el que colaboró en la realización de este sueño, muchas gracias.

RESUMEN

El análisis de los resultados de la autopsia genera múltiples beneficios mayormente orientados a mejorar la calidad del trabajo médico premortem (en vida). Su máximo aprovechamiento se sustenta en la gestión eficiente de la información generada, factible con la incorporación de las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones. Cuba posee uno de los índices de autopsias más elevados del mundo, sin embargo el sistema en explotación en los departamentos de Anatomía Patológica no favorece el análisis de morbilidad, otros Sistemas de Información en Anatomía Patológica (SIAP) no se adaptan a las condiciones de la red hospitalaria cubana. Lo anterior, motivó el desarrollo de un sistema informático para cubrir dichas necesidades. Para una mejor especificación de los diagnósticos de causa de muerte, el sistema promueve su codificación según los más recientes estándares de terminología impulsados por la Organización Mundial de la Salud. Además, posibilita la configuración y aplicación de variadas reglas de control interno sobre los diagnósticos de causas de muerte, así como la creación de un amplio conjunto de reportes estadísticos sobre los datos, los cuales podrán ser empleados como soporte para la toma de decisiones. La solución desarrollada, facilita el proceso de evaluación de la calidad en la atención médica, a partir del análisis y clasificación de la correlación clinicopatológica, así como la generación de un informe de autopsia de mayor calidad y precisión.

PALABRAS CLAVE

Autopsia, Anatomía Patológica, Morbilidad, SIAP.

TABLA DE CONTENIDOS

«SISTEMA INFORMÁTICO DE REGISTRO Y CONTROL EN ANATOMÍA PATOLÓGICA PARA LA RED HOSPITALARIA DE CUBA»

| | |
|--|----|
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA | 6 |
| 1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL OBJETO DE ESTUDIO | 6 |
| 1.2 SITUACIÓN ACTUAL Y PERSPECTIVAS DE LA AUTOPSIA EN CUBA Y EL MUNDO | 7 |
| 1.3 LA GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN EN AUTOPSIAS | 9 |
| 1.4 ANÁLISIS DE LAS SOLUCIONES EXISTENTES | 12 |
| 1.4.1 SARCAP | 14 |
| 1.4.2 AVANPAT | 16 |
| 1.4.3 ALAS HIS | 17 |
| 1.5 TENDENCIAS Y TECNOLOGÍAS ACTUALES | 18 |
| 1.6 METODOLOGÍA, LENGUAJES Y HERRAMIENTAS DE DESARROLLO | 21 |
| 1.6.1 METODOLOGÍA DE DESARROLLO | 21 |
| 1.6.2 LENGUAJE DE MODELADO | 22 |
| 1.6.3 INGENIERÍA DE SOFTWARE ASISTIDA POR COMPUTADORA (CASE) | 23 |
| 1.6.4 LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN | 23 |
| 1.6.5 ENTORNO DE DESARROLLO INTEGRADO (IDE) | 24 |
| 1.6.6 CONTROL DE VERSIONES | 25 |
| 1.6.7 PROTOTIPOS E INTERFACES DE USUARIO | 25 |
| 1.6.8 HERRAMIENTA PARA LA GENERACIÓN DE REPORTES | 26 |
| 1.6.9 SISTEMA GESTOR DE BASES DE DATOS (SGBD) | 26 |
| 1.6.10 MAPEO OBJETO-RELACIONAL (ORM) | 27 |
| 1.7 PATRONES PARA EL DESARROLLO DE SOFTWARE | 27 |
| 1.8 ESTRATEGIA DE PRUEBAS | 29 |
| 1.9 CONCLUSIONES PARCIALES | 30 |
| CAPÍTULO 2: PROPUESTA DE SOLUCIÓN | 32 |
| 2.1 MODELO CONCEPTUAL | 32 |
| 2.2 INGENIERÍA DE REQUISITOS | 33 |
| 2.2.1 OBTENCIÓN DE REQUISITOS | 33 |
| 2.2.2 REQUISITOS FUNCIONALES | 35 |
| 2.2.3 REQUISITOS NO FUNCIONALES | 36 |
| 2.2.4 ESPECIFICACIÓN DE REQUISITOS FUNCIONALES | 38 |
| 2.2.5 VALIDACIÓN DE REQUISITOS FUNCIONALES | 39 |
| 2.3 PLAN DE ITERACIONES | 41 |

TABLA DE CONTENIDOS

«SISTEMA INFORMÁTICO DE REGISTRO Y CONTROL EN ANATOMÍA PATOLÓGICA PARA LA RED HOSPITALARIA DE CUBA»

| | | |
|---|---|----|
| 2.4 | ARQUITECTURA DE LA SOLUCIÓN..... | 43 |
| 2.5 | MODELO DE DISEÑO | 45 |
| 2.6 | PATRONES DE DISEÑO | 46 |
| 2.6.1 | PATRÓN DAO | 46 |
| 2.6.2 | PATRONES GOF | 46 |
| 2.6.3 | PATRONES GRASP | 47 |
| 2.7 | MODELO DE DATOS | 48 |
| 2.8 | ESTÁNDARES DE CODIFICACIÓN | 50 |
| 2.9 | CONCLUSIONES PARCIALES | 52 |
| CAPÍTULO 3: VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA..... | | 53 |
| 3.1 | PRUEBAS DE UNIDAD | 53 |
| 3.2 | PRUEBAS DE ACEPTACIÓN..... | 54 |
| 3.3 | POTENCIALIDADES PARA EL ANÁLISIS DE MORBIMORTALIDAD | 60 |
| 3.4 | CONCLUSIONES PARCIALES | 62 |
| CONCLUSIONES..... | | 63 |
| RECOMENDACIONES..... | | 64 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | | 65 |

INTRODUCCIÓN

El objetivo final de un sistema de salud es prolongar y mejorar en calidad la vida del hombre. La muerte es, por tanto, su mayor fracaso. Analizarla y aprender de ella debe ser una actividad obligada y sistemática (Hurtado de Mendoza Amat, 2009).

La autopsia es el estudio más completo del enfermo y la enfermedad, permite conocer con seguridad las verdaderas causas de la muerte y aprender lo necesario para evitar la repetición de hechos similares. Sus beneficios son múltiples y aparecen ampliamente documentados en la literatura médica, por ejemplo en su libro “Autopsia. Garantía de calidad en la medicina” el Dr. Cs. José Hurtado de Mendoza Amat ofrece una síntesis de ellos agrupados según sus contribuciones a la sociedad, la familia y el paciente en particular, así como a la medicina en general, a los estudiantes y patólogos (Hurtado de Mendoza Amat, 2009).

La autopsia provee seguridad a la población y los profesionales de la salud. Brinda información y asistencia legal al sistema judicial, asegurando que la medicina se beneficie de sus experiencias. Descubre y explica nuevas enfermedades, manifestaciones inusuales de enfermedades conocidas y complicaciones terapéuticas. Provee una fuente de órganos y tejidos para trasplantes, facilita materiales e hipótesis para investigaciones. Permite identificar discrepancias diagnósticas y promueve la elevada calidad de los diagnósticos médicos y los cuidados hospitalarios.

El principal objetivo de la autopsia es precisar las causas de muerte del fallecido, así como el diagnóstico de otros trastornos presentes en el cadáver y el estudio de las enfermedades que pudo haber padecido. El análisis de sus resultados permite evaluar y mejorar la calidad del trabajo médico premortem (en vida), a la vez que la aplicación de las experiencias obtenidas posibilita la disminución de los indicadores de morbilidad y mortalidad en la población.

El Diccionario de la Real Academia Española define **morbilidad** como la proporción de personas que enferman en un lugar y momento determinados (RAE, 2014a), del mismo modo explica **mortalidad** como la tasa de muertes ocurridas en una población en un período dado, en general o por una causa determinada (RAE, 2014b). Así, el término **morbimortalidad** incluye ambos conceptos y se refiere a la incidencia de ciertas enfermedades sobre la muerte en poblaciones determinadas durante un tiempo dado (Cruz, 2012). El análisis de este indicador y la búsqueda de caminos para su disminución constituyen prioridad esencial en todo sistema de salud.

Pero tantas oportunidades y beneficios se sustentan en un eficiente aprovechamiento de la información generada por la autopsia, muchas veces afectado por la insuficiente estructuración de

los datos acopiados, incluso su olvido en archivos físicos no siempre bien conservados. En este sentido, la utilización ordenada y masiva de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) juega un papel esencial en la búsqueda del máximo aprovechamiento de la autopsia.

Las últimas décadas se han visto marcadas por una tendencia creciente al desarrollo de soluciones informáticas para la gestión cada vez más eficiente de la información, en respuesta a la necesidad de conocimiento útil como soporte a la toma de decisiones. Hoy, la informática está presente en casi todos los sectores de la sociedad y la medicina no es la excepción. En este contexto, es posible hablar de Registros Informatizados de Salud, Sistemas de Información Hospitalarios e incluso soluciones departamentales específicas.

La gestión de la información generada en los departamentos de Anatomía Patológica ha motivado la aparición de diferentes sistemas de información en todo el mundo, resaltando países como España y Estados Unidos por el nivel de especialización alcanzada. Sin embargo, dada la naturaleza del entorno en que han sido creados, estos sistemas en su mayoría poseen características que los hacen inapropiados en las condiciones cubanas, evidenciando la necesidad de una alternativa de origen nacional.

El Sistema Automatizado de Registro y Control en Anatomía Patológica (SARCAP), desarrollado y empleado en Cuba desde el año 1985 almacena información de más de 130 000 autopsias realizadas en todo el país desde 1962 (Hurtado de Mendoza Amat y otros, 2013).

Aunque desatendido desde el año 2002 en que recibió su último mantenimiento, el sistema se ha mantenido en uso hasta la actualidad permitiendo la introducción y el procesamiento de autopsias de más del 90 % de las instituciones hospitalarias del país, incluidas 998 autopsias realizadas en el Hospital Universitario de Valencia, España (Hurtado de Mendoza Amat, 2009).

Sin embargo, dadas sus características, el SARCAP no ha podido ser actualizado con la última revisión de la Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE-10) de la Organización Mundial de la Salud (OMS), sobre la cual se dan las estadísticas nacionales de mortalidad.

La codificación actual de los diagnósticos resulta redundante en algunos casos e insuficiente en otros para lograr una especificación detallada de la enfermedad, especialmente cuando resulta conveniente complementarla con los ejes morfológico y topográfico, así como el uso de comodines. Además, no posibilita la codificación de procedimientos médicos por sí mismos.

INTRODUCCIÓN

«SISTEMA INFORMÁTICO DE REGISTRO Y CONTROL EN ANATOMÍA PATOLÓGICA PARA LA RED HOSPITALARIA DE CUBA»

El sistema restringe la cantidad de causas indirectas y contribuyentes a la muerte, pasando por alto la posibilidad de recoger el resumen de historia clínica del fallecido, la descripción de los hábitos externos e internos (órganos por aparato o sistema), el peso y medida de los órganos.

Carece de un subsistema adecuado para el procesamiento de la información de autopsias perinatales (incluidas las neonatales) que por sus características reciben un tratamiento diferenciado de las autopsias de adultos y pediatría (Hurtado de Mendoza Amat, 2009).

Está desarrollado sobre un ambiente MS-DOS, que muchas veces causa predisposición en las personas y ha llegado a ser un obstáculo para la colaboración internacional. No obstante, presenta un conjunto de limitaciones reales asociadas a la plataforma que se considera necesario resolver:

- Dependiente de la plataforma.
- Interfaz poco amigable.
- Insuficiente validación de la entrada de datos.
- Necesidad de memorizar los códigos de los diagnósticos.
- Incapacidad para transmitir los datos de las autopsias realizadas en cada uno de los hospitales a la base de datos nacional.
- Limitados recursos de visualización de la información y las estadísticas generadas.

En Cuba, el índice de autopsias es uno de los más elevados del mundo, cerca del 60 % en fallecidos hospitalarios durante los últimos 20 años (Hurtado de Mendoza Amat y otros, 2013). Sin embargo, como consecuencia de lo anterior, la información recogida no siempre está disponible en un tiempo prudencial para la toma de decisiones, muchas veces ni siquiera se introduce en el sistema.

Se tiene referencia de otras dos soluciones de origen nacional. En 2004, se presentó el sistema AvanPat en el marco del VI Congreso Virtual Hispanoamericano de Anatomía Patológica, sin embargo, no se tienen noticias de su utilización en centros de salud cubanos, careciendo de la validación de los especialistas en la práctica. Por otro lado, creado en la Universidad de las Ciencias Informáticas, el sistema de gestión hospitalaria Alas HIS no se adapta a la infraestructura tecnológica de la red hospitalaria del país y no se ha podido desplegar en ninguno de sus hospitales.

En la búsqueda de una solución factible, se formula el siguiente **problema a resolver**: el sistema actual de registro y control en Anatomía Patológica afecta el análisis de morbimortalidad en la red hospitalaria de Cuba.

En concordancia con lo anterior, se toma como **objeto de estudio** la gestión de la información en los departamentos de Anatomía Patológica, centrando el **campo de acción** en el proceso de registro y control de autopsias en la red hospitalaria de Cuba.

En respuesta al problema, se define como **objetivo general** desarrollar un sistema informático para el registro y control en Anatomía Patológica que favorezca el análisis de morbimortalidad en la red hospitalaria de Cuba. Lo anterior deriva en los siguientes **objetivos específicos**:

1. Caracterizar las soluciones existentes, tendencias y tecnologías más usadas para garantizar el máximo aprovechamiento de los estudios patológicos.
2. Obtener el modelo de diseño del sistema informático de registro y control en Anatomía Patológica.
3. Implementar el sistema informático de registro y control en Anatomía Patológica a partir del modelo de diseño.
4. Obtener la validación del sistema desarrollado mediante pruebas de calidad de software y pruebas de aceptación a expertos en Anatomía Patológica.

Para dar cumplimiento al objetivo, se deberán desarrollar las siguientes **tareas de investigación**:

1. Revisión de la bibliografía para la actualización de tendencias actuales en estudios patológicos.
2. Determinación de la metodología, herramientas y tecnologías a utilizar para el desarrollo del sistema.
3. Definición de las principales funcionalidades del sistema.
4. Obtención del modelo de diseño del sistema.
5. Obtención del modelo de datos del sistema.
6. Implementación de las funcionalidades del sistema.
7. Validación de la efectividad de la solución propuesta a partir de pruebas de aceptación con expertos en Anatomía Patológica.

Además, para asegurar el correcto desarrollo de la investigación, se deberá hacer uso de **métodos científicos**. Entre ellos, de corte teórico:

- **Análisis histórico-lógico**: para el estudio de la evolución y situación actual de la práctica de la autopsia a nivel mundial, y en Cuba de forma particular; así como la creciente necesidad de una gestión cada vez más eficiente de la información generada y las soluciones encontradas a este problema.

- **Analítico-sintético:** para un estudio crítico de la mayor cantidad de trabajos relacionados con el tema en cuestión, así como soluciones informáticas existentes a nivel nacional e internacional. Con ello se pretende identificar elementos relevantes, tendencias y tecnologías más comunes en el desarrollo de sistemas informáticos para la gestión y procesamiento de la información en Anatomía Patológica, lo cual servirá como punto de partida para la solución propuesta.
- **Modelación:** para un mejor entendimiento de los procesos a informatizar. Provee una abstracción de la realidad mediante la creación de determinados artefactos que facilitan la comunicación con el cliente, la mejor visualización del sistema y su posterior implementación.

Como método empírico, la **entrevista** juega un papel esencial en el desarrollo del presente Trabajo de Diploma, específicamente la entrevista no estructurada, dada su flexibilidad y capacidad de obtener conocimiento de un tema directamente de los especialistas. El empleo de la entrevista permitirá identificar las necesidades reales de informatización en los departamentos de Anatomía Patológica en Cuba, así como el entendimiento de los procesos a informatizar.

Como **resultado esperado** se aspira a que el sistema desarrollado garantice el máximo aprovechamiento de los estudios patológicos en el orden asistencial, docente, investigativo, administrativo y sobre todo la mayor utilidad social.

Para un mejor entendimiento de este documento, a continuación se describe brevemente cada uno de los capítulos en que se encuentra estructurado.

Capítulo 1. Fundamentación teórica: describe los principales conceptos asociados al dominio del problema, así como las relaciones que se establecen entre ellos. Expone un análisis de las soluciones existentes en el mercado, resaltando las tendencias y tecnologías más comunes en su desarrollo. Finalmente, se argumentan las bases del desarrollo del sistema en cuestión.

Capítulo 2. Propuesta de solución: refleja cada uno de los pilares del desarrollo del sistema propuesto, la especificación de sus funcionalidades, la arquitectura, los modelos de diseño y de datos, así como el uso de patrones y estándares de codificación.

Capítulo 3. Validación de la propuesta: refiere la estrategia de pruebas definida a partir de la metodología de desarrollo, con el objetivo de garantizar la validación de la solución propuesta. Se analizan los niveles de pruebas ejecutados y los resultados alcanzados. Finalmente, se presentan evidencias de cómo la solución propuesta puede contribuir al análisis de morbimortalidad.

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

«SISTEMA INFORMÁTICO DE REGISTRO Y CONTROL EN ANATOMÍA PATOLÓGICA PARA LA RED HOSPITALARIA DE CUBA»

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

El presente capítulo recoge los elementos teóricos que fundamentan el desarrollo de un sistema informático para el registro y control en Anatomía Patológica. Se realiza un análisis de la situación actual y perspectivas de la autopsia en Cuba y el mundo, así como la importancia de una eficiente gestión de la información que esta genera. A continuación, se reflejan las características esenciales de las diferentes soluciones informáticas existentes en el mercado; dejando claro, de manera general, las tendencias actuales en el desarrollo de este tipo de sistemas y las tecnologías más comúnmente utilizadas. Finalmente, se exponen los elementos más relevantes de la metodología, lenguajes y herramientas definidas para el desarrollo; reflejándose el uso de patrones y pruebas para garantizar la efectividad del proceso de desarrollo y calidad del producto final.

1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL OBJETO DE ESTUDIO

La Patología es la rama de las ciencias naturales que se dedica al estudio de las enfermedades, a su vez, la Anatomía Patológica es la rama de la Patología que estudia las alteraciones morfológicas, macro y microscópicas, que producen las enfermedades en las células, tejidos u órganos (Hurtado de Mendoza Amat, 2009).

El método fundamental de la Anatomía Patológica es la autopsia, permanente enriquecedora de la calidad en la medicina, constituye el estudio más completo del enfermo y la enfermedad.

La autopsia es el estudio de un cadáver, de sus órganos o tejidos, macro y microscópicamente, con el objetivo de determinar la causa de muerte y otros posibles trastornos. Común y erróneamente, se denomina autopsia a una de sus etapas, la evisceración, que incluye el estudio del hábito externo y las cavidades, esta es seguida de la disección, que incluye la toma de fragmentos de órganos (tejidos) para el estudio microscópico, y el pesaje de las vísceras. Otros términos comúnmente utilizados para nombrarla son necropsia y estudio posmortem, siendo autopsia el más utilizado internacionalmente (Hurtado de Mendoza Amat, 2009).

Las autopsias pueden ser clínicas, cuando la muerte se produce de forma natural, o médico-legales, cuando la muerte esté relacionada con hechos violentos o se sospechen. Las primeras solo se realizan con el consentimiento expreso de los familiares, previa explicación de su importancia y beneficios; las últimas deberán realizarse en todos los casos (Hurtado de Mendoza Amat, 2009).

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

«SISTEMA INFORMÁTICO DE REGISTRO Y CONTROL EN ANATOMÍA PATOLÓGICA PARA LA RED HOSPITALARIA DE CUBA»

La autopsia genera una gran cantidad de información con un elevado valor asistencial, administrativo, docente e investigativo; su conservación y recuperación constituyen una necesidad para garantizar el máximo aprovechamiento de sus beneficios.

En los hospitales cubanos existe un sistema de reuniones que una vez concluida la autopsia, evalúan el 100 % de las historias clínicas de los fallecidos, analizando los procedimientos y conductas seguidas en el tratamiento del paciente, con el objetivo de detectar posibles errores y acumular experiencias que garanticen una mejor calidad del proceso asistencial. El intercambio interdisciplinario que generan estas reuniones, potencia el talento individual y crea una especie de inteligencia colectiva encaminada a mejorar la calidad de la atención médica y la toma de decisiones (Ygualada Correa y otros, 2013).

La evaluación de la calidad de la atención médica a través de la relación clínico-patológica resultado de la autopsia, concluye con la preparación de un plan de acción encaminado a actuar sobre las causas de las discrepancias diagnósticas (Ygualada Correa y otros, 2013).

1.2 SITUACIÓN ACTUAL Y PERSPECTIVAS DE LA AUTOPSIA EN CUBA Y EL MUNDO

En la actualidad, resulta difícil realizar un análisis preciso de la situación de la autopsia a nivel mundial, las publicaciones son escasas y ningún país aporta cifras exactas con sistematicidad (Hurtado de Mendoza Amat y otros, 2013).

Sin embargo, diferentes publicaciones entre los años 1991 y 2012 seguidas de cerca por el asesor de esta investigación (Hurtado de Mendoza Amat y Álvarez Santana, 2008; Hurtado de Mendoza Amat, 2009; Hurtado de Mendoza Amat y otros, 2013), refieren un alarmante descenso del Índice de Autopsias (IA) durante las últimas décadas en países escandinavos, de Europa del Este, España, Reino Unido, Francia, India, China, Japón, Australia, Canadá y el propio EE.UU., referente mundial de la medicina; todos por debajo del 15 %. En la mayoría de los países subdesarrollados las propias limitaciones de su sistema de salud pública los coloca en una posición casi excluyente.

En 2008 se publicó el resultado de una encuesta realizada a 59 patólogos de 21 países (*Argentina, Austria, Brasil, Canadá, Colombia, Costa Rica, Chile, Ecuador, España, Guatemala, Honduras, Italia, México, Nicaragua, Países Bajos, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana, Suiza y Venezuela*) asistentes al XXV Congreso Latinoamericano de Anatomía Patológica celebrado en La Habana, en octubre de 2005 (Hurtado de Mendoza Amat y Álvarez Santana, 2008). En concordancia

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

«SISTEMA INFORMÁTICO DE REGISTRO Y CONTROL EN ANATOMÍA PATOLÓGICA PARA LA RED HOSPITALARIA DE CUBA»

con lo anterior, más de la mitad de los índices de autopsias declarados fueron del 5 % o menos y solo 2 patólogos costarricenses refirieron 20 % o más.

En los últimos años existe una tendencia a las llamadas “autopsias alternativas”, la autopsia verbal, de gran uso en países del tercer mundo; y las autopsias virtuales, propias de los países desarrollados. Estas, son útiles como métodos complementarios para lograr una mayor calidad en la autopsia, pero nunca podrán sustituirla (Hurtado de Mendoza Amat y otros, 2013). Su práctica solo conduciría a desvirtuar el verdadero camino a seguir, la lucha por revitalizar la autopsia y los beneficios que esta brinda (Hurtado de Mendoza Amat, 2009).

Es posible concluir entonces que la autopsia se encuentra en declive en el mundo actual. Su capacidad para identificar discrepancias diagnósticas, que debería ser una fortaleza, se ha convertido en uno de sus principales enemigos debido a las consecuencias de las demandas realizadas por familiares ante procedimientos médicos inadecuados, a lo cual se suman los costos de los procedimientos asociados, las creencias religiosas y otros prejuicios de los familiares. En la actualidad, solo un sistema de salud cuyo objetivo esencial sea elevar la calidad de la atención médica por encima de cualquier interés monetario, potenciaría la práctica masiva de la autopsia.

En este contexto, Cuba triplica las cifras de los países que le siguen, con uno de los índices de autopsias más elevados del mundo. El índice de autopsias (IA) en fallecidos hospitalizados en Cuba, habitualmente publicado a nivel internacional, ha estado alrededor del 57 % en los últimos 20 años, detectándose una ligera disminución a partir de 2004, en la inmensa mayoría, debido a negativas de los familiares y el desconocimiento de los beneficios de esta práctica (Hurtado de Mendoza Amat, 2007; Hurtado de Mendoza Amat, 2009; Hurtado de Mendoza Amat y otros, 2013).

Se estima que más de un millón de autopsias han sido realizadas en Cuba desde 1960 (Hurtado de Mendoza Amat y Álvarez Santana, 2008). Hoy, el país cuenta con una estructura organizativa que permite realizar virtualmente el 100 % de los estudios posmortem (Hurtado de Mendoza Amat, 2009); pero más importante que la cantidad es su calidad y aprovechamiento. La aplicación de resultados de la investigación científica y de un Sistema Automatizado de Registro y Control en Anatomía Patológica (SARCAP) ha llevado al país a convertirse en un ejemplo ante el mundo en el aprovechamiento y mejora de la calidad de la autopsia.

El Centro Nacional del Sistema Automatizado de Registro y Control en Anatomía Patológica, radicado en el capitalino Hospital "Hermanos Ameijeiras", cuenta con una base de datos de más de 130 000 autopsias realizadas en unos 60 hospitales de todo el país, incluido el Hospital Universitario

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

«SISTEMA INFORMÁTICO DE REGISTRO Y CONTROL EN ANATOMÍA PATOLÓGICA PARA LA RED HOSPITALARIA DE CUBA»

de Valencia, España (Hurtado de Mendoza Amat y otros, 2013). Aproximadamente el 10 % de todas las autopsias realizadas en el país están registradas en la base de datos, un número importante que podría ser mayor de no ser por la ausencia anterior a 1985, de un sistema automatizado para el registro y procesamiento de la información generada en los departamentos de Anatomía Patológica; luego, no se ha logrado generalizar en todos los centros hospitalarios la adopción del sistema creado a tales efectos (Hurtado de Mendoza Amat, 2009).

En el artículo *“The history of pathology informatics: A global perspective”* (Park y otros, 2013), recientemente publicado por un numeroso colectivo internacional de autores, se reconoce el trabajo realizado por Cuba en la incorporación de la informática en la patología, resaltando particularmente el uso del SARCAP y las investigaciones que de él se han derivado.

A pesar de las dificultades, Cuba cuenta con las condiciones propicias para mantener e incrementar la posición cimera alcanzada en el mundo. Mucho puede y debe hacerse para reafirmar esta fortaleza del sistema nacional de salud. Es necesario profundizar en la situación actual y las perspectivas para elevar los IA, mejorar la calidad y lograr el mayor aprovechamiento de la autopsia.

En este sentido, el Dr. Cs. José Hurtado de Mendoza Amat concede un importante papel a la necesidad de ampliar y consolidar el Registro Nacional de Autopsias a partir de la explotación eficiente de un Sistema Automatizado de Registro y Control en Anatomía Patológica (Hurtado de Mendoza Amat, 2009; Hurtado de Mendoza Amat y otros, 2013), una vez que la información de muchas de las autopsias que se realizan hoy, no puede ser procesada porque no es introducida en el sistema, y en consecuencia, se desaprovecha.

1.3 LA GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN EN AUTOPSIAS

Los datos recogidos durante la autopsia quedan plasmados en un documento conocido como **Protocolo de autopsia**, el cual incluye datos demográficos y hospitalarios, diagnósticos clínicos y resumen de la historia clínica, descripciones macroscópicas externas, de las cavidades y órganos agrupados según aparatos o sistemas, así como los diagnósticos anatomopatológicos (finales) y un juicio científico sobre la muerte (epicrisis), haciendo un análisis de la correlación clinicopatológica (entre los diagnósticos premortem y los resultados finales de la autopsia).

El patólogo responsable de la autopsia debe velar que se diagnostiquen correctamente todos los trastornos presentes en el fallecido, se recojan en el protocolo y se conserven junto a la información

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

«SISTEMA INFORMÁTICO DE REGISTRO Y CONTROL EN ANATOMÍA PATOLÓGICA PARA LA RED HOSPITALARIA DE CUBA»

premortem para futuras evaluaciones. Adicionalmente, realizará un control de calidad a los datos antes de firmar el informe anatomopatológico correspondiente.

El **informe anatomopatológico** es el producto final generado en los servicios de Anatomía Patológica. Constituye una auténtica opinión médica experta, basada en el estudio interpretativo de las muestras del paciente integrado con los datos procedentes de la historia clínica, y en la que el peso principal descansa en un conocimiento científico actualizado y en la experiencia del patólogo (Castaño Pascual, 2013). Será la principal herramienta para profundizar en la correlación clínico-patológica y obtener conocimiento que permita mejorar la calidad del quehacer médico y el tratamiento de las enfermedades (Hurtado de Mendoza Amat, 2007).

Los informes deben ser portadores de información consistente, elaborados con claridad y en un formato que permita fácilmente la recuperación de la información. El informe anatomopatológico ideal mezcla elementos sinópticos con descripciones narrativas que permiten encontrar rápidamente los elementos más importantes y aún se puede leer la opinión del patólogo. Cualquier forma de estandarización del informe debe ser flexible a incorporar las notas que el patólogo estime convenientes (Castaño Pascual, 2013).

La estructuración de la información es el mejor modo de asegurar su disponibilidad y explotación, sea con fines docentes o investigativos; pero no es lo único importante, el uso de estándares de terminología para la codificación de los diagnósticos juega un papel esencial. Una terminología clínica estándar hace una contribución significativa a la mejora de la calidad y seguridad de la asistencia sanitaria, permitiendo la representación coherente de la información y su posterior recuperación.

Los dos sistemas más utilizados internacionalmente para la codificación de los diagnósticos individuales son la Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE) de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Nomenclatura Sistematizada de Medicina “*Systematized Nomenclature of Medicine*” (SNOMED) del Colegio de Patólogos Norteamericanos “*College of American Pathologists*” (CAP) (Hurtado de Mendoza Amat, 2009).

El estándar de terminología clínica “*SNOMED Clinical Terms*” (SNOMED CT) pertenece, es mantenido y distribuido por una organización internacional encargada del desarrollo de estándares de terminología médica, la “*International Health Terminology Standards Development Organisation*” (IHTSDO). Es una terminología de referencia que permite a los profesionales de la salud de todo el

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

«SISTEMA INFORMÁTICO DE REGISTRO Y CONTROL EN ANATOMÍA PATOLÓGICA PARA LA RED HOSPITALARIA DE CUBA»

mundo representar la información clínica de forma precisa e inequívoca, el sitio oficial de la IHTSDO la reconoce como la terminología clínica multilingüe más completa en el mundo (IHTSDO, 2013b).

Según el sitio oficial del Colegio de Patólogos Norteamericanos (CAP, 2013b), SNOMED CT proporciona una forma coherente de capturar, compartir y recuperar los datos médicos de diferentes especialidades y centros de atención. Aunque completa por sí misma, brinda la posibilidad de representar otras terminologías médicas o sistemas de clasificación ya en uso. Proporciona un marco para la gestión de dialectos, subgrupos clínicamente relevantes, calificadores y extensiones; así como los conceptos y términos únicos para organizaciones o localidades específicas. Entre sus aplicaciones resaltan las historias clínicas electrónicas, apoyo a las decisiones clínicas, investigaciones médicas, ensayos clínicos, vigilancia de enfermedades, indexación de imágenes y servicios de información de la salud.

SNOMED CT es apoyado por los países miembros de la IHTSDO, entre ellos: Australia, Bélgica, Canadá, Chile, Dinamarca, España, Estados Unidos, Islandia, Israel, Malasia, Nueva Zelanda, Países Bajos, Polonia, Singapur, Suecia, República Checa y Reino Unido. Su utilización requiere la compra de una Licencia de Afiliados para los no miembros de la IHTSDO (IHTSDO, 2013a).

Por otro lado, según el sitio oficial de la Oficina Regional para las Américas de la Organización Mundial de la Salud (OPS/OMS) (OPS/OMS, 2013), la Clasificación Estadística Internacional de Enfermedades y Problemas Relacionados con la Salud, Décima Revisión (CIE-10) es la última en una serie que tiene sus orígenes en el año 1850. La OMS asumió la responsabilidad de la Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE) a su creación en 1948 cuando se publicó la Sexta Revisión, desde entonces su propósito ha sido permitir el registro sistemático, el análisis, la interpretación y la comparación de los datos de mortalidad y morbilidad recolectados en diferentes países o áreas, en diferentes momentos.

La CIE permite la conversión de los términos diagnósticos y de otros problemas de salud, del lenguaje común a códigos alfanuméricos que facilitan su almacenamiento y posterior recuperación para el análisis de la información. Su más reciente revisión (CIE-10) constituye uno de los estándares internacionales más usados para la elaboración de las estadísticas de morbilidad y mortalidad en el mundo (OPS/OMS, 2013; CIE10, 2014).

En Cuba la elección de la CIE es casi obligada al estar imposibilitados de obtener el SNOMED completo y actualizado (Hurtado de Mendoza Amat, 2009). Además, este último puede resultar poco práctico como resultado de su excesivo nivel de detalles; en tanto la CIE, de ser conveniente una

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

«SISTEMA INFORMÁTICO DE REGISTRO Y CONTROL EN ANATOMÍA PATOLÓGICA PARA LA RED HOSPITALARIA DE CUBA»

especificación más detallada de la enfermedad, puede ser complementada con los ejes morfológico y topográfico. Siendo el eje morfológico un complemento para la codificación de los tumores y el eje topográfico una ampliación para una mejor localización del sitio de las enfermedades.

El sistema de codificación es la base de un sistema de información eficiente para los servicios de Anatomía Patológica, el cual sirve de apoyo para las funciones docentes, investigativas y de aseguramiento de la calidad de los servicios. Posibilita la recuperación y procesamiento rápido y eficiente de los resultados de la autopsia, que analizados y empleados adecuadamente, contribuyen a la disminución de los indicadores de morbilidad y mortalidad.

Aparejado al sistema de codificación, existe un conjunto de reglas que aseguran una mayor calidad en la información codificada. Existe un gran número de enfermedades que por lo general deben aparecer como Causa Directa de Muerte (CDM) o Causa Intermedia de Muerte (CIM), otras como Causa Básica de Muerte (CBM), según los criterios del Certificado de Defunción utilizado en Cuba y recomendado por la Organización Mundial de la Salud. Otros trastornos no tienen que ser necesariamente causas de muerte y pueden (en algunos casos deben) catalogarse como Causa Contribuyente (CC) u Otros Diagnósticos (OD) (Hurtado de Mendoza Amat, 2009).

Dado el caso, además del desglose de los diagnósticos, deben realizarse diagnósticos múltiples como: daño múltiple de órganos, tumores malignos múltiples, metástasis múltiples, sepsis generalizada, entre otros (Hurtado de Mendoza Amat, 2009). Existe también un conjunto de diagnósticos limitados a uno u otro sexo, incluso limitados a ciertos rangos de edad.

Aunque no se puede ser absoluto en el cumplimiento de todas las reglas, representan la generalidad de los casos y por tanto, sería de gran utilidad contar con un mecanismo para detectar su infracción, notificando a los expertos en la información para su revisión y posible corrección o aprobación, excepcionalmente se podrán realizar correcciones automáticas sobre los datos.

1.4 ANÁLISIS DE LAS SOLUCIONES EXISTENTES

En la actualidad, existen en el mundo un gran número de empresas dedicadas al desarrollo de sistemas informáticos para la gestión de la información hospitalaria (HIS, por sus siglas en inglés), variadas soluciones están disponibles en el mercado, unas más generales y otras para departamentos específicos.

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

«SISTEMA INFORMÁTICO DE REGISTRO Y CONTROL EN ANATOMÍA PATOLÓGICA PARA LA RED HOSPITALARIA DE CUBA»

Dos países resaltan en el desarrollo y comercialización de sistemas de información para Anatomía Patológica: España y Estados Unidos. Una encuesta referida en el “Libro Blanco de Anatomía Patológica en España 2013” revela que en este país solo dos empresas, CSC (Patwin) y Vitro (NovoPath, VitroPath), dominan casi el 80% del mercado español (García Rojo, 2013). Por otro lado, indica “CAP Today” que en Estados Unidos las empresas que más licencias han distribuido son Meditech, Sunquest y Cerner, las cuales en conjunto, suponen un 56% de las instalaciones en ese país (CAP, 2013a).

La siguiente tabla (Tabla 1.1) resume algunas características de los sistemas más conocidos con soporte para la gestión de la información en Anatomía Patológica.

| Nombre: | País: | Plataforma: | Tipo de aplicación: | Sistema de codificación: | Software propietario: |
|--------------------------------------|--------------|--------------------|----------------------------|---------------------------------|------------------------------|
| PAT-Win | España | Windows | Cliente-Servidor | SNOMED | Propietario |
| Vitro NovoPath | España | Windows | Cliente-Servidor | Configurable | Propietario |
| Vitropath | España | Multiplataforma | Web | Configurable | Propietario |
| GestPath | España | Windows | Cliente-Servidor | SNOMED | Propietario |
| InfoPAT | España | Windows | Cliente-Servidor | SNOMED | Propietario |
| Meditech Anatomical Pathology | EE.UU. | Windows | Cliente-Servidor | SNOMED | Propietario |
| Sunquest CoPathPlus | EE.UU. | Windows | Cliente-Servidor | SNOMED | Propietario |
| Cerner CoPathPlus | EE.UU. | Windows | Escritorio | SNOMED | Propietario |
| SARCAP | Cuba | Windows | Escritorio | CIE | Propietario |
| AvanPat | Cuba | Windows | Cliente-Servidor | Configurable | Propietario |
| Alas HIS (Módulo AP) | Cuba | Multiplataforma | Web | CIE | Propietario |

Tabla 1.1 Características de los sistemas de información en Anatomía Patológica más conocidos.

De manera general, los datos evidencian un predominio de software privativo en el mercado internacional, el uso de SNOMED CT como sistema de codificación, arquitectura cliente servidor y dependencia de la plataforma Windows. Todo lo cual supone el pago de costosas licencias para su adquisición y actualización, sin contar las limitaciones de Cuba para el uso de SNOMED y la contrariedad con las políticas cubanas de migración a software libre que representa el propio sistema y su dependencia del sistema operativo Windows.

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

«SISTEMA INFORMÁTICO DE REGISTRO Y CONTROL EN ANATOMÍA PATOLÓGICA PARA LA RED HOSPITALARIA DE CUBA»

Por lo regular, las empresas no venden programas informáticos, los “licencian”. El comprador de un producto adquiere el derecho de utilizarlo como guste, al adquirir una licencia, por el contrario, solo se pagó por utilizarlo según las condiciones fijadas por el productor. Es común entonces que la solución a los problemas sea actualizar el software a una nueva versión, teniendo que pagar por ello; e incluso, la interrupción en la asistencia técnica a productos “antiguos” según su proveedor.

Por otro lado, para garantizar el acceso y la adecuada utilización de los datos, es necesario que su codificación no esté ligada bajo licencia propietaria a un proveedor en exclusiva. No es cuestión de la titularidad de un estándar, sino de su disponibilidad para terceros, como en el caso de SNOMED CT (Coma del Corral y otros, 2003).

En las condiciones actuales, la soberanía tecnológica constituye un elemento de seguridad nacional para cualquier país, y especialmente para Cuba, víctima por más de 50 años de un férreo bloqueo económico, comercial y financiero impuesto por el gobierno de los Estados Unidos sobre la isla. Los departamentos de Anatomía Patológica almacenan información extremadamente sensible para un país, la vida privada, la salud y las libertades individuales; por tanto, se debe garantizar la seguridad y confidencialidad de su gestión, de lo cual nunca se podrá estar absolutamente seguro con el empleo de software propietario, por no conocer el funcionamiento interno del producto.

Es posible establecer entonces que la alternativa foránea resulta inapropiada en las condiciones cubanas, corroborando que la solución debe provenir de la creatividad nacional. Especial atención merecen entonces los desarrollos de origen cubano.

En el siguiente epígrafe se realiza un análisis general de las tendencias actuales y tecnologías utilizadas en el desarrollo de estos sistemas de información en Anatomía Patológica.

1.4.1 SARCAP

El Sistema Automatizado de Registro y Control en Anatomía Patológica (**SARCAP**) fue desarrollado en Cuba, en el hospital "Dr. Luis Díaz Soto" en el año 1985; posteriormente aplicado en otros departamentos de Anatomía Patológica del país, con el objetivo de registrar y controlar de forma automatizada la información obtenida de las biopsias y autopsias, para facilitar su procesamiento y recuperación con fines docentes, científicos, asistenciales y administrativos (Hurtado de Mendoza Amat y otros, 1995).

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

«SISTEMA INFORMÁTICO DE REGISTRO Y CONTROL EN ANATOMÍA PATOLÓGICA PARA LA RED HOSPITALARIA DE CUBA»

Su utilización, ha permitido la creación de una base de datos de más de 130 000 autopsias realizadas en 60 hospitales de todo el país (Hurtado de Mendoza Amat y otros, 2013); así como la presentación y publicación de una gran cantidad de trabajos científicos con sólida argumentación a diversas líneas de investigación (infecciones, daño múltiple de órganos, edema pulmonar de permeabilidad, muerte por hechos violentos, cáncer), incluidas dos tesis de doctorado y más de una docena de trabajos de culminación de la especialidad (Hurtado de Mendoza Amat, 2009).

El SARCAP está compuesto por 2 subsistemas (autopsias y biopsias), los cuales presentan una estructura modular y utilizan un diccionario común con los códigos de las enfermedades y sus correspondientes descriptores. Posee funcionalidades para la introducción y modificación de los datos de los estudios realizados, así como su recuperación a partir de diferentes criterios en dependencia de las variables objeto de estudio. Permite realizar diferentes controles de calidad a los datos, imprimir informes y obtener una buena cantidad de reportes estadísticos.

Facilita el conocimiento de los diagnósticos clínicos y anatomopatológicos, en especial las causas de muerte (directas, intermedias, básicas y contribuyentes); así como las coincidencias o discrepancias diagnósticas, permitiendo la evaluación de la calidad de la labor médica realizada (Hurtado de Mendoza Amat y otros, 1995).

Desarrollado sobre un ambiente MS-DOS y desatendido desde el año 2002, el sistema posee un conjunto de limitaciones que se considera necesario resolver, para lo cual es preciso rehacerlo completamente.

Dadas sus características, el SARCAP no ha podido ser actualizado a la última revisión de la Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE-10) de la Organización Mundial de la Salud. La codificación actual de los diagnósticos resulta redundante en algunos casos e insuficiente en otros para lograr una especificación detallada de la enfermedad, especialmente cuando resulta conveniente complementarla con los ejes morfológico y topográfico, así como el uso de comodines.

El mismo, restringe la cantidad de causas indirectas y contribuyentes a la muerte, pasando por alto la posibilidad de recoger el resumen de historia clínica del fallecido, la descripción de los hábitos externos e internos (órganos por aparato o sistema), el peso y medida de los órganos.

El SARCAP carece de un subsistema adecuado para el procesamiento de la información de autopsias perinatales (incluidas las neonatales) que por sus características reciben un tratamiento diferenciado de las autopsias de adultos y pediatría (Hurtado de Mendoza Amat, 2009).

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

«SISTEMA INFORMÁTICO DE REGISTRO Y CONTROL EN ANATOMÍA PATOLÓGICA PARA LA RED HOSPITALARIA DE CUBA»

Es dependiente del sistema operativo Windows. Posee una interfaz poco amigable y limitados recursos de visualización de la información recuperada y las estadísticas generadas. La validación de la entrada de los datos es insuficiente y precisa la memorización de los códigos de los diagnósticos. Finalmente, funciona de manera aislada en cada uno de los hospitales y no posibilita la transmisión de los datos de las autopsias a la base de datos nacional.

1.4.2 AVANPAT

En 2004 se dio a conocer AvanPat 1.1 en el VI Congreso Virtual Hispanoamericano de Anatomía Patológica, desarrollado en el Hospital “Joaquín Albarrán” de La Habana.

AvanPat es un sistema que almacena, organiza y gestiona la información relacionada con los estudios que se realizan en los departamentos de Anatomía Patológica. Engloba cinco estudios básicos prediseñados (Citología vaginal, Citología de líquidos, Punción aspirativa con aguja fina, Biopsia y Necropsia), con la posibilidad de incluir imágenes y adicionar nuevos campos. Genera informes administrativos y posee un módulo de estadísticas con fines investigativos. Incorpora un registro de pacientes que permite el análisis evolutivo de la información. Posibilita la búsqueda de información y la realización de consultas de varias variables, así como la exportación de la información en diferentes formatos (Medell Gago, 2004).

El sistema, posee un módulo de configuración que permite definir los datos del centro asistencial, personal del departamento, usuarios y roles; además brinda la posibilidad de instalar diferentes diccionarios de enfermedades. Posee una arquitectura cliente-servidor con la posibilidad de compartir la configuración del sistema y la base de datos en una red de área local. Garantiza la seguridad basada en roles e implementa un sistema de copias de seguridad de los datos. No requiere grandes prestaciones, pero depende de la plataforma Windows (Medell Gago, 2004).

Posterior a su publicación, no existen referencias de la utilización del sistema. No se le dio seguimiento y no se tienen noticias de su empleo en centros de salud cubanos para la introducción de los datos de estudios anatomopatológicos realizados. En consecuencia, no ha recibido la validación de los especialistas en la práctica; lo cual se pudo corroborar en entrevista realizada al Dr. Cs. José Hurtado de Mendoza Amat, responsable del tema en el Grupo Nacional de Anatomía Patológica, asesor de la presente investigación.

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

«SISTEMA INFORMÁTICO DE REGISTRO Y CONTROL EN ANATOMÍA PATOLÓGICA PARA LA RED HOSPITALARIA DE CUBA»

1.4.3 ALAS HIS

Finalmente y de muy reciente creación, el Sistema de Información Hospitalaria **Alas HIS**, desarrollado en la Universidad de las Ciencias Informáticas, está concebido como una aplicación web a ser desplegada en cada centro de salud, con una base de datos local encargada del almacenamiento y reporte de los datos generados por los distintos módulos instalados. A su vez, todos los sistemas realizarán réplica de la información de la Historia Clínica Electrónica Única hacia un Centro de Datos Central, garantizando la seguridad mediante la implementación de control de accesos basado en roles. Codificado en Java, por tanto multiplataforma, utiliza PostgreSQL como gestor de bases de datos y JBoss Application Server como servidor de aplicaciones (SCM, 2011).

Alas HIS es un sistema de gestión que permite la recolección, almacenamiento, procesamiento, recuperación y comunicación de la información de atención al paciente en las instituciones de salud, permitiendo gestionar los recursos de cada una de las áreas en las instituciones.

El módulo de Anatomía Patológica permite registrar el flujo de información desde que la solicitud de biopsia, citología u autopsia ingresa al área hasta que se obtiene el diagnóstico final a través de los diferentes estudios que se realizan sobre las muestras. Refieren Fonseca Cantillo y Cudeiro Romero (2009); SCM (2011) entre sus principales funcionalidades:

- Gestión de protocolos de autopsias (descripción macroscópica y microscópica).
- Gestión de biopsias y citologías (descripción macroscópica y microscópica).
- Gestión de solicitudes de análisis.
- Gestión de muestras para análisis de biopsias y citologías.
- Seguimiento de las muestras durante todo su procesamiento.
- Registro de datos de entrada y salida del cadáver a la morgue.
- Visualización de la cantidad de análisis indicados por servicio o la cantidad de pacientes atendidos de un servicio dado, en un rango de fecha seleccionado.

El sistema Alas HIS ha venido ganando un prestigio internacional en los últimos tiempos, logrando ser desplegado en diferentes centros hospitalarios venezolanos. Sin embargo, la concepción integral del sistema y sus características particulares, hacen pensar que el mismo fue concebido para su exportación y no para ser desplegado en Cuba, cuyas deficiencias en la conectividad interdepartamental de los centros de salud y el alto grado de obsolescencia tecnológica hacen la solución inviable en la mayoría de las instituciones hospitalarias de la Isla. Hasta el momento, el sistema no ha podido ser desplegado en ningún centro de salud cubano.

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

«SISTEMA INFORMÁTICO DE REGISTRO Y CONTROL EN ANATOMÍA PATOLÓGICA PARA LA RED HOSPITALARIA DE CUBA»

Por otro lado, el módulo de Anatomía Patológica se queda en la gestión de solicitudes, muestras e información macro y microscópica de autopsias, biopsias y citologías, así como la generación de reportes e informes. No se realiza un apropiado control de calidad sobre los datos ni se facilita la identificación y clasificación de discrepancias diagnósticas, aspectos de suma importancia para la evaluación de la calidad asistencial.

1.5 TENDENCIAS Y TECNOLOGÍAS ACTUALES

Ninguna de las soluciones existentes en el ámbito de los Sistemas de Información para Anatomía Patológica se adecua a la red hospitalaria cubana, sin embargo cada una tiene algo que aportar a la confección de una nueva propuesta que se adapte a las condiciones y necesidades de los departamentos de Anatomía Patológica en el país, de ahí la importancia de su análisis.

Aunque existen algunos sistemas de información institucionales u hospitalarios (HIS) que incluyen una sección de Anatomía Patológica, como el cubano Alas HIS, la complejidad de los procesos asociados a este servicio médico ha fomentado la aparición de diversas soluciones departamentales específicas (PAT-Win, NovoPath, Meditech Anatomical Pathology, SARCAP, entre otras).

Los Sistemas de Información en Anatomía Patológica (SIAP) comenzaron siendo centralizados (mainframes), posteriormente cliente-servidor y los más recientes están basados o incorporan en algún modo la tecnología web. La necesidad de compartir información en los entornos de intranets o distribuidos, conlleva, a menudo, un acceso dual a la información, a través de clientes específicos del SIAP y de interfaces con las bases de datos que utiliza. La tecnología web es utilizada más frecuentemente para dar acceso a las bases de datos de Anatomía Patológica al resto de los sistemas de información del hospital (García Rojo y Pardo Mindán, 2004).

El análisis de los principales sistemas existentes arroja un predominio de la arquitectura cliente-servidor. Aunque no se basan en grandes servidores centrales que controlen toda la lógica del programa y los datos, estos últimos si suelen estar separados de las estaciones de trabajo; con lo cual surge la posibilidad de acceder directamente a los datos desde otros sistemas informáticos, con el objetivo de realizar exploraciones estadísticas, minería de datos o la simple consulta de los mismos. Sin embargo, se debe sopesar las ventajas de disponer de los datos centralizados y el retraso que con frecuencia supone la utilización de la red del hospital, por la cual circula todo tipo de información y no siempre posee la capacidad deseable.

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

«SISTEMA INFORMÁTICO DE REGISTRO Y CONTROL EN ANATOMÍA PATOLÓGICA PARA LA RED HOSPITALARIA DE CUBA»

Actualmente, las versátiles bases de datos disponibles permiten optimizar los recursos de forma insospechada. Si a esto se suma que la relativamente estática organización de los servicios de Patología ha ido cambiando conforme se ha incrementado el volumen y la complejidad de los casos objeto de estudio, puede entenderse que las estructuras diseñadas para procesar un relativamente bajo número de casos, donde la capacidad del personal, la seguridad y el control de errores eran objetivos secundarios, ahora deba ser sustituida por sistemas donde prime la seguridad, la eficiencia en el trabajo y su calidad objetivamente acreditable (Grimm y Schmidt, 2009).

Las bases de datos deben residir en un lugar seguro, con acceso físico limitado y procedimientos de copia de seguridad estandarizados, de ser posible situadas en el centro de datos del hospital y gestionadas por el Servicio de Informática. No obstante, debe existir la posibilidad de trabajar con bases de datos locales sin necesidad de estar conectado a ningún servidor, la conexión podría no estar siempre disponible e incluso no existir.

Los datos de Anatomía Patológica son una enorme fuente de riquezas para la investigación. Por una cuestión ética, en los estudios multicentros, es preciso garantizar el anonimato a la vez que se confirma que no se repite ningún caso, para lo cual se han diseñado algoritmos que ocultan la información identificativa de los pacientes a la vez que garantizan la identidad del caso (Moore y otros, 2005). De igual forma, puede resultar de utilidad almacenar los criterios de las consultas realizadas, incluyendo facilidades para la exportación de los resultados.

Un elemento de suma importancia para garantizar la disponibilidad, coherencia y fiabilidad de los datos, es la capacidad de integración con otros sistemas de información. Se deberá mantener un mínimo de calidad, seguridad, flexibilidad y adaptabilidad. Las interfaces más frecuentes del SIAP con otros sistemas, son para la entrada de datos de admisión y las solicitudes de estudio anatomopatológicos, así como para la salida de informes finales, facturación y reportes estadísticos (García Rojo y otros, 2001; García Rojo y Pardo Mindán, 2004).

Comúnmente, se utiliza el estándar HL7 (**H**ealth **L**evel **7**) para definir el contenido de los mensajes en el intercambio de información clínica entre diversos sistemas, empleando XML (**eX**tensible **M**arkup **L**anguage) como formato de intercambio. Para hacer frente a los problemas de integración, algunos Servicios de Salud han optado por desarrollos basados en estándares de arquitectura abierta (SOAP, XML, Servicios web, etc.) que permiten adaptar los sistemas informáticos a las necesidades de cada institución (Coma del Corral y otros, 2003).

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

«SISTEMA INFORMÁTICO DE REGISTRO Y CONTROL EN ANATOMÍA PATOLÓGICA PARA LA RED HOSPITALARIA DE CUBA»

Otro punto clave en los sistemas de Anatomía Patológica es la identificación del paciente, a menudo los mismos no vienen debidamente identificados. Para ello, sería de gran utilidad la implementación de una función “suenan parecidos” para la búsqueda de nombres personales, teniendo en cuenta posibles errores ortográficos (cambios de b por v, s por c, omisión de h, etc.), así como la búsqueda por nombres parciales. En consecuencia, se debe considerar la posibilidad de fusionar pacientes e informes duplicados, garantizando la integridad de los datos (García Rojo y otros, 2001).

En el trabajo del servicio de Anatomía Patológica es además esencial, la gestión eficaz de diferentes tipos de imágenes que permitan documentar la apariencia real de las enfermedades, aportando objetividad al proceso descriptivo (García Rojo y Pardo Mindán, 2004).

Los sistemas informáticos han de realizar todos los pasos necesarios para la emisión del informe de Anatomía Patológica y la explotación de los datos. No se necesitará un procesador de texto aparte para escribir o modificar los informes, ni un editor de imágenes externo para señalar sectores de la misma o incorporar algún comentario.

Para la preparación de los informes, se debe contar con facilidades para la edición de textos con partes fijas y variables, garantizando de ser posible, un control ortográfico integrado. En este terreno, la eficiencia del sistema y su capacidad para evitar y advertir errores es crucial, se debe prevenir errores de transcripción y la emisión de informes incompletos, así como debe existir un procedimiento adecuado para la validación de los informes (García del Moral, 2009). Se contemplará la posibilidad de imprimir múltiples copias y diferentes modelos de informes con formatos personalizables; así como la opción de procesamiento por lotes, permitiendo aplicar determinadas funciones a un grupo de informes simultáneamente (García Rojo y otros, 2001).

Diferentes autores (Ferrer-Roca y Marcano, 2009; Badal Alter y otros, 2011) coinciden en las características deseables esenciales de los sistemas de información en Anatomía Patológica:

- Plataforma de comunicaciones con el Sistema de Información del Hospital.
- Sistema unificado de identificación personalizada de los usuarios.
- Seguridad y confidencialidad de los datos del paciente.
- Herramientas de codificación en base a estándares del sector.
- Listados de tareas pendientes y demás funcionalidades que faciliten el trabajo diario.
- Automatización de procesos rutinarios.
- Capacidad para gestionar grandes bases de datos relacionales.

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

«SISTEMA INFORMÁTICO DE REGISTRO Y CONTROL EN ANATOMÍA PATOLÓGICA PARA LA RED HOSPITALARIA DE CUBA»

1.6 METODOLOGÍA, LENGUAJES Y HERRAMIENTAS DE DESARROLLO

El análisis minucioso de los elementos abordados en cada uno de los epígrafes anteriores, arrojó los fundamentos del conjunto de decisiones relacionadas con el desarrollo del sistema en cuestión, entre ellas, la elección de la metodología, lenguajes y herramientas de desarrollo.

1.6.1 METODOLOGÍA DE DESARROLLO

El proceso de desarrollo de software, definido por Jacobson y otros (2000) como el conjunto de actividades necesarias para transformar los requisitos de un usuario en un sistema de software, tiene como finalidad la obtención de un producto que cumpla con las expectativas del cliente.

En el logro de ese objetivo, cobra vital importancia la elección de la metodología de desarrollo apropiada. La misma, guía el proceso de desarrollo para alcanzar la satisfacción del cliente y del equipo. La elección de la metodología no es un proceso trivial, en ocasiones se torna una tarea bien difícil de llevar a cabo, debe elegirse aquella que mejor se ajuste a las características del equipo de desarrollo y las exigencias de los usuarios finales.

Las metodologías de desarrollo se pueden dividir en dos grandes grupos:

- **Metodologías pesadas:** se centran en la definición minuciosa de los procesos y tareas que se realizarán durante el ciclo de vida del software, generando una extensa documentación asociada a cada elemento del proceso de desarrollo (Charvat, 2003).

El **Proceso Unificado de Desarrollo** (*Rational Unified Process, RUP*) resulta el exponente por excelencia entre las metodologías pesadas. Es un marco de trabajo genérico que puede especializarse para una gran cantidad de sistemas de software, para diferentes áreas de aplicación y diferentes tipos de organizaciones; se basa en la construcción de componentes de software interconectados a través de interfaces bien definidas (Jacobson y otros, 2000).

El Proceso Unificado se repite a lo largo de una serie de ciclos que constituyen la vida de un sistema. Cada ciclo concluye con una versión del producto para los clientes, estos constan de cuatro fases: inicio, elaboración, construcción y transición. Cada fase se divide en iteraciones. Cada ciclo produce una nueva versión del sistema y cada versión es un producto preparado para su entrega. El producto final incluye los requisitos, casos de uso, especificaciones no funcionales, casos de pruebas, el modelo de arquitectura y el modelo visual (Booch y otros, 1999).

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

«SISTEMA INFORMÁTICO DE REGISTRO Y CONTROL EN ANATOMÍA PATOLÓGICA PARA LA RED HOSPITALARIA DE CUBA»

- **Metodologías ágiles:** esbozan los valores y principios que deberían permitir a los equipos desarrollar software rápidamente y responder a los cambios que puedan surgir a lo largo del proyecto, estas ofrecen una alternativa a los procesos de desarrollo de software tradicionales (Letelier y Penadé, 2003).

La **Programación Extrema** (*eXtreme Programming, XP*) tal vez sea la más conocida y más extensamente usada de las metodologías ágiles, en sus inicios desafió numerosos dogmas convencionales asociados al desarrollo de software (Beck y Andres, 2004). En XP todos los requisitos son expresados como escenarios (historias de usuarios), los cuales son implementados directamente como una serie de tareas. Esta metodología resulta apropiada para proyectos con requisitos imprecisos y cambiantes, en los que existe un alto riesgo técnico. Los programadores trabajan en parejas y se desarrollan pruebas para cada una de las tareas. Todas las pruebas deben ser ejecutadas satisfactoriamente cuando el nuevo código es integrado al sistema (Sommerville, 2007).

Ambas metodologías persiguen el mismo fin, producir software con los estándares de calidad requeridos; aunque para ello, se sirven de herramientas y métodos diferentes.

RUP brinda numerosas ventajas, sin embargo se torna rígida a la hora de introducir cambios a mediado del proyecto, cuestión a tener presente una vez que los flujos dentro del proceso de desarrollo no están bien definidos. Además, esta metodología genera una gran cantidad de artefactos que podrían suponer un atraso dada la reducida composición del equipo de desarrollo, así como el escaso tiempo de que se dispone para ejecutar todo el proceso.

La evaluación de las metodologías y la necesidad de una variante flexible a los cambios, preparada para ser ejecutada por un equipo pequeño y que genere los artefactos mínimos para la comunicación con el cliente, permitió identificar la **Programación Extrema (XP)** como la alternativa más acertada.

1.6.2 LENGUAJE DE MODELADO

Un lenguaje de modelado provee un vocabulario y conjunto de reglas centradas en la representación conceptual y física de un sistema (Booch y otros, 1999).

Para Booch y otros (1999); Schmuller (2000) el **Lenguaje Unificado de Modelado** (*Unified Modeling Language, UML*) es un lenguaje estándar para escribir planos de software, compuesto por

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

«SISTEMA INFORMÁTICO DE REGISTRO Y CONTROL EN ANATOMÍA PATOLÓGICA PARA LA RED HOSPITALARIA DE CUBA»

diferentes elementos gráficos que se combinan para conformar los diagramas. Permite a los creadores de sistemas generar diseños que capturen sus ideas en una forma fácil de comprender y comunicar a otras personas.

La elección de UML se sustenta en su facilidad para especificar, documentar, visualizar y comprender los artefactos generados en las diferentes fases del desarrollo de software. Así como sus ventajas para la comunicación entre el cliente y el equipo de desarrollo.

1.6.3 INGENIERÍA DE SOFTWARE ASISTIDA POR COMPUTADORA (CASE)

Para Sommerville (2007) CASE (*Computer Aided Software Engineering*) es el nombre con el que se identifica la herramienta utilizada para apoyar las actividades del proceso de software. Según Kendall y Kendall (2005) estas herramientas facilitan la interacción entre los miembros de un equipo al hacer que la diagramación sea un proceso iterativo y dinámico. Los analistas de sistemas se apoyan en estas herramientas desde el principio hasta el fin del ciclo de vida, para incrementar la productividad, comunicarse de manera eficiente con los usuarios y desarrolladores, e integrar el trabajo que desempeñan en el sistema.

Visual Paradigm es una herramienta CASE multiplataforma que contribuye al desarrollo de sistemas de software fiables, mediante un enfoque orientado a objetos. Su preferencia está determinada por las oportunidades que ofrece para la construcción de aplicaciones de calidad, con mayor rapidez y menor costo. Soporta el ciclo completo de desarrollo de software y permite su documentación en diferentes formatos, empleando UML como lenguaje de modelado. Posibilita la generación de código en una amplia gama de lenguajes de programación y se integra con los principales Entornos de Desarrollo Integrado (IDE) presentes en el mercado, especialmente el lenguaje Java y su IDE NetBeans. (Paradigm, 2005).

1.6.4 LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN

De acuerdo con las valoraciones de Trejos Buritica (1999) un lenguaje de programación es un conjunto de instrucciones entendibles y ejecutables por una computadora. Al profundizar sobre este aspecto, Mitchell (2002) considera que el lenguaje de programación deberá facilitar a los desarrolladores la confección de programas de manera concisa y rápida. En su evaluación, se debe tener en cuenta el soporte a cada parte del ciclo de vida del software y debido a la necesidad de

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

«SISTEMA INFORMÁTICO DE REGISTRO Y CONTROL EN ANATOMÍA PATOLÓGICA PARA LA RED HOSPITALARIA DE CUBA»

mejora y mantenimiento en el período de explotación, debe ayudar a otros programadores a comprender el funcionamiento de la solución.

La elección del lenguaje de programación está determinada por la necesidad de una herramienta que se adapte a las condiciones de la red hospitalaria cubana. La solución deberá funcionar de forma centralizada, en un entorno que garantice la disponibilidad de la información generada en cada uno de los hospitales, al tiempo que estará disponible de forma local ante la ausencia de conexión, manteniendo las capacidades de despliegue instantáneo y conectividad, desvinculadas del acceso a la aplicación.

Las afirmaciones de (ORACLE, 2013a) apuntan que **JavaFX** es una tecnología que ofrece un modelo de desarrollo y despliegue unificado para la creación de Aplicaciones de Internet Enriquecidas (*Rich Internet Applications, RIA*), esto es, aplicaciones web con las características y capacidades de aplicaciones de escritorio.

Las aplicaciones JavaFX son completamente desarrolladas en Java, una de las tecnologías más ampliamente desplegadas con una de las más grandes comunidades de desarrolladores en el mundo, valiéndose de beneficios de la plataforma tales como la programación orientada a objetos, herencia, polimorfismo y manejo de excepciones; al tiempo que aprovecha la potencia de las prácticas de programación basadas en patrones de diseño. JavaFX cuenta con su propio lenguaje declarativo JavaFX Script, al igual que un conjunto de herramientas de diseño y desarrollo, lo cual permite crear contenido expresivo, dinámico y funcional, combinando las mejores capacidades de la plataforma Java con funcionalidades de multimedia interactivas (texto, imagen, audio y video). Es una plataforma de código abierto, de libre distribución y fácil acceso, integrada en las versiones más recientes del popular IDE NetBeans (PremKumar y Mohan, 2010; ORACLE, 2013a).

1.6.5 ENTORNO DE DESARROLLO INTEGRADO (IDE)

Las observaciones de Bell y Parr (2003); Matellán Olivera (2004); Rouse (2007) señalan que un IDE (*Integrated Development Environment*) es un programa compuesto por un conjunto de herramientas que proveen facilidades a los programadores para agilizar el proceso de desarrollo de software. Consta de un editor de código, un compilador, un depurador y un constructor de interfaz gráfica.

De acuerdo con ORACLE (2013b), **NetBeans IDE** es un proyecto exitoso de código abierto con una gran cantidad de usuarios, una comunidad en constante crecimiento y cerca de 100 socios en todo el mundo. Proporciona un amplio soporte para las últimas tecnologías de Java, incluyendo JavaFX.

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

«SISTEMA INFORMÁTICO DE REGISTRO Y CONTROL EN ANATOMÍA PATOLÓGICA PARA LA RED HOSPITALARIA DE CUBA»

Soporta integración con diferentes herramientas para el control de versiones y Sistemas Gestores de Bases de Datos (SGBD). Es un producto libre, gratuito y sin restricciones de uso. Su empleo está determinado por la experiencia del equipo de desarrollo en su utilización, en virtud de minimizar el tiempo necesario para la familiarización con nuevos lenguajes y herramientas de desarrollo.

1.6.6 CONTROL DE VERSIONES

Sobre el control de versiones, (Küng y otros, 2011) plantean que es el arte de manejar cambios en la información. Constituye una herramienta crítica para los programadores, quienes típicamente emplean su tiempo haciendo pequeños cambios al software y luego deshaciendo o comprobando esos cambios al día siguiente. Un equipo de programadores trabajando simultáneamente, quizás incluso sobre los mismos archivos, necesita un mecanismo para manejar el caos potencial.

Según Collins-Sussman y otros (2004); Ruiz-Bertol y Zarazaga-Soria (2007) **Subversion** es un sistema de control de versiones gratuito de código abierto. Posee un repositorio que almacena información en una jerarquía típica de archivos y directorios, manejándolos en el tiempo y recordando todos los cambios realizados sobre los mismos, incluso los cambios en el propio árbol de directorios, lo cual permite recuperar versiones antiguas de los archivos o examinar el historial de modificaciones realizadas. Es un sistema centralizado para compartir información, fomenta la colaboración y permite a varias personas trabajar de forma segura sobre los mismos datos. Su elección se fundamenta en su simplicidad y facilidad de integración con el IDE NetBeans, así como a la experiencia del equipo de desarrollo en su utilización.

1.6.7 PROTOTIPOS E INTERFACES DE USUARIO

La creación de prototipos de usuario constituye una de las técnicas más efectivas de validación de requisitos. Parcialmente funcionales, los prototipos se crean con relativa facilidad, permitiendo al usuario formarse una idea de la interfaz del sistema, incluso expresar su visión sobre la misma.

Existen diferentes herramientas para la creación de prototipos de interfaz de usuario, sin embargo, el lenguaje JavaFX propone una práctica de gran utilidad en el afán por la reutilización: la creación de interfaces de usuario completamente separadas de la lógica de la aplicación. Para ello, sus desarrolladores proveen un lenguaje propio de marcado basado en XML (FXML) y una herramienta de diseño visual denominada **JavaFX Scene Builder**.

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

«SISTEMA INFORMÁTICO DE REGISTRO Y CONTROL EN ANATOMÍA PATOLÓGICA PARA LA RED HOSPITALARIA DE CUBA»

La herramienta cuenta con una interfaz simple e intuitiva, que facilita la creación de interfaces de usuario incluso sin conocimientos de programación. Permite el posicionamiento de los componentes en la escena con arrastrar y soltar, así como la modificación de sus propiedades fundamentales y aplicación de hojas de estilo en cascada (CSS), logrando un alto nivel de personalización en la apariencia. Se integra fácilmente con los principales IDE para Java, garantizando la generación automática de todo el código FXML necesario para describir la interfaz (ORACLE, 2014).

Tantas facilidades de diseño posibilitan la creación temprana de las interfaces de usuario y por tanto, su utilización como prototipos no funcionales; así, la modificación del prototipo resulta en la modificación de la interfaz misma, traduciéndose en un considerable ahorro de tiempo y esfuerzo.

1.6.8 HERRAMIENTA PARA LA GENERACIÓN DE REPORTE

La generación de reportes constituye un componente esencial en todo sistema informático de gestión, especialmente en Sistemas de Información para Anatomía Patológica, en virtud de facilitar el análisis de la información recogida como apoyo a la toma de decisiones.

Para la generación de reportes en la aplicación, se hará uso del conjunto de bibliotecas de código abierto **JasperReports**, por constituir el motor de reportes más popular para aplicaciones Java. Permite la generación de informes con un alto grado de profesionalidad, a partir de la incorporación de imágenes, gráficos y tablas; facilitando su exportación en una amplia variedad de formatos que incluyen HTML, PDF, Word y Excel (Heffelfinger, 2006).

1.6.9 SISTEMA GESTOR DE BASES DE DATOS (SGBD)

Las valoraciones de Hansen y Hansen (1997); Date (2001); Sánchez Asenjo (2013) apuntan que un SGBD (*Data Base Management System, DBMS*) permite a los usuarios procesar, describir, administrar y recuperar de forma rápida y eficiente los datos almacenados en una base de datos; garantizando la seguridad de los mismos mediante el acceso limitando al personal autorizado. Su objetivo fundamental es suministrar al usuario las herramientas que le permitan manipular, en términos abstractos, los datos; de forma que no sea necesario conocer cómo están estos almacenados en la computadora, o el método de acceso empleado (Mato García, 2005).

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

«SISTEMA INFORMÁTICO DE REGISTRO Y CONTROL EN ANATOMÍA PATOLÓGICA PARA LA RED HOSPITALARIA DE CUBA»

Según la Comunidad Cubana de **PostgreSQL**, el mismo es un potente sistema gestor de bases de datos multiplataforma bajo licencia BSD (*Berkeley Software Distribution*), menos restrictiva que otras como GPL (*General Public License*) y muy cercana al dominio público (PostgreSQL, 2014).

En sus últimas versiones, incorpora características que habitualmente solo se ven en productos comerciales de alto calibre. Garantiza a sus usuarios atomicidad, consistencia, aislamiento y durabilidad (PostgreSQL, 2014). La propia referencia, lo identifica como el SGBD de código abierto más avanzado del mundo, principal argumento considerado para su elección, en correspondencia con las políticas cubanas de migración a software libre.

1.6.10 MAPEO OBJETO-RELACIONAL (ORM)

Para Carrero (2013); Douglas (2013) ORM (*Object-Relational Mapping*) es una técnica de programación que permite convertir datos entre el lenguaje de programación orientado a objetos y el sistema de base de datos relacional utilizados en el desarrollo de software. Esencialmente, su función es manejar una base de datos relacional a través de objetos nativos en un lenguaje específico. En la práctica lo que se hace es crear una base de datos orientada a objetos virtual, sobre la base de datos relacional.

Hibernate es la herramienta ORM por excelencia para la plataforma Java, principal motivo de su elección, dada la amplia documentación disponible y la cantidad de desarrolladores con experiencia en su utilización, así como la disponibilidad de soporte y actualización constante.

Compatible con los motores de base de datos más populares (Oracle, MySQL, PostgreSQL), Hibernate basa su funcionamiento en el desarrollo de clases persistentes según las pautas de la programación orientada a objetos. Provee de un potente lenguaje de consultas (*Hibernate Query Language, HQL*), similar a SQL (*Structured Query Language*), pero orientado a objetos, con soporte para herencia, polimorfismo y asociaciones. A decir de sus creadores, Hibernate alivia a los desarrolladores del 95% de las tareas comunes de persistencia de datos (King y otros, 2012).

1.7 PATRONES PARA EL DESARROLLO DE SOFTWARE

Según Larman (1999b) un patrón es un par problema/solución aplicable en nuevos contextos. Los patrones tienen como objetivo capturar y establecer explícitamente conocimiento abstracto de

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

«SISTEMA INFORMÁTICO DE REGISTRO Y CONTROL EN ANATOMÍA PATOLÓGICA PARA LA RED HOSPITALARIA DE CUBA»

resolución de problemas, que suele ser implícito y se adquiere solo a través de la experiencia (Winn y Calder, 2002).

Un patrón se caracteriza por cuatro elementos fundamentales, un nombre corto, el problema potencial, su solución (como una plantilla, adaptable a la situación particular) y las consecuencias o resultados de su aplicación, importantes para la evaluación de diseños alternativos a partir de los costos y beneficios de su aplicación (Gamma y otros, 2004).

La literatura consultada hace referencia a tres categorías de patrones:

- **Patrones de Arquitectura:** expresan un esquema de organización estructural para sistemas de software, especificando las responsabilidades de una serie de subsistemas predefinidos. Constituyen una plantilla para una arquitectura de aplicaciones y especifican las propiedades generales de la estructura del sistema, que trascienden en la arquitectura de los subsistemas. La selección de un patrón de arquitectura debe ser una decisión cuidadosa y fundamental al desarrollar un sistema de software (Marquina y Parra, 2008).
- **Patrones de Diseño:** los patrones de diseño definen esquemas de refinamiento de los subsistemas o componentes dentro de un sistema, o las relaciones entre estos. Describen una estructura común y recurrente de componentes interrelacionados, con lo cual resuelven un problema general de diseño dentro de un contexto particular (Marquina y Parra, 2008). Los patrones de diseño comunican los estilos y soluciones consideradas "buenas prácticas" por los expertos en diseño y creación de sistemas (Larman, 1999b).
- **Patrones de Implementación:** son patrones de bajo nivel específicos de un lenguaje de programación. Describen cómo implementar aspectos particulares de componentes o sus relaciones, utilizando las características de un lenguaje determinado. Representan el nivel más bajo de patrones, manejan aspectos tanto de diseño como de implementación y son mayormente utilizados durante la fase de desarrollo del sistema (Marquina y Parra, 2008).

La utilización de patrones surte considerables beneficios al desarrollo de sistemas. Los patrones ofrecen soluciones probadas que pueden ser aplicadas una y otra vez en problemas similares, en diferentes momentos y proyectos; al tiempo que proveen un poderoso mecanismo de reutilización. Contribuyen a la transmisión de ideas, haciendo uso de un vocabulario y formato común, lo cual propicia una comunicación efectiva pues solo de mencionar el nombre de un patrón se evita realizar largas descripciones sujetas a ser incomprendidas por el interlocutor (Alur y otros, 2003).

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

«SISTEMA INFORMÁTICO DE REGISTRO Y CONTROL EN ANATOMÍA PATOLÓGICA PARA LA RED HOSPITALARIA DE CUBA»

1.8 ESTRATEGIA DE PRUEBAS

La gestión de la calidad es una actividad que se aplica a lo largo del proceso de software. El cumplimiento de la especificación del programa y la satisfacción de las expectativas del cliente deben estar en la mira del equipo de desarrollo cada momento, a lo que usualmente suele llamarse verificación y validación.

Las pruebas de software constituyen el último bastión en el aseguramiento de la calidad, son un conjunto de actividades planeadas con anticipación y realizadas de forma sistemática, con el fin de descubrir resultados distintos al esperado; de ahí la necesidad de contar con una estrategia de pruebas desde los primeros momentos del proceso de software.

Reconocidos autores Pressman (2005); Sommerville (2007) tienden a coincidir en la definición de los siguientes niveles de pruebas, adaptables a las condiciones del desarrollo en cuestión:

- **Pruebas unitarias:** se concentran en el diseño y comportamiento de cada componente del software, desde la perspectiva de su implementación.
- **Pruebas de integración:** prueban la correcta relación entre los componentes del software.
- **Pruebas de aceptación:** evalúan el cumplimiento de los requisitos pactados con el cliente.
- **Pruebas de sistema:** se ejecutan en un ambiente similar al ambiente operacional real, probando el software como un todo de conjunto con el resto de los elementos del sistema.

En la **metodología XP** las pruebas son tan importantes como la programación, fortalecen la confianza del cliente en el equipo de desarrollo y dentro de este. Los máximos exponentes de esta metodología Beck y Andres (2004), proponen dos principios para aumentar la rentabilidad de las pruebas: el chequeo doble y el incremento del costo de los defectos.

El chequeo doble consiste en la aplicación de dos conjuntos de pruebas: uno escrito desde la perspectiva de los programadores y orientado a probar exhaustivamente cada uno de los componentes del sistema, y el otro escrito desde la perspectiva de los clientes o usuarios finales, para probar el funcionamiento del sistema como un todo. Lo cual es coherente con los niveles de pruebas de unidad y aceptación respectivamente.

Por otro lado, el costo de los defectos se incrementa con el tiempo, de ahí la máxima de corregirlos tan pronto como sean descubiertos, lo cual implica ejecutar pruebas a cada uno de los componentes una vez que están listos y luego con relativa frecuencia. De lo anterior se infiere que las mismas personas que cometen los errores (los programadores), deben escribir las pruebas de unidad, que

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

«SISTEMA INFORMÁTICO DE REGISTRO Y CONTROL EN ANATOMÍA PATOLÓGICA PARA LA RED HOSPITALARIA DE CUBA»

a su vez deben ser automatizadas y siempre que sea posible, escritas antes de la implementación, evitando así que se vean influenciadas por la misma.

Para la validación del cumplimiento de las expectativas del cliente, así como el descubrimiento de errores que solo los usuarios finales son capaces de detectar, resultan de vital importancia las pruebas de aceptación, usualmente pruebas alfa y beta.

Las **pruebas alfa** las realiza el usuario en un entorno controlado por el equipo de desarrollo, mientras los desarrolladores registran los errores y problemas detectados (Pressman, 2005).

Las **pruebas beta** se aplican en el lugar y condiciones reales en que será ejecutado el software, en ausencia de los desarrolladores. El usuario final registra los problemas detectados (reales o imaginarios) y los informa regularmente a los desarrolladores (Pressman, 2005).

1.9 CONCLUSIONES PARCIALES

El estudio de la bibliografía y análisis de las soluciones informáticas existentes en el área de Anatomía Patológica, a nivel nacional e internacional, suscitó una elevada comprensión del estado del arte en el área del conocimiento en cuestión, aportando los elementos teóricos que fundamentan el presente Trabajo de Diploma. Entre ellos:

- Cuba posee uno de los índices de autopsias más elevados del mundo.
- La práctica de la autopsia genera múltiples beneficios, su máximo aprovechamiento se sustenta en una eficiente gestión de la información generada, motivando la aparición de variados sistemas de información en todo el mundo.
- Las soluciones existentes resultan inapropiados en las condiciones cubanas, se precisa una solución nacional que se adapte a la realidad de la red hospitalaria cubana.
- El uso de estándares de terminología para la codificación de los diagnósticos, es la base de un sistema de información eficiente en Anatomía Patológica. Para Cuba, la Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE-10) de la Organización Mundial de la Salud (OMS) es la opción más acertada.
- Existe un conjunto de tendencias a considerar en la propuesta del nuevo sistema. El Sistema Automatizado de Registro y Control en Anatomía Patológica es referente necesario.

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

«SISTEMA INFORMÁTICO DE REGISTRO Y CONTROL EN ANATOMÍA PATOLÓGICA PARA LA RED HOSPITALARIA DE CUBA»

- La concepción del nuevo sistema y elección del entorno de desarrollo, es resultado de una minuciosa revisión bibliográfica, el análisis de soluciones existentes y esencialmente, el estudio de las particularidades de la red hospitalaria cubana. Resultando:

| | |
|--|----------------------|
| Metodología de desarrollo: | XP |
| Lenguaje de modelado: | UML |
| Ingeniería de software: | Visual Paradigm |
| Lenguaje de programación: | JavaFX |
| Entorno de desarrollo integrado: | NetBeans |
| Control de versiones: | Subversion |
| Prototipos e interfaces de usuario: | JavaFX Scene Builder |
| Generación de reportes: | JasperReports |
| Sistema gestor de base de datos: | PostgreSQL |
| Mapeo objeto-relacional: | Hibernate |

CAPÍTULO 2: PROPUESTA DE SOLUCIÓN

«SISTEMA INFORMÁTICO DE REGISTRO Y CONTROL EN ANATOMÍA PATOLÓGICA PARA LA RED HOSPITALARIA DE CUBA»

CAPÍTULO 2: PROPUESTA DE SOLUCIÓN

El presente capítulo recoge las principales características de la propuesta de solución. Se define el modelo de dominio de la aplicación, los principales conceptos y sus relaciones. Se analizan las técnicas de captura de requisitos, las historias de usuario y prototipos empleados en la validación de los requisitos. Resultado de la planificación, se presenta el plan de iteraciones para el desarrollo del sistema. Se describe la arquitectura, los modelos de diseño y de datos, los patrones aplicados y estándares de codificación tomados en consideración.

2.1 MODELO CONCEPTUAL

El modelo de conceptual o modelo de domino, muestra las clases conceptuales significativas en el dominio del problema, facilitando su comprensión y descripción a partir de sus relaciones y atributos. Para Larman (1999b) constituye uno de los artefactos más importantes que se genera durante el análisis orientado a objetos. Es considerado un diccionario visual de las abstracciones relevantes, vocabulario e informaciones del dominio. Constituye una primera aproximación al diseño definitivo.

La Figura 2.1 refleja los principales conceptos del dominio y las relaciones entre ellos. El modelo conceptual completo puede ser consultado en el Anexo 2 del documento.

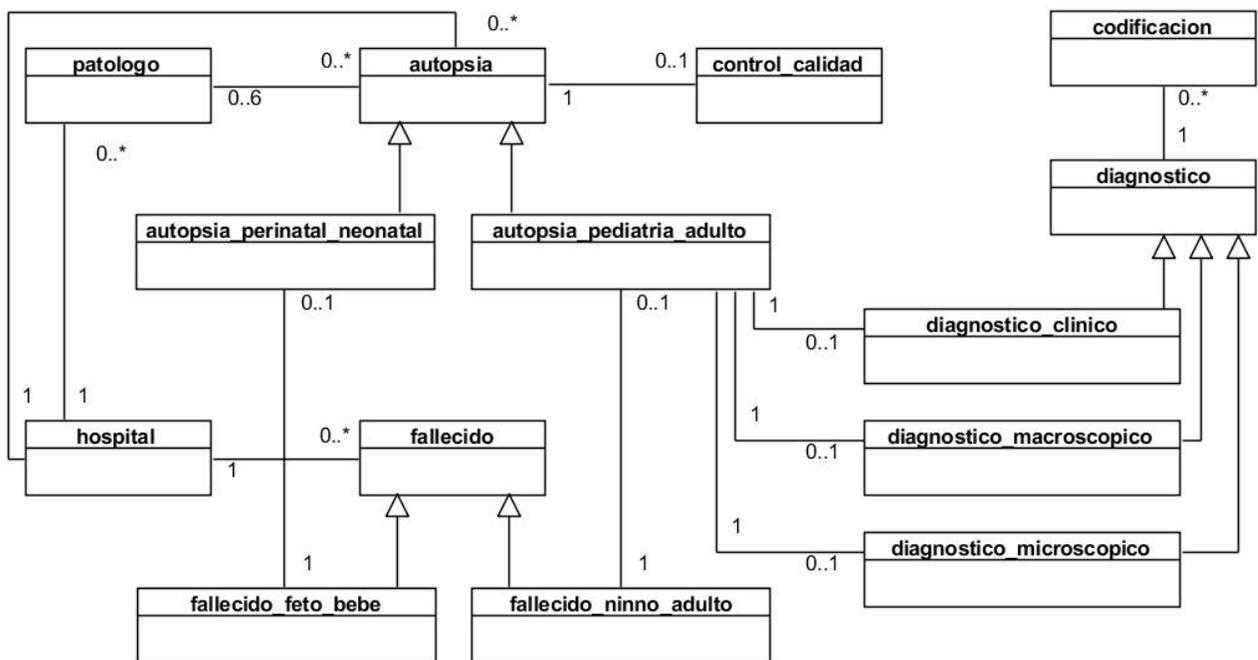


Figura 2.1 Modelo de dominio (sin atributos).

CAPÍTULO 2: PROPUESTA DE SOLUCIÓN

«SISTEMA INFORMÁTICO DE REGISTRO Y CONTROL EN ANATOMÍA PATOLÓGICA PARA LA RED HOSPITALARIA DE CUBA»

2.2 INGENIERÍA DE REQUISITOS

La ingeniería de requisitos constituye un elemento fundamental en todo proceso de desarrollo de software que tenga como finalidad la obtención de sistemas informáticos que se ajusten a las necesidades reales de los clientes.

Es un proceso centrado en el cliente y sus necesidades, con el objetivo de establecer los servicios que el sistema deberá proveer y las restricciones bajo las cuales deberá operar y ser desarrollado (Báez y Brunner, 2001).

2.2.1 OBTENCIÓN DE REQUISITOS

La captura de requisitos es la etapa de mayor interacción con el usuario, en ella el equipo de desarrollo busca comprender las necesidades que debe cubrir el sistema, apoyándose en toda fuente de información disponible (Báez y Brunner, 2001; Escalona y Koch, 2002).

El propósito de la captura de requisitos es ganar conocimientos relevantes del problema con el objetivo de producir una especificación formal del software. La ingeniería de requisitos ha trabajado por años en el desarrollo de técnicas que permitan realizar este proceso de forma eficiente y precisa (Escalona y Koch, 2002). Como parte del análisis previo al diseño de la propuesta de solución, se emplearon diferentes técnicas de captura de requisitos.

La **entrevista** es una técnica muy aceptada dentro de la ingeniería de requisitos. Su aplicación permite obtener una amplia visión de las necesidades del usuario, proporcionando una mejor comprensión de los objetivos de la solución buscada (Escalona y Koch, 2002).

Se realizaron entrevistas a especialistas de los departamentos de Anatomía Patológica, inicialmente entrevistas no estructuradas, para un conocimiento general del dominio del problema. Seguidamente, se hizo uso de una combinación de entrevistas estructuradas y no estructuradas con el fin de profundizar en los conocimientos adquiridos (Consultar Anexo 3).

Las entrevistas realizadas, arrojaron información valiosa acerca de las necesidades y perspectivas de utilización del sistema, resaltando la importancia de desarrollar una aplicación sencilla, amigable y fácil de utilizar, con un modo de operación similar al sistema en explotación. Se puso en evidencia la necesidad de restringir el acceso a la información, de brindar un informe de autopsia de mayor calidad y permitir la codificación de un número ilimitado de diagnósticos de causas de muerte según los criterios del Certificado de Defunción empleado en Cuba.

CAPÍTULO 2: PROPUESTA DE SOLUCIÓN

«SISTEMA INFORMÁTICO DE REGISTRO Y CONTROL EN ANATOMÍA PATOLÓGICA PARA LA RED HOSPITALARIA DE CUBA»

Los especialistas plantearon la necesidad de que la nueva solución implemente las principales funcionalidades del sistema en explotación, entre ellas: la gestión de los datos de las autopsias, la especificación de criterios para el muestreo de los datos (con el objetivo de realizar estudios sobre los mismos), la emisión de listados configurables de autopsias y el desglose de valores por atributos almacenados, así como la realización del control de calidad interno y la clasificación de la correlación clinicopatológica.

Por otro lado, la **tormenta de ideas** es un proceso interactivo no estructurado de grupo, donde las opiniones individuales se analizan y estudian en colectivo. Es útil en la generación de una amplia variedad de puntos de vista sobre el problema, así como su formulación de formas diferentes, superando muchas de las barreras de comunicación en la captura de requisitos (Pytel y otros, 2011).

En varias sesiones, se desarrollaron tormentas de ideas con la participación del equipo de desarrollo y usuarios potenciales del sistema. Como resultado, se logró generar una amplia gama de opiniones sobre los requisitos a satisfacer por el software, así como las limitaciones de la solución existente.

Entre ellas:

- Ampliar la codificación de los diagnósticos con la utilización de los ejes morfológico y topográfico, para mayor especificación de la Clasificación Internacional de Enfermedades, o alternativamente, permitir la codificación de procedimientos médicos como causa de muerte.
- Posibilitar el uso de comodines (prefijos y sufijos) para la codificación de los diagnósticos.
- Permitir la introducción de descripciones macroscópicas del fallecido por aparato o sistema, así como los pesos y medidas de los principales órganos.
- Facilitar la búsqueda de fallecidos por nombres parciales o parecidos.
- Enriquecer los reportes realizados con el empleo de recursos gráficos que propicien una mejor visualización y análisis de los resultados.
- Permitir la modificación de forma controlada de los diccionarios utilizados para la codificación de los diagnósticos.
- Permitir la configuración de las reglas a verificar como parte del control interno de calidad y las acciones del sistema ante el incumplimiento de las mismas.

Estas técnicas se complementaron con el **análisis de tendencias y tecnologías** más comunes en el desarrollo de este tipo de sistemas, así como el **estudio de la documentación referente al tema**.

CAPÍTULO 2: PROPUESTA DE SOLUCIÓN

«SISTEMA INFORMÁTICO DE REGISTRO Y CONTROL EN ANATOMÍA PATOLÓGICA PARA LA RED HOSPITALARIA DE CUBA»

2.2.2 REQUISITOS FUNCIONALES

Los requisitos funcionales son declaraciones de los servicios que debe proporcionar el sistema, la forma en que debe reaccionar ante ciertas entradas y cómo se debe comportar en situaciones particulares (Sommerville, 2007).

En el análisis realizado, se identificaron los siguientes requisitos funcionales:

- **RF-01** Codificar diagnóstico de causa de muerte.
- **RF-02** Registrar fallecido.
- **RF-03** Buscar fallecido.
- **RF-04** Visualizar fallecido.
- **RF-05** Modificar fallecido.
- **RF-06** Registrar diagnóstico clínico.
- **RF-07** Visualizar diagnóstico clínico.
- **RF-08** Modificar diagnóstico clínico.
- **RF-09** Registrar diagnóstico macroscópico.
- **RF-10** Visualizar diagnóstico macroscópico.
- **RF-11** Modificar diagnóstico macroscópico.
- **RF-12** Registrar diagnóstico anatomopatológico.
- **RF-13** Visualizar diagnóstico anatomopatológico.
- **RF-14** Modificar diagnóstico anatomopatológico.
- **RF-15** Registrar autopsia.
- **RF-16** Buscar autopsia.
- **RF-17** Visualizar autopsia.
- **RF-18** Modificar autopsia.
- **RF-19** Emitir informe de autopsia.
- **RF-20** Adicionar regla de control interno.
- **RF-21** Listar reglas de control interno.
- **RF-22** Visualizar regla de control interno.
- **RF-23** Modificar regla de control interno.
- **RF-24** Eliminar regla de control interno.
- **RF-25** Realizar control interno de calidad.
- **RF-26** Clasificar correlación clinicopatológica.

CAPÍTULO 2: PROPUESTA DE SOLUCIÓN

«SISTEMA INFORMÁTICO DE REGISTRO Y CONTROL EN ANATOMÍA PATOLÓGICA PARA LA RED HOSPITALARIA DE CUBA»

- **RF-27** Filtrar autopsias según criterios especificados.
- **RF-28** Emitir listado configurable de autopsias.
- **RF-29** Emitir desglose de valores por atributos.
- **RF-30** Registrar sala.
- **RF-31** Asociar especialidad a sala.
- **RF-32** Modificar sala.
- **RF-33** Desactivar sala.
- **RF-34** Registrar patólogo.
- **RF-35** Modificar patólogo.
- **RF-36** Desactivar patólogo.
- **RF-37** Adicionar código a diccionario.
- **RF-38** Buscar código en diccionario.
- **RF-39** Modificar código en diccionario.
- **RF-40** Autenticar usuario.
- **RF-41** Registrar usuario.
- **RF-42** Modificar usuario.
- **RF-43** Desactivar usuario.
- **RF-44** Exportar datos de autopsias.
- **RF-45** Exportar reglas de control interno.
- **RF-46** Exportar diccionarios.
- **RF-47** Importar datos de autopsias.
- **RF-48** Importar reglas de control interno.
- **RF-49** Importar diccionarios.

2.2.3 REQUISITOS NO FUNCIONALES

Los requisitos no funcionales son restricciones de los servicios o funciones ofrecidos por el sistema. Se aplican al sistema en su totalidad y no se refieren directamente a funciones específicas, sino a sus propiedades emergentes; la fiabilidad, el tiempo de respuesta y la capacidad de almacenamiento son algunas de ellas. Pueden estar dirigidos incluso al proceso de desarrollo, especificando herramientas o estándares de calidad a emplear en función de las necesidades del usuario (Sommerville, 2007).

CAPÍTULO 2: PROPUESTA DE SOLUCIÓN

«SISTEMA INFORMÁTICO DE REGISTRO Y CONTROL EN ANATOMÍA PATOLÓGICA PARA LA RED HOSPITALARIA DE CUBA»

A continuación se enuncian los requisitos no funcionales identificados en la propuesta de solución:

Requisitos de hardware:

- **RNF-01** Recursos tecnológicos.

El análisis de la base tecnológica presente en los departamentos de Anatomía Patológica del país, arrojó que el nuevo sistema deberá operar con prestaciones mínimas de hardware:

1. Procesador: 1.6 GHz. o superior.
2. Memoria RAM: 512 MB o superior.
3. Disco duro: 40 GB o superior.

Requisitos de software:

- **RNF-02** Entorno de ejecución.

Para la ejecución de la aplicación, con independencia del sistema operativo, constituyen premisa indispensable las siguientes instalaciones:

1. Entorno de ejecución de Java (JRE), versión 1.8 o superior.
2. Sistema gestor de bases de datos PostgreSQL, versión 9.2 o superior.

Requisitos de interfaz:

- **RNF-03** Interfaz de usuario.

El sistema debe ofrecer una interfaz amigable, intuitiva y fácil de operar, con un modo de operación lo más cercano posible al del software en explotación. Además, debe mantener la línea de diseño establecida para alcanzar la uniformidad en la solución final.

Requisitos de seguridad:

- **RNF-04** La seguridad estará regida por un mecanismo de control de acceso basado en roles, convenientemente asignados a los usuarios del sistema al momento de su creación.
- **RNF-05** Se establecerá un mecanismo de autenticación para el acceso al sistema.
- **RNF-06** Las contraseñas no podrán ser almacenadas en texto plano, o en espacios que permitan su acceso o modificación por personas no autorizadas.
- **RNF-07** El sistema debe preservar la seguridad de la información, garantizando en todo momento su confidencialidad, integridad y disponibilidad.

CAPÍTULO 2: PROPUESTA DE SOLUCIÓN

«SISTEMA INFORMÁTICO DE REGISTRO Y CONTROL EN ANATOMÍA PATOLÓGICA PARA LA RED HOSPITALARIA DE CUBA»

2.2.4 ESPECIFICACIÓN DE REQUISITOS FUNCIONALES

La especificación de requisitos establece la base para el acuerdo entre usuarios y desarrolladores de software, quedando definido el comportamiento deseado del producto (IEEE, 2004).

En el entorno de XP, las historias de usuario constituyen el artefacto utilizado para describir las funcionalidades del sistema. Contienen una breve descripción del comportamiento del sistema desde la perspectiva del usuario y representan un medio de comunicación entre el mismo y el equipo de desarrollo. A continuación, se presentan las historias de usuario correspondientes a tres de los requisitos funcionales identificados (Tablas 2.1; 2.2 y 2.3).

| HISTORIA DE USUARIO | |
|---|------------------------------------|
| Número: HU-01 | Usuario: Todos |
| Nombre de historia: Codificar diagnóstico de causa de muerte. | |
| Prioridad en negocio: Alta | Riesgo en desarrollo: Medio |
| Puntos estimados: 8 | Iteración asignada: 1 |
| Programador responsable: Leonardo Cabrera Nicolau. | |
| Descripción: Permite al usuario codificar los diagnósticos de causa de muerte. Se podrán codificar 3 ejes para las enfermedades (<i>CIE 10, morfológico, topográfico</i>) o uno para procedimientos médicos, adicionalmente se podrá emplear hasta dos comodines (<i>prefijos, sufijos</i>). | |
| Observaciones: | |

Tabla 2.1 Historia de usuario: *Codificar diagnóstico de causa de muerte.*

| HISTORIA DE USUARIO | |
|--|------------------------------------|
| Número: HU-15 | Usuario: Todos |
| Nombre de historia: Registrar autopsia. | |
| Prioridad en negocio: Alta | Riesgo en desarrollo: Medio |
| Puntos estimados: 3 | Iteración asignada: 1 |
| Programador responsable: Leonardo Cabrera Nicolau. | |
| Descripción: Permite registrar los datos generales asociados a la autopsia. | |
| Observaciones: | |

Tabla 2.2 Historia de usuario: *Registrar autopsia.*

CAPÍTULO 2: PROPUESTA DE SOLUCIÓN

«SISTEMA INFORMÁTICO DE REGISTRO Y CONTROL EN ANATOMÍA PATOLÓGICA PARA LA RED HOSPITALARIA DE CUBA»

| HISTORIA DE USUARIO | |
|--|------------------------------------|
| Número: HU-16 | Usuario: Todos |
| Nombre de historia: Buscar autopsia. | |
| Prioridad en negocio: Media. | Riesgo en desarrollo: Medio |
| Puntos estimados: 3 | Iteración asignada: 3 |
| Programador responsable: Leonardo Cabrera Nicolau. | |
| Descripción: Muestra la o las autopsias registradas en el sistema que cumplen criterios de búsqueda previamente establecidos, permitiendo modificar los datos si fuera necesario. | |
| Observaciones: | |

Tabla 2.3 Historia de usuario: *Buscar autopsia*.

2.2.5 VALIDACIÓN DE REQUISITOS FUNCIONALES

La validación de requisitos es el proceso que certifica su correspondencia con las necesidades del cliente y los usuarios finales, representa un paso de gran importancia para la obtención de un sistema que verdaderamente satisfaga las expectativas planteadas.

La construcción de prototipos es comúnmente el medio utilizado para validar la interpretación del ingeniero de software sobre los requisitos definidos, así como la identificación de nuevos requisitos. Los prototipos pueden ser costosos, pero evitan el despilfarro de recursos al intentar satisfacer requisitos equivocados (IEEE, 2004).

A continuación, se muestran los prototipos correspondientes a la validación de los requisitos especificados en las historias de usuario mostradas con anterioridad (Figuras 2.2; 2.3 y 2.4).

CAPÍTULO 2: PROPUESTA DE SOLUCIÓN

«SISTEMA INFORMÁTICO DE REGISTRO Y CONTROL EN ANATOMÍA PATOLÓGICA PARA LA RED HOSPITALARIA DE CUBA»

CODIFICAR DIAGNÓSTICO DE CAUSA DE MUERTE

CIE 10: C72 Tumor maligno de la médula espinal, de los nervios craneales y de otras partes del sistema nervioso central

Eje morfológico: Código Descriptor

Eje topográfico: Código Descriptor

Procedimiento: Código Descriptor

Prefijo: Sufijo: avanzado(a)

Tumor maligno de la médula espinal, de los nervios craneales y de otras partes del sistema nervioso central avanzado(a)

Aceptar Cancelar

Figura 2.2 Prototipo de interfaz de usuario: Codificar diagnóstico de causa de muerte.

DATOS DEMOGRÁFICOS Y HOSPITALARIOS

Nombre(s): Mara

1er. Apellido: Pozo

2do. Apellido: Santos

Carné de identidad: 25121073534

Historia clínica: HC29453

Edad: 89 años meses días

Fecha de nacimiento: 10/12/1925

Sexo: Femenino

Color de la piel: Blanca

Ocupación: Jubilado

Provincia: La Habana

Municipio: Centro Habana

Fecha de ingreso: 23/05/2014

Fecha de egreso: 02/06/2014

Especialidad de egreso: Enfermería Intensiva y Emergencias

Sala de egreso:

Autopsia: A20140017 Médico legal

Evisceración: Fecha: 02/06/2014 Ejecutado por: Carlos García Rabelo Julio Pérez Pérez

Disección: Fecha: 02/06/2014 Ejecutado por: Carlos García Rabelo

Diagnóstico: Fecha: 03/06/2014 Ejecutado por: Carlos García Rabelo

Exportar Aceptar Cancelar

Figura 2.3 Prototipo de interfaz de usuario: Registrar autopsia.

CAPÍTULO 2: PROPUESTA DE SOLUCIÓN

«SISTEMA INFORMÁTICO DE REGISTRO Y CONTROL EN ANATOMÍA PATOLÓGICA PARA LA RED HOSPITALARIA DE CUBA»

RECUPERAR AUTOPSIAS 2 Resultados

Número de autopsia Hospital

Historia clínica Fallecido CI

| Número | Hospital | HC | CI | Fallecido | Sexo | Edad | + |
|-----------|---|---------|-------------|-----------------------|-----------|---------|---|
| A20140001 | Hosp. C.Q. Nacional Hermanos Ameijeiras | HC53471 | 40032463434 | Miguel García Moralez | Masculino | 74 años | |
| A20140017 | Hosp. C.Q. Nacional Hermanos Ameijeiras | HC29453 | 25121073534 | Mara Pozo Santos | Femenino | 89 años | |

Figura 2.4 Prototipo de interfaz de usuario: *Buscar autopsia*.

2.3 PLAN DE ITERACIONES

Una vez identificados los requisitos y descritas las historias de usuario correspondientes, el equipo de desarrollo realiza una estimación del esfuerzo que supone requerirá la implementación de cada una, mientras el cliente define la prioridad en función del valor para el negocio. Finalmente, se llega a un acuerdo sobre el orden de implementación y el contenido de las entregas, apostando por enfrentar las historias de más valor y riesgo lo antes posible (Letelier y Penadé, 2003).

Las metodologías ágiles han cambiado muchos de los conceptos asociados al desarrollo de software, entre ellos la forma de realizar estimaciones. Uno de los métodos más utilizados para la estimación, al trabajar con metodologías ágiles, son los **puntos de historia**, concebidos para dimensionar y relacionar la complejidad de las historias de usuario con respecto a otras.

La técnica de Planeación Poker (*Planning Poker*) permitió evaluar de forma rápida y eficaz la dificultad relativa de las historias de usuario especificadas. Para la aplicación de esta técnica cada miembro del equipo de desarrollo propone un valor de estimación para cada historia de usuario, si estos no coinciden se exponen los argumentos de las estimaciones más alejadas y se repite el proceso hasta lograr un consenso (Cohn, 2006; Elssamadisy, 2008).

El ciclo de desarrollo de software guiado por XP se caracteriza por ser iterativo e incremental. Los niveles de prioridad para el negocio y el esfuerzo estimado de implementación para cada una de

CAPÍTULO 2: PROPUESTA DE SOLUCIÓN

«SISTEMA INFORMÁTICO DE REGISTRO Y CONTROL EN ANATOMÍA PATOLÓGICA PARA LA RED HOSPITALARIA DE CUBA»

las historias de usuario especificadas, hicieron posible la planificación de la implementación del sistema, quedando definidas cuáles historias de usuario serían implementadas en cada iteración. La Tabla 2.4 expone el Plan de iteraciones resultado de dicha planificación.

| No. Iteración | Historia de usuario | Prioridad | Esfuerzo estimado | |
|---|--|-----------|-------------------|----|
| 1 | Codificar diagnóstico de causa de muerte. | Alta | 8 | 74 |
| | Registrar fallecido. | Alta | 5 | |
| | Registrar autopsia. | Alta | 3 | |
| | Registrar diagnóstico clínico. | Alta | 8 | |
| | Registrar diagnóstico macroscópico. | Alta | 8 | |
| | Registrar diagnóstico anatomopatológico. | Alta | 8 | |
| | Filtrar autopsias según criterios especificados. | Alta | 21 | |
| | Emitir listado configurable de autopsias. | Media | 13 | |
| 2 | Visualizar fallecido. | Media | 3 | 79 |
| | Modificar fallecido. | Media | 3 | |
| | Visualizar diagnóstico clínico. | Media | 3 | |
| | Modificar diagnóstico clínico. | Media | 3 | |
| | Visualizar diagnóstico macroscópico. | Media | 3 | |
| | Modificar diagnóstico macroscópico. | Media | 3 | |
| | Visualizar diagnóstico anatomopatológico. | Media | 3 | |
| | Modificar diagnóstico anatomopatológico. | Media | 3 | |
| | Visualizar autopsia. | Media | 3 | |
| | Modificar autopsia. | Media | 3 | |
| | Emitir desglose de valores por atributos. | Media | 13 | |
| | Adicionar regla de control interno. | Baja | 8 | |
| | Listar reglas de control interno. | Baja | 3 | |
| | Visualizar regla de control interno. | Baja | 3 | |
| | Modificar regla de control interno. | Baja | 3 | |
| | Eliminar regla de control interno. | Baja | 3 | |
| Realizar control interno de calidad. | Alta | 8 | | |
| Clasificar correlación clinicopatológica. | Alta | 8 | | |

CAPÍTULO 2: PROPUESTA DE SOLUCIÓN

«SISTEMA INFORMÁTICO DE REGISTRO Y CONTROL EN ANATOMÍA PATOLÓGICA PARA LA RED HOSPITALARIA DE CUBA»

| | | | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|-------|---|----|
| 3 | Emitir informe de autopsia. | Media | 5 | 75 |
| | Buscar fallecido. | Media | 3 | |
| | Buscar autopsia. | Media | 3 | |
| | Registrar sala. | Baja | 3 | |
| | Asociar especialidad a sala. | Baja | 3 | |
| | Modificar sala. | Baja | 3 | |
| | Desactivar sala. | Baja | 3 | |
| | Registrar patólogo. | Baja | 3 | |
| | Modificar patólogo. | Baja | 3 | |
| | Desactivar patólogo. | Baja | 3 | |
| | Adicionar código a diccionario. | Baja | 5 | |
| | Buscar código en diccionario. | Baja | 3 | |
| | Modificar código en diccionario. | Baja | 3 | |
| | Autenticar usuario. | Baja | 3 | |
| | Registrar usuario. | Baja | 5 | |
| | Modificar usuario. | Baja | 3 | |
| | Desactivar usuario. | Baja | 3 | |
| | Exportar datos de autopsias. | Baja | 3 | |
| | Exportar reglas de control interno. | Baja | 3 | |
| | Exportar diccionarios. | Baja | 3 | |
| Importar datos de autopsias. | Baja | 3 | | |
| Importar reglas de control interno. | Baja | 3 | | |
| Importar diccionarios. | Baja | 3 | | |

Tabla 2.4 Esfuerzo estimado por iteraciones.

2.4 ARQUITECTURA DE LA SOLUCIÓN

Para que un software sea desarrollado con calidad es necesario establecer desde el inicio una arquitectura que describa sus principios fundamentales, garantizando robustez y escalabilidad. La arquitectura de software define la estructura del sistema, constituida por componentes con funciones específicas que interactúan entre sí. Según Hofmeister y otros (2000) puede considerarse el

CAPÍTULO 2: PROPUESTA DE SOLUCIÓN

«SISTEMA INFORMÁTICO DE REGISTRO Y CONTROL EN ANATOMÍA PATOLÓGICA PARA LA RED HOSPITALARIA DE CUBA»

“puente” entre los requerimientos del sistema y la implementación, siendo la base del diseño del sistema a desarrollar.

Para el diseño arquitectónico del sistema se hará uso del patrón Modelo Vista Controlador (MVC) (Figura 2.5), el cual garantiza la organización del código fuente de la aplicación, dividiéndola en tres componentes fundamentales: el modelado del dominio, la presentación y las clases controladoras.

El Modelo administra el comportamiento y los datos del dominio de aplicación.

La Vista define las interfaces de usuario. Posibilita la interacción del usuario y muestra la información obtenida por el modelo del medio persistente.

El Controlador responde a eventos que se traducen en solicitudes de servicio para el modelo o la vista, gestionando la interacción entre el usuario y los datos.

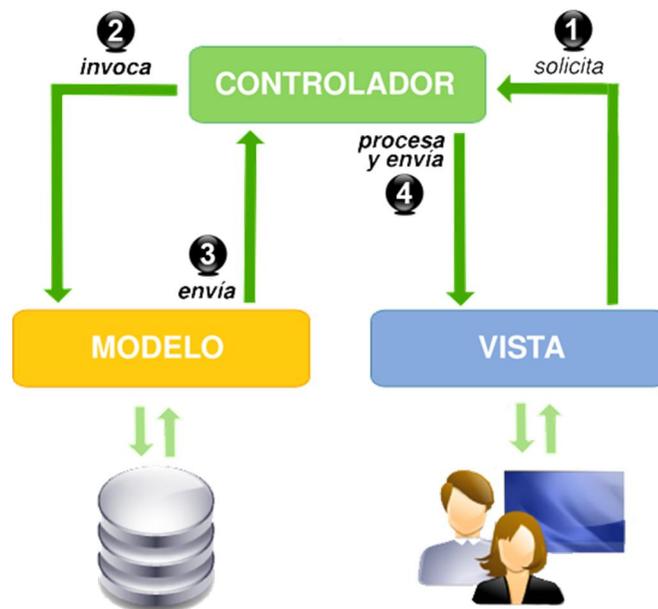


Figura 2.5 Patrón Modelo Vista Controlador.

Coincidiendo con Buschmann y otros (2001) el patrón MVC proporciona considerables beneficios:

- Permite la utilización de múltiples vistas para los mismos datos.
- Permite intercambiar las vistas y los controladores de un modelo.
- Incrementa la reutilización y la flexibilidad.
- Facilita la evolución de la interfaz de usuario.

CAPÍTULO 2: PROPUESTA DE SOLUCIÓN

«SISTEMA INFORMÁTICO DE REGISTRO Y CONTROL EN ANATOMÍA PATOLÓGICA PARA LA RED HOSPITALARIA DE CUBA»

2.5 MODELO DE DISEÑO

Uno de los principios fundamentales de la metodología XP es la simplicidad, en la etapa de diseño se propone el empleo de tarjetas CRC (Clase Responsabilidad Colaboración), en lugar de diagramas de clases para la descripción del sistema en notación UML.

La característica más sobresaliente de las tarjetas CRC es su sencillez y adaptabilidad (Casas y Reinaga, 2012). Las tarjetas CRC son fichas que representan cada una de las clases del sistema, en ellas se describen brevemente las responsabilidades de la clase, mostrando un listado de las clases con las que colabora para ejecutar dichas responsabilidades. Su utilización en el diseño potencia el uso de patrones de asignación de responsabilidades (GRASP) (Larman, 1999b).

A continuación se muestran las tarjetas CRC correspondientes a tres de las clases controladoras presentes en la propuesta de solución (Tablas 2.5; 2.6 y 2.7).

| TARJETA CRC | |
|---|---|
| Clase: CodificadorController.java | |
| Súper Clase: AnchorPane.java | |
| Responsabilidades: | Colaboraciones: |
| Realizar codificación de Causa de Muerte. Modificar codificación de Causa de Muerte. | Codificacion.java DiagnosticoClinicoController.java DiagnosticosMacroscopicosController.java DiagnosticosAnatomopatologicosController.java |

Tabla 2.5 Tarjeta CRC: *CodificadorController.java*.

| TARJETA CRC | |
|--|--|
| Clase: ProtocoloController.java | |
| Súper Clase: AnchorPane.java | |
| Responsabilidades: | Colaboraciones: |
| Registrar los datos relacionados con la autopsia. Modificar los datos relacionados con la autopsia. | AutopsiaPediatriaAdulto.java DiagnosticoClinicoController.java DiagnosticosMacroscopicosController.java DiagnosticosAnatomopatologicosController.java |

Tabla 2.6 Tarjeta CRC: *ProtocoloController.java*.

CAPÍTULO 2: PROPUESTA DE SOLUCIÓN

«SISTEMA INFORMÁTICO DE REGISTRO Y CONTROL EN ANATOMÍA PATOLÓGICA PARA LA RED HOSPITALARIA DE CUBA»

| TARJETA CRC | |
|---|---|
| Clase: BuscarAutopsiaController.java | |
| Súper Clase: AnchorPane.java | |
| Responsabilidades: | Colaboraciones: |
| Recuperar las autopsias que cumplan los criterios de búsqueda establecidos. | AutopsiaPediatriaAdulto.java FallecidoNinnoAdulto.java ProtocoloController.java |

Tabla 2.7 Tarjeta CRC: *BuscarAutopsiaController.java*.

2.6 PATRONES DE DISEÑO

Los patrones de diseño constituyen soluciones genéricas probadas a problemas comunes del desarrollo de software, propician flexibilidad, elegancia y reutilización. Para un mejor diseño de la solución, se hace uso de los siguientes patrones:

2.6.1 PATRÓN DAO

El patrón Objeto de Acceso a Datos (*Data Access Object, DAO*) establece cómo los objetos de negocio de una aplicación deben usar los objetos encargados del acceso a datos (Alur y otros, 2003). Se utilizó como interfaz para las operaciones de persistencia relacionadas con una entidad particular (métodos para la creación, lectura, modificación, eliminación y búsqueda). Los objetos del negocio acceden a los DAO a través de sus interfaces, siendo independientes de cualquier implementación en específico. Posibilita la creación de una arquitectura desacoplada y un modelo escalable, facilitando el tratamiento centralizado de las transacciones.

2.6.2 PATRONES GOF

De los patrones popularizados por la autoproclamada “Pandilla de los Cuatro” *Gang of Four (GoF)*:

- **Método de fabricación (*Factory Method*):** define una interfaz para la creación de objetos, dejando decidir a sus subclasses los objetos a crear (Gamma y otros, 2004). Se empleó como complemento al patrón DAO, centralizando en una clase (*DAOHibernateFactory.java*) la responsabilidad de instanciar las implementaciones DAO particulares del ORM Hibernate, evitando la dependencia del mismo en las clases controladoras.

CAPÍTULO 2: PROPUESTA DE SOLUCIÓN

«SISTEMA INFORMÁTICO DE REGISTRO Y CONTROL EN ANATOMÍA PATOLÓGICA PARA LA RED HOSPITALARIA DE CUBA»

- **Instancia única (*Singleton*):** diseñado para restringir la creación de objetos pertenecientes a una clase (Gamma y otros, 2004). Se utilizó para garantizar la existencia de una única instancia de la clase *SessionFactory.java*, canal único de comunicación entre la base de datos y la aplicación, garantizando un mecanismo de acceso global a dicha instancia.
- **Fachada (*Facade*):** provee una interfaz unificada de alto nivel orientada a facilitar el uso del sistema (Gamma y otros, 2004). Empleado en la interfaz principal (*SARCAPController.java*).
- **Visitante (*Visitor*):** es un patrón de comportamiento que permite definir una operación sobre objetos de una jerarquía de clases sin necesidad de modificarla (Gamma y otros, 2004). Se empleó para separar los algoritmos del control interno de calidad de la estructura de las entidades persistentes involucradas, unificándolos en una sola clase creada a tales efectos.

2.6.3 PATRONES GRASP

Como patrones generales de asignación de responsabilidades (*General Responsibility Assignment Software Patterns, GRASP*):

- **Experto:** con el fin de asignar las responsabilidades a la clase experta en la información (Larman, 1999b). El patrón resulta de utilidad en las clases del modelo, las cuales contienen toda la información relacionada con los objetos persistentes que representan.
- **Creador:** guía la asignación de responsabilidades relacionadas con la creación de los objetos (Larman, 1999b). Aplicable a la clase *SARCAPController.java*, la cual instancia las clases encargadas de cada una de las funcionalidades accesibles desde la interfaz principal.
- **Bajo acoplamiento:** garantiza la asignación de responsabilidades de manera que el acoplamiento entre las clases permanezca bajo (Larman, 1999b). El acoplamiento mide la fuerza con que una clase está conectada a otra. La arquitectura del sistema es la máxima evidencia de la utilización de este patrón.
- **Alta cohesión:** con el propósito de asignar las responsabilidades a las clases de manera que permanezcan lo más cohesionadas posible, garantizando que ninguna realice un trabajo excesivo gracias a la colaboración con otras clases (Larman, 1999b). Su utilización puede verse, de conjunto con el bajo acoplamiento, en la arquitectura del sistema.

CAPÍTULO 2: PROPUESTA DE SOLUCIÓN

«SISTEMA INFORMÁTICO DE REGISTRO Y CONTROL EN ANATOMÍA PATOLÓGICA PARA LA RED HOSPITALARIA DE CUBA»

- **Controlador:** propone asignar la responsabilidad de recibir o manejar un mensaje de evento del sistema a una clase (Larman, 1999b). En la arquitectura definida este patrón se evidencia en las clases controladoras, responsables de implementar todas las funcionalidades pertenecientes a una interfaz determinada.

La utilización de estos patrones resultó en un diseño sencillo, pensado para la creación de un sistema robusto, fácil de entender, mantener y ampliar; aumentando la capacidad de reutilización de sus componentes y conservando el encapsulamiento de la información.

2.7 MODELO DE DATOS

El modelado y diseño de la base de datos es un factor de suma importancia para la creación de software. Tiene como objetivo generar un conjunto de entidades relacionadas entre sí, que permitan el almacenamiento de la información con un mínimo de redundancia, manteniendo su integridad y facilitando la recuperación para su consulta.

El Modelo Entidad-Relación (MER) asociado a la propuesta de solución (Consultar Anexo 4) está compuesto por 59 tablas, de ellas 29 nomencladoras y el resto destinadas al almacenamiento de la información correspondiente al dominio del problema.

Para la realización del MER se hizo uso de diferentes patrones de diseño de bases de datos; los cuales permitieron la creación de una base de datos fortalecida.

Se utilizó el patrón **Árbol fuertemente codificado** para modelar la estructura de la división política administrativa del país, conformada por la jerarquía *npais*, *nprovincia*, *nmunicipio*.



Figura 2.6 Patrón árbol fuertemente codificado.

Por otro lado, el patrón **Árbol simple** permitió la representación de la Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE-10) en la entidad *neje_cie10*, la cual almacena elementos de igual tipo entre los que existe una jerarquía padre-hijo.

CAPÍTULO 2: PROPUESTA DE SOLUCIÓN

«SISTEMA INFORMÁTICO DE REGISTRO Y CONTROL EN ANATOMÍA PATOLÓGICA PARA LA RED HOSPITALARIA DE CUBA»

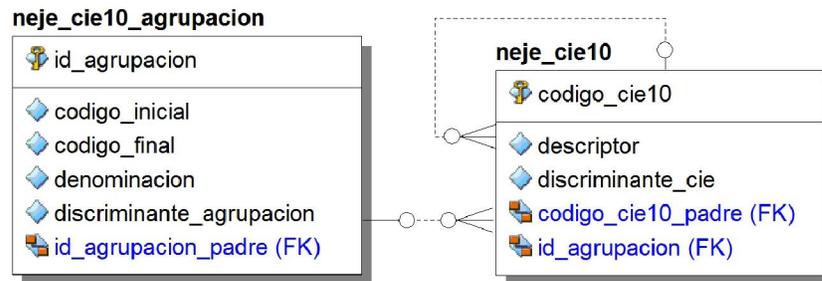


Figura 2.7 Patrón árbol simple.

Con el patrón **Llave subrogada**, se evitó el uso de identificadores del negocio en las entidades.



Figura 2.8 Patrón llave subrogada.

Finalmente, se utilizó el patrón **Control de acceso basado en roles** (RBAC, por sus siglas en inglés) para administrar el acceso de los usuarios a las diferentes funcionalidades del sistema.

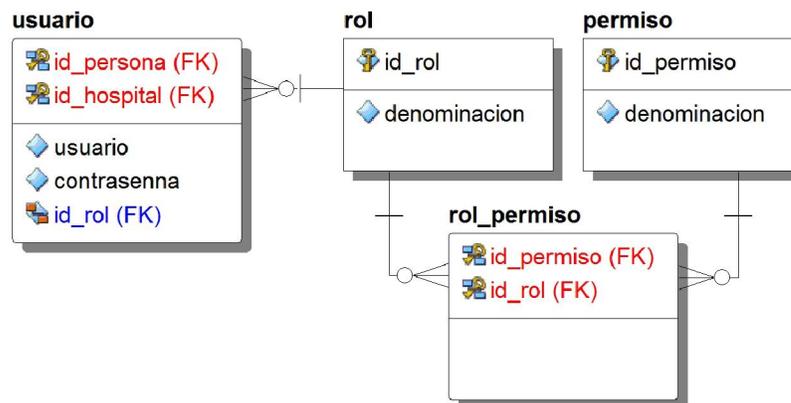


Figura 2.9 Patrón control de acceso basado en roles.

CAPÍTULO 2: PROPUESTA DE SOLUCIÓN

«SISTEMA INFORMÁTICO DE REGISTRO Y CONTROL EN ANATOMÍA PATOLÓGICA PARA LA RED HOSPITALARIA DE CUBA»

El empleo del MER permitió un diseño de base de datos en Tercera Forma Normal, eliminando los problemas de modificación, eliminación e inserción presentes en formas normales inferiores.

2.8 ESTÁNDARES DE CODIFICACIÓN

En función de la homogeneidad en la implementación, se definió un conjunto de pautas a seguir durante la codificación.

- **Cabecera de archivo.**

Todos los archivos deben iniciar con una cabecera que especifique el autor de los últimos cambios, adicionalmente se podrán incluir comentarios u otros datos de interés.

```
4  /**
5  *
6  * @author parango
7  */
```

Figura 2.10 Cabecera de archivo.

- **Definición de clases.**

Las clases serán colocadas en archivos independientes que solo contendrán el código de la misma. Se utilizará el estilo de codificación “*Upper Camel Case*”, el cual establece que los nombres iniciarán con letra mayúscula y de poseer más de una palabra, la primera letra de cada una deberá ser también mayúscula. No se permiten letras mayúsculas sucesivas a menos que se trate de siglas conocidas en el dominio del sistema.

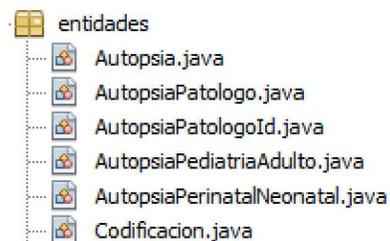


Figura 2.11 Definición de clases.

- **Definición de variables y constantes.**

Los nombres de las variables deben ser descriptivos y concisos. No se usarán grandes frases ni pequeñas abreviaciones. Se utilizará el estilo de codificación “*Lower Camel Case*”, Los nombres iniciarán con letra minúscula y cada nueva palabra debe iniciar con mayúscula.

CAPÍTULO 2: PROPUESTA DE SOLUCIÓN

«SISTEMA INFORMÁTICO DE REGISTRO Y CONTROL EN ANATOMÍA PATOLÓGICA PARA LA RED HOSPITALARIA DE CUBA»

Las constantes se escribirán en su totalidad con mayúscula, usando un guión bajo para la separación de palabras.

```
11     private String idAutopsia;  
12     private Date fechaEvisceracion;  
13     private Set<Imagen> imagenes;
```

Figura 2.12 Definición de variables y constantes.

- **Definición de funciones.**

Los nombres de las funciones deben dar una idea clara del objetivo con el que fueron concebidas. Al igual que para las variables se utilizará el estilo “*Lower Camel Case*”.

```
34     public void getEvisceracionPrincipal() {  
35         //instrucciones  
36     }
```

Figura 2.13 Definición de funciones.

- **Uso de llaves en bloques de instrucciones.**

Todo bloque de instrucciones debe ir entre llaves, aun cuando conste de una sola línea.

```
18     if (fallecido.getEdad() != null) {  
19         edad.setText(String.valueOf(fallecido.getEdad()));  
20     }
```

Figura 2.14 Uso de llaves en bloques de instrucciones.

- **Posición de las llaves en bloques de instrucciones.**

Las llaves de apertura se colocarán al final de la sentencia que delimita el bloque de instrucciones, las de cierre se alinean con el inicio de la sentencia en una nueva línea.

```
41     if (bandera) {  
42         for ( Object object : itmes) {  
43             //instrucciones  
44         }  
45     }
```

Figura 2.15 Posición de las llaves en bloques de instrucciones.

- **Espacios entre operadores.**

Para mejor legibilidad del código, se colocarán espacios a ambos lados de los operadores.

```
44     for (int i = 0; i <= itmes.size(); i++) {  
45         a = i;  
46     }
```

Figura 2.16 Espacios entre signos.

CAPÍTULO 2: PROPUESTA DE SOLUCIÓN

«SISTEMA INFORMÁTICO DE REGISTRO Y CONTROL EN ANATOMÍA PATOLÓGICA PARA LA RED HOSPITALARIA DE CUBA»

2.9 CONCLUSIONES PARCIALES

Con este capítulo, quedaron definidos los elementos esenciales para la construcción de la propuesta de solución. Se creó un modelo conceptual, para una representación visual del dominio del problema. Se especificaron y validaron los requisitos del sistema, realizando una cuidadosa planificación de su implementación en función del esfuerzo necesario y su prioridad para el negocio. Se fundamentó la elección del patrón Modelo Vista Controlador para la arquitectura del sistema. Se obtuvieron las tarjetas CRC correspondientes a cada una de las clases y se evidenció como los patrones de diseño puede contribuir a la obtención de un producto final de mayor calidad. Finalmente, se definieron los estándares de codificación que servirán de guía para alcanzar un producto no solo funcional, sino de código legible y escalable.

CAPÍTULO 3: VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA

«SISTEMA INFORMÁTICO DE REGISTRO Y CONTROL EN ANATOMÍA PATOLÓGICA PARA LA RED HOSPITALARIA DE CUBA»

CAPÍTULO 3: VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA

Una vez detallada la propuesta de solución se procedió a su ejecución. El presente capítulo precisa cada uno de los pasos que desde ese momento tuvo lugar en el afán de continuar y reforzar el aseguramiento de la calidad, iniciado desde la misma planeación del proceso de software. Se ofrece un análisis de cada uno de los niveles de pruebas ejecutados, los términos en que se realizaron las pruebas y los resultados alcanzados. Finalmente, se expone un conjunto de reportes generados por el sistema, evidenciando su utilidad para el análisis de morbilidad sobre los datos.

3.1 PRUEBAS DE UNIDAD

Para las pruebas de unidad, se recurrió a la utilización del conjunto de bibliotecas **JUnit**, escritas en Java y desarrolladas por Kent Beck, principal exponente de la metodología XP; con el objetivo de facilitar la creación y ejecución de pruebas unitarias según las características propuestas por XP.

JUnit constituye un marco de trabajo de código abierto para la creación de pruebas automatizadas, es una instancia de la arquitectura xUnit para marcos de trabajo enfocados en pruebas de unidad (JUnit, 2014). De conjunto con sus complementos para las principales herramientas de desarrollo (NetBeans entre ellas) facilita la codificación y ejecución de las pruebas con un esfuerzo mínimo.

Este marco de trabajo, provee las plantillas necesarias para la creación de las pruebas de unidad, permitiendo al programador enfocarse en los parámetros de las funcionalidades objeto de prueba y la respuesta esperada. Al finalizar, se muestra un informe con las funcionalidades que superaron las pruebas y las que no, debiendo ser corregidas hasta lograr 100 % de efectividad.

En la solución particular que se propone, la realización de pruebas de unidad se vio dificultada por las características de la mayor parte de las funcionalidades de clase, al estar orientadas a operaciones sobre la base de datos y no poseer valores de retorno (métodos void), siendo necesario en la mayoría de las clases probar sus funcionalidades de manera agrupada. Por otro lado, el encapsulamiento implícito en la programación orientada a objetos representó un obstáculo que debió ser saldado antes de poder codificar y ejecutar las pruebas.

Las dificultades antes descritas, impidieron la realización de pruebas a cada una de las clases, seleccionándose aquellas más relevantes para la solución, especialmente las asociadas a la gestión de los datos demográficos y hospitalarios, los diagnósticos clínicos, macroscópicos y anatomopatológicos; así como las clases involucradas en la realización del control interno de calidad

CAPÍTULO 3: VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA

«SISTEMA INFORMÁTICO DE REGISTRO Y CONTROL EN ANATOMÍA PATOLÓGICA PARA LA RED HOSPITALARIA DE CUBA»

y el análisis de la correlación diagnóstica. La Figura 3.1 muestra los resultados de las pruebas de unidad aplicadas a la clase que agrupa los algoritmos asociados al control de calidad.

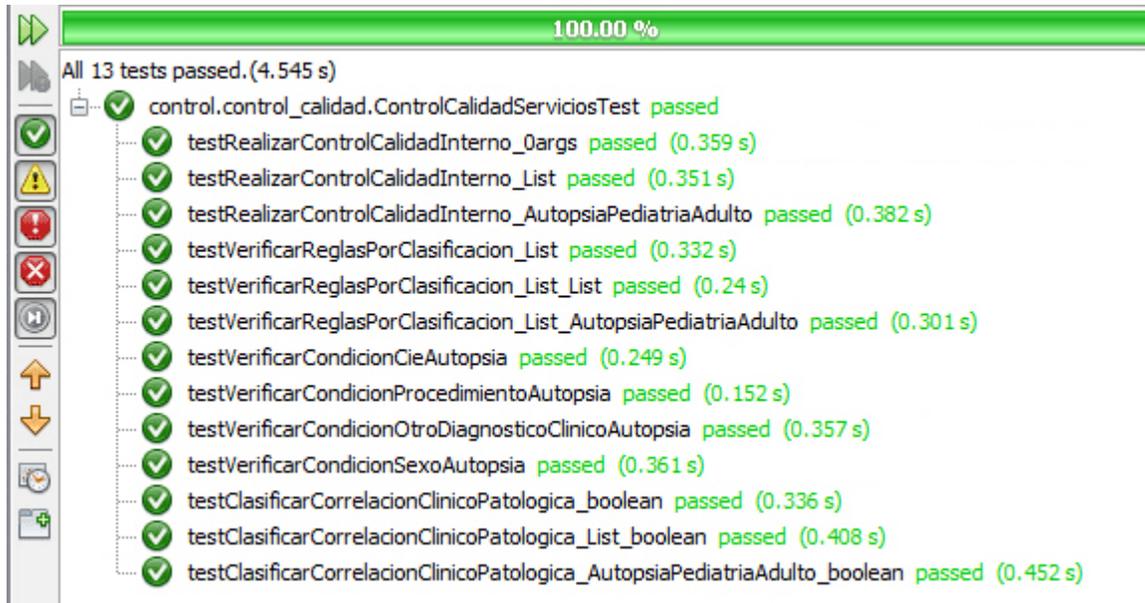


Figura 3.1 Resultados de las pruebas de unidad aplicadas a la clase *Control/CalidadServicios.java*

La utilización de JUnit hizo posible la ejecución controlada de las principales funcionalidades por clase, permitiendo su evaluación acorde al comportamiento esperado. Para lograr un 100 % de efectividad en cada prueba, todos los errores se fueron corrigiendo en la medida en que se fueron revelando. La automatización de las pruebas facilitó su repetición luego de cada cambio importante en el código fuente, garantizando la efectividad de la integración entre los componentes.

3.2 PRUEBAS DE ACEPTACIÓN

Las pruebas de aceptación tienen como objetivo validar que una funcionalidad ha sido completada satisfactoriamente. En consecuencia, y a diferencia de las pruebas de unidad, en XP las pruebas de aceptación no tienen por qué ser 100 % efectivas luego de cada iteración, las correcciones o mejoras en las historias de usuario asociadas a pruebas de aceptación no superadas, forman parte de la planeación de la siguiente iteración (Crispin, 2002; Letelier y Penadé, 2003).

Para las pruebas de aceptación, se ejecutaron pruebas alfa luego de cada iteración de desarrollo, así como una prueba beta una vez concluida la implementación de todas las funcionalidades.

CAPÍTULO 3: VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA

«SISTEMA INFORMÁTICO DE REGISTRO Y CONTROL EN ANATOMÍA PATOLÓGICA PARA LA RED HOSPITALARIA DE CUBA»

Las pruebas alfa se realizaron en un entorno controlado por el equipo de desarrollo, comprobando la correspondencia entre las funcionalidades del sistema y el comportamiento esperado. Finalizada cada iteración de desarrollo, se realizaron pruebas a las funcionalidades implementadas, validando unas e identificando no conformidades en otras. En las sucesivas iteraciones, además de las pruebas a las nuevas funcionalidades, se repitieron las pruebas anteriores aumentando su criticidad e incorporando nuevos casos.

Se especificaron casos de prueba para todas las historias de usuario. A continuación se presenta el diseño de los casos de prueba y los juegos de datos empleados en la validación de las historias de usuario **Codificar diagnóstico de causa de muerte** (Tablas 3.1 y 3.2) y **Registrar autopsia** (Tablas 3.3 y 3.4) correspondientes a la primera iteración de desarrollo.

| CASO DE PRUEBA DE ACEPTACIÓN | | | |
|----------------------------------|---|---|--|
| Historia de Usuario: | | HU-01: Codificar diagnóstico de causa de muerte | |
| Descripción: | | Permite validar la codificación de un diagnóstico de causa de muerte a partir de 6 codificadores diferentes. Es posible codificar una enfermedad (CIE-10, Eje morfológico, Eje topográfico) o un proceder médico (Eje de procedimiento). En cualquier caso, el diagnóstico se puede complementar con algún Prefijo o Sufijo. | |
| Condiciones de ejecución: | | El usuario se autentica en el sistema. En la interfaz principal, se selecciona el menú Inicio y seguidamente Introducir autopsia , introduciendo un número de autopsia y fecha de evisceración válidos. Se selecciona la página correspondiente a los diagnósticos anatomopatológicos (página 6) y se hace doble clic o se presiona ENTER sobre cualquier diagnóstico de causa de muerte. | |
| Escenarios de prueba: | | Flujo del escenario: | Resultados esperados: |
| EP1 | Codificar diagnóstico introduciendo códigos válidos. | Se introducen códigos válidos para un diagnóstico. Se presiona el botón Aceptar . | Se cierra la ventana de codificación. Se muestra el diagnóstico codificado en la causa de muerte seleccionada. |
| EP2 | Codificar diagnóstico introduciendo códigos no válidos. | Se introducen códigos no válidos para un diagnóstico. | El sistema no permite su introducción. |
| EP3 | Codificar diagnóstico dejando campos obligatorios vacíos. | Se introducen códigos dejando campos obligatorios vacíos. Se presiona el botón Aceptar . | El sistema muestra una alerta sobre los campos obligatorios que permanecen vacíos. Se resaltan los campos vacíos. |

CAPÍTULO 3: VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA

«SISTEMA INFORMÁTICO DE REGISTRO Y CONTROL EN ANATOMÍA PATOLÓGICA PARA LA RED HOSPITALARIA DE CUBA»

| | | | |
|-----|--|--|---|
| EP4 | Codificar diagnóstico empleando códigos demasiado generales. | Se introducen códigos muy generales para un diagnóstico específico. Se presiona el botón Aceptar . | El sistema muestra una alerta sobre el diagnóstico demasiado amplio. Se resalta el código implicado. |
| EP5 | Cancelar codificar diagnóstico. | Se introducen algunos códigos para el diagnóstico. Se presiona el botón Cancelar . | El sistema muestra una alerta, solicitando confirmación para continuar. Se cierra la ventana de codificación. El diagnóstico seleccionado para codificación se muestra vacío. |

Tabla 3.1 Caso de prueba de aceptación: *HU Codificar diagnóstico de causa de muerte.*

| Escenarios de prueba | JUEGO DE DATOS DE PRUEBA | | | | | |
|----------------------|--------------------------|-----------------|-----------------|---------------|--------------------|------------------|
| | CIE-10 | Eje Morfológico | Eje Topográfico | Procedimiento | Prefijo | Sufijo |
| EP1 | C402 | 81403 | T11700 | N/A | Antecedente | Izquierdo |
| | (V) | (V) | (V) | | (V) | (V) |
| | C301 | | | N/A | | |
| | (V) | (V) | (V) | | (V) | (V) |
| | N/A | N/A | N/A | 8024 | Peri | Atípico |
| | | | | (V) | (V) | (V) |
| | N/A | N/A | N/A | 4415 | | |
| | | | (V) | (V) | (V) | |
| EP2 | ESF23 | FJ43 | N42YY | N/A | | |
| | (I) | (I) | (I) | | (V) | (V) |
| | N/A | N/A | N/A | SRW212 | | |
| | | | | (I) | (V) | (V) |
| EP3 | | 82143 | T00020 | N/A | | |
| | (I) | (V) | (V) | | (V) | (V) |
| | N/A | N/A | N/A | | | |
| | | | | (I) | (V) | (V) |
| EP4 | J70 | | | | | |
| | (V) | (V) | (V) | (V) | (V) | (V) |

CAPÍTULO 3: VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA

«SISTEMA INFORMÁTICO DE REGISTRO Y CONTROL EN ANATOMÍA PATOLÓGICA PARA LA RED HOSPITALARIA DE CUBA»

| | | | | | | |
|-----|-------------|-----|-----|------------|-----|-----|
| EP5 | F631 | | | N/A | | |
| | (V) | (V) | (V) | | (V) | (V) |

Tabla 3.2 Juego de datos de prueba: *HU Codificar diagnóstico de causa de muerte*

(V: válido, I: inválido, N/A: no aplica).

| CASO DE PRUEBA DE ACEPTACIÓN | | | |
|-------------------------------------|--|--|---|
| Historia de Usuario: | | HU-15: Registrar autopsia. | |
| Descripción: | | Permite validar el registro de los datos generales de la autopsia, correspondientes a la primera página del protocolo. | |
| Condiciones de ejecución: | | El usuario se autentica en el sistema. En la interfaz principal, se selecciona el menú Inicio y seguidamente Introducir autopsia , o alternativamente la combinación de teclas de acceso directo CONTROL + I . | |
| Escenarios de prueba: | | Flujo del escenario: | Resultados esperados: |
| EP1 | Registrar autopsia introduciendo datos válidos. | Se introducen datos válidos para una autopsia. Se intenta pasar a la siguiente página del protocolo. | Se registran los datos. El protocolo pasa de página. |
| EP2 | Registrar autopsia introduciendo datos no válidos. | Se introducen datos no válidos para una autopsia. Se intenta pasar a la siguiente página del protocolo. | El sistema muestra una alerta sobre los datos no válidos. Se resaltan los campos no válidos. El protocolo no pasa de página. |
| EP3 | Registrar autopsia dejando campos obligatorios vacíos. | Se introducen datos dejando campos obligatorios vacíos. Se intenta pasar a la siguiente página del protocolo. | El sistema muestra una alerta sobre los campos obligatorios que permanecen vacíos. Se resaltan los campos vacíos. El protocolo no pasa de página. |
| EP4 | Registrar autopsia previamente registrada en el sistema. | Se introducen los datos de una autopsia previamente registrada. Se intenta pasar a la siguiente página del protocolo. | El sistema muestra una alerta sobre la autopsia previamente registrada. Se resalta el número de autopsia. El protocolo no pasa de página. |
| EP5 | Cancelar registrar autopsia. | Se introducen algunos datos de la autopsia. Se presiona el botón Cancelar . | El sistema muestra una alerta, solicitando confirmación para continuar. Se cierra el protocolo de autopsia. |

Tabla 3.3 Caso de prueba de aceptación: *HU Registrar autopsia*.

CAPÍTULO 3: VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA

«SISTEMA INFORMÁTICO DE REGISTRO Y CONTROL EN ANATOMÍA PATOLÓGICA PARA LA RED HOSPITALARIA DE CUBA»

| Escenarios de prueba | JUEGO DE DATOS DE PRUEBA | | | | | | | |
|----------------------|--------------------------|--------------|-----------------------|---------------|--------------------|---------------|----------------------|---------------|
| | Autopsia | Médico legal | Fecha de evisceración | Ejecutado por | Fecha de disección | Ejecutado por | Fecha de diagnóstico | Ejecutado por |
| EP1 | A20140001 | Si | 10/05/2014 | Juan | 10/05/2014 | Juan | 13/10/2014 | Miguel |
| | (V) | (V) | (V) | (V) | (V) | (V) | (V) | (V) |
| | A20140002 | | 11/05/2014 | | | | | |
| | (V) | (V) | (V) | (V) | (V) | (V) | (V) | (V) |
| EP2 | EB2184 | | 13/05/2014 | | | | | |
| | (I) | (V) | (V) | (V) | (V) | (V) | (V) | (V) |
| EP3 | | | 17/05/2014 | | | | | |
| | (I) | (V) | (V) | (V) | (V) | (V) | (V) | (V) |
| | A20140003 | | | | | | | |
| | (V) | (V) | (I) | (V) | (V) | (V) | (V) | (V) |
| EP4 | A20140001 | Si | 10/05/2014 | Juan | 10/05/2014 | Juan | 13/10/2014 | Miguel |
| | (V) | (V) | (V) | (V) | (V) | (V) | (V) | (V) |
| EP5 | A20140004 | | 17/05/2014 | | | | | |
| | (V) | (V) | (V) | (V) | (V) | (V) | (V) | (V) |

Tabla 3.4 Juego de datos de prueba: *HU Registrar autopsia* (V: válido, I: inválido).

La gráfica de la Figura 3.2, ilustra los resultados de las pruebas de aceptación realizadas al finalizar cada una de las iteraciones en que quedó dividido el proceso de desarrollo.

En general, se evidencia un ascenso en el número de casos de prueba escritos y ejecutados en cada iteración con respecto a la anterior y una tendencia creciente en la efectividad de las pruebas.

En la primera iteración se implementaron y probaron 8 historias de usuario, de las cuales 5 resultaron satisfactorias (63 % de efectividad). En la segunda iteración se implementaron las funcionalidades descritas en otras 18 historias de usuario y se realizaron correcciones a las 3 que no superaron la primera vuelta de pruebas. Se ejecutaron un total de 26 pruebas de aceptación (incluidas las 8 iniciales), el resultado fue de 22 pruebas satisfactorias y 4 no satisfactorias, para un 85 % de efectividad. Todas las no conformidades de la primera iteración fueron subsanadas.

CAPÍTULO 3: VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA

«SISTEMA INFORMÁTICO DE REGISTRO Y CONTROL EN ANATOMÍA PATOLÓGICA PARA LA RED HOSPITALARIA DE CUBA»

En la tercera iteración, una vez saldados los problemas detectados en la iteración anterior, se terminó de implementar las funcionalidades restantes. Se repitieron las pruebas anteriores y se aplicaron otras 23 con el objetivo de validar las nuevas funcionalidades. De un total de 49 pruebas realizadas, solo 3 resultaron no satisfactorias, significando un 94 % de efectividad y la corrección de las no conformidades. Finalmente, se repitieron todas las pruebas resultando satisfactorias.

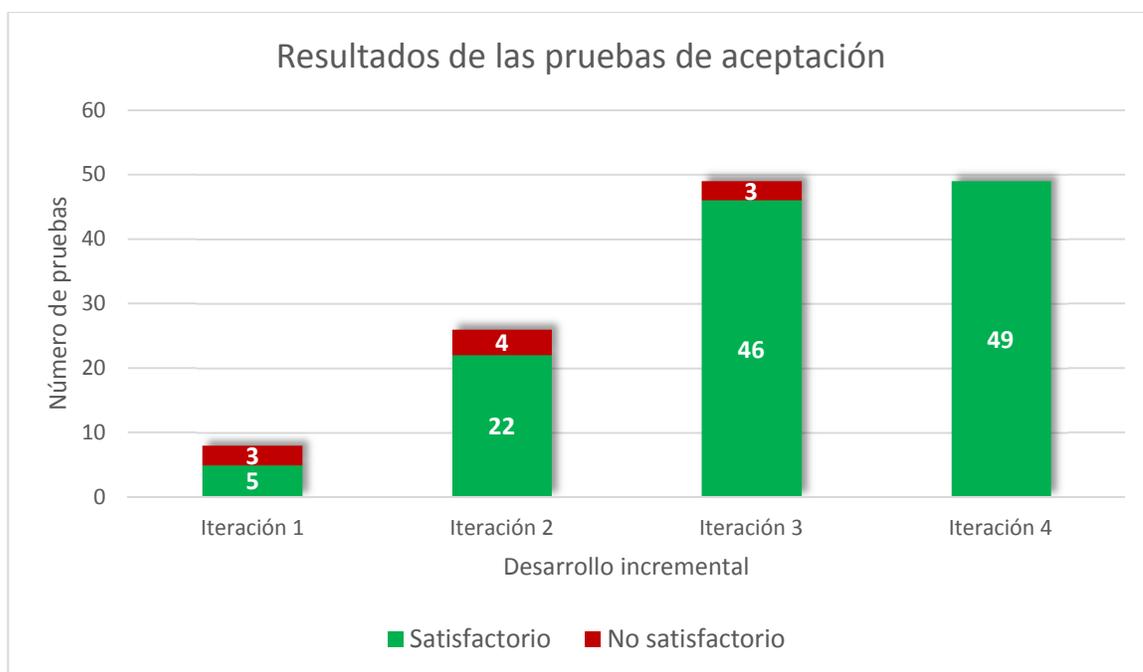


Figura 3.2 Resultados de las pruebas de aceptación al final de cada iteración.

Luego de realizadas las pruebas alfa, se realizó una prueba beta en el lugar de trabajo de los usuarios finales. Por período de 3 semanas y en un entorno no controlado por el equipo de desarrollo, se procedió a la introducción de 74 casos correspondientes al año 2012 del “Hospital Militar Comandante Manuel Fajardo Rivero” en Villa Clara; así como 194 casos correspondientes al primer trimestre de 2014 del “Hospital Militar Doctor Carlos Juan Finlay” en La Habana.

Durante la prueba se logró la introducción en el sistema de 268 casos reales, con un tiempo promedio por caso aceptable según los usuarios. Finalmente, el cliente expresó su satisfacción por la calidad y eficiencia del trabajo realizado, haciéndolo constar formalmente en carta de aceptación firmada el 18 de Junio de 2014, la cual puede ser consultada en el Anexo 1 del presente documento.

CAPÍTULO 3: VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA

«SISTEMA INFORMÁTICO DE REGISTRO Y CONTROL EN ANATOMÍA PATOLÓGICA PARA LA RED HOSPITALARIA DE CUBA»

3.3 POTENCIALIDADES PARA EL ANÁLISIS DE MORBIMORTALIDAD

Los datos recopilados, a pesar de no ser abundantes, permitieron la generación de un conjunto de reportes que evidencian las facilidades del sistema para el análisis de morbimortalidad.

La Causa Directa de Muerte (CDM) es la enfermedad o estado patológico que produjo directamente la muerte (Hurtado de Mendoza Amat, 2009). La Figura 3.3 muestra un reporte generado por el sistema en el que se recogen las CDM más frecuentes en el conjunto de casos estudiados.

CAUSA DIRECTA DE MUERTE

| Enfermedad | Cantidad | Porcentaje |
|----------------------------------|----------|------------|
| Bronconeumonía, no especificada | 56 | 28.87 |
| Insuficiencia respiratoria aguda | 21 | 10.82 |
| Edema cerebral | 20 | 10.31 |
| Choque cardiogénico | 14 | 7.22 |
| Muerte cardíaca súbita | 11 | 5.67 |
| Infarto agudo del miocardio | 11 | 5.67 |
| Otros diagnósticos | 61 | 31.44 |

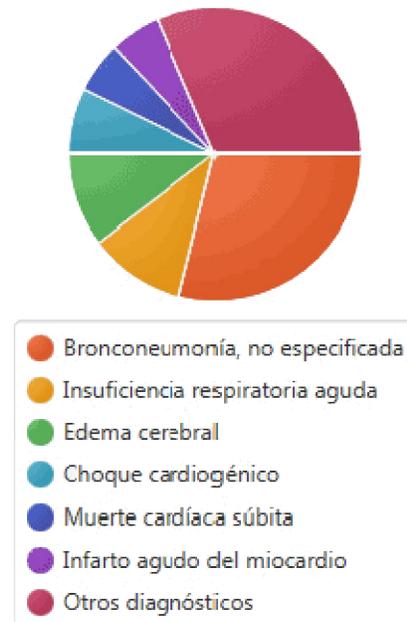


Figura 3.3 Diagnósticos de Causa Directa de Muerte (CDM) más frecuentes.

Por otro lado, la Causa Básica de Muerte (CBM) es la enfermedad o lesión que inició la cadena de acontecimientos patológicos que condujeron directamente a la muerte (Hurtado de Mendoza Amat, 2009). La Figura 3.4 muestra el reporte de las CBM más frecuentes.

CAPÍTULO 3: VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA

«SISTEMA INFORMÁTICO DE REGISTRO Y CONTROL EN ANATOMÍA PATOLÓGICA PARA LA RED HOSPITALARIA DE CUBA»

CAUSA BÁSICA DE MUERTE

| Enfermedad | Cantidad | Por ciento |
|---|----------|------------|
| Aterosclerosis de arteria coronaria | 77 | 30.2 |
| Aterosclerosis cerebral | 27 | 10.59 |
| Enfermedad aterosclerótica | 22 | 8.63 |
| Enfermedad pulmonar obstructiva crónica | 18 | 7.06 |
| Hipertensión esencial (primaria) | 10 | 3.92 |
| Tumor maligno del pulmón | 8 | 3.14 |
| Otros diagnósticos | 93 | 36.47 |

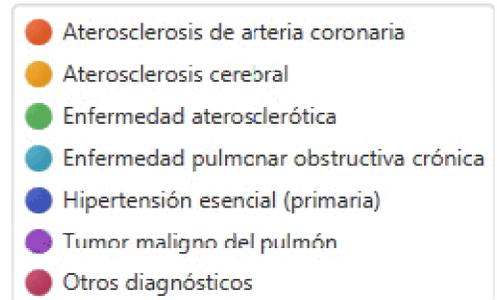
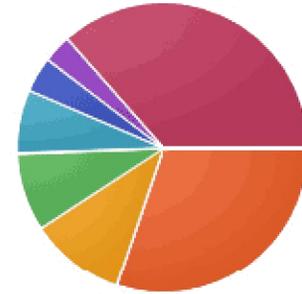


Figura 3.4 Diagnósticos de Causa Básica de Muerte (CBM) más frecuentes.

Durante el estudio anatomopatológico del fallecido, se realizan otros diagnósticos que pueden ser parte o no de la cadena de sucesos que llevaron a la muerte. En los 268 casos introducidos en el sistema, se codificó un total de 5 606 diagnósticos patológicos, promediando 21 diagnósticos por caso. La Figura 3.5 muestra aquellos diagnósticos que con más frecuencia fueron codificados.

DIAGNÓSTICOS MÁS FRECUENTES

| Enfermedad | Cantidad | Por ciento |
|-------------------------------------|----------|------------|
| Aterosclerosis de la aorta | 225 | 4.01 |
| Aterosclerosis de arteria coronaria | 208 | 3.71 |
| Nefrosclerosis | 199 | 3.55 |
| Edema cerebral | 187 | 3.34 |
| Aterosclerosis cerebral | 185 | 3.3 |
| Antracosis pulmonar | 182 | 3.25 |
| Riñón congestivo | 165 | 2.94 |
| Páncreas congestivo | 162 | 2.89 |
| Congestión pulmonar aguda | 154 | 2.75 |
| Bazo congestivo | 152 | 2.71 |

Figura 3.5 Diagnósticos más frecuentes.

CAPÍTULO 3: VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA

«SISTEMA INFORMÁTICO DE REGISTRO Y CONTROL EN ANATOMÍA PATOLÓGICA PARA LA RED HOSPITALARIA DE CUBA»

Usualmente en los estudio patológicos solo se considera la Causa Básica de Muerte (CBM), pasando por alto las Causas Intermedias (CIM) y Causa Directa (CDM) que también forman parte del proceso que lleva al paciente a la muerte, así como las Causas Contribuyentes (CC) y Otros Diagnósticos (OD) que sin llevar a la muerte, están presentes en la mayor parte de los fallecidos (Hurtado de Mendoza Amat y otros, 2010).

Los resultados alcanzados demuestran las ventajas del sistema para la realización de estudios de multicausalidad de la muerte, permitiendo analizar la incidencia de ciertas enfermedades sobre la muerte en un contexto determinado.

3.4 CONCLUSIONES PARCIALES

La realización de un adecuado proceso de pruebas durante el desarrollo de la aplicación, permitió alcanzar un software de elevada calidad y comprobada satisfacción de los requisitos convenidos.

Luego de cada cambio significativo en el sistema, se realizaron pruebas de unidad automatizadas a las principales funcionalidades por clases, exigiéndose un 100 % de efectividad para cada una.

Se ejecutó un total de 49 casos de prueba a medida que se fueron entregando las funcionalidades acordadas, corrigiendo las no conformidades y repitiendo las pruebas para su validación.

La introducción de 268 casos reales, en un entorno no controlado por el equipo de desarrollo, ratificó la efectividad de la solución propuesta. En tanto, arrojó un conjunto de resultados que ponen en evidencia las potencialidades del sistema para el análisis de morbimortalidad.

CONCLUSIONES

El estudio de la bibliografía y análisis de las tecnologías de la información y las comunicaciones aplicadas al área de Anatomía Patológica, demostró la necesidad de un nuevo sistema informático en la búsqueda del mayor aprovechamiento de los estudios patológicos.

La solución desarrollada, facilita el proceso de evaluación de la calidad en la atención médica, a partir del análisis y clasificación de la correlación clinicopatológica, así como la generación de un informe de autopsia de mayor calidad y precisión.

La validación de la propuesta de solución, ratificó la calidad y compromiso con el cliente, promoviendo su utilización en el entorno real para el que fue concebida.

El sistema informático obtenido responde a las condiciones de la red hospitalaria cubana, garantizando con su generalización, el estudio de un mayor número de casos en apoyo a la toma de decisiones.

RECOMENDACIONES

La mejora de la conectividad interdepartamental de los centros de salud cubanos, propiciaría la adaptación del sistema con un esfuerzo mínimo para su ejecución desde la web, aprovechando las potencialidades de la red para la transmisión de los datos en tiempo real a una base de datos centralizada.

Con la extensión del soporte a nuevos métodos estadísticos, se podría obtener una mayor utilidad sobre los datos, a la vez que la incorporación de un módulo de Minería de Datos, permitiría el descubrimiento de conocimiento implícito en los mismos.

Para un soporte completo a la gestión de la información en los departamentos de Anatomía Patológica, sería de utilidad el desarrollo de una especialización dentro del sistema para el procesamiento de autopsias perinatales, así como su extensión a biopsias y citologías.

La consolidación del sistema a nivel nacional, propiciaría la exploración de nuevos caminos para la cooperación internacional.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

«SISTEMA INFORMÁTICO DE REGISTRO Y CONTROL EN ANATOMÍA PATOLÓGICA PARA LA RED HOSPITALARIA DE CUBA»

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALUR, D., J. CRUPI y D. MALKS *Core J2EE™ Patterns: Best Practices and Design Strategies*. Edtion ed.: Prentice Hall PTR, 2003. ISBN 0-13-142246-4.

BADAL ALTER, J. M., V. CUSÍ SÁNCHEZ, C. HÖRNDLER ARGARATE y J. A. GIMÉNEZ MAS. Requerimientos de un sistema de información en un Servicio de Anatomía Patológica. In S.E.D.A.P. SEAP ed. *Libro Blanco de la Anatomía Patológica en España. Suplemento 2011*. Madrid, 2011, p. 19-24.

BÁEZ, G. y S. B. BRUNNER. Metodología DoRCU para la Ingeniería de Requerimientos. Instituto Superior Politécnico Jose Antonio Echeverría, 2001.

BECK, K. y C. ANDRES *Extreme Programming Explained: Embrace Change, Second Edition*. Edtion ed.: Addison Wesley Professional, 2004. ISBN 0-321-27865-8.

BELL, D. y M. PARR *Java para estudiantes*. Edtion ed.: Pearson Editorial, 2003. ISBN 9702601444.

BOOCH, G., J. RUMBAUGH y I. JACOBSON *El Lenguaje Unificado de Modelado/The Unified Software Development Process*. edited by A. WESLEY. Edtion ed.: Pearson Education, 1999. ISBN O-201-57169-2.

BUSCHMANN, F., R. MEUNIER, H. ROHNERT, P. SOMMERLAD y otros *Pattern-Oriented Software Architecture, A System of Patterns*. Edtion ed.: Wiley, 2001. ISBN 0 471 95889 7.

CAP Anatomic pathology computer systems. CAP TODAY, 2013a, 27(2), 23-41.

CAP. SNOMED CT®—An IHTSDO Product. In *College of American Pathologists*, 2013b. [Disponible en: http://www.cap.org/apps/cap.portal? nfpb=true&cntvwrPtlit actionOverride=%2Fportlets%2FcontentViewer%2Fshow&_windowLabel=cntvwrPtlit&cntvwrPtlit{actionForm.contentReference}=snomed%2Fsnomed_ct.html&_state=maximized&_pageLabel=cntvwr] [Accedido: 06/11/2013].

CARRERO, A. Conceptos básicos de ORM (Object Relational Mapping). In *Programación en castellano*, 2013. [Disponible en: http://www.programacion.com/articulo/conceptos_basicos_de_orm_object_relational_mapping_349] [Accedido: 06/11/2013].

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

«SISTEMA INFORMÁTICO DE REGISTRO Y CONTROL EN ANATOMÍA PATOLÓGICA PARA LA RED HOSPITALARIA DE CUBA»

CASAS, S. y H. REINAGA Aspectos Tempranos: un enfoque basado en Tarjetas CRC. Sociedad Colombiana de Computación, 2012.

CASTAÑO PASCUAL, Á. Información estructurada en Anatomía Patológica. Interoperabilidad con otros sistemas de información sanitaria. In S.E.D.A.P. SEAP ed. *Libro Blanco 2013 de la Anatomía Patológica en España*. Madrid, 2013, p. 59-66.

CIE10. ¿Que es la cie10? In *CIE10*, 2014. [Disponible en: http://cie10.org/Cie10_Que_es_cie10.php] [Accedido: 17/06/2014].

COHN, M. *Agile Estimating and Planning*. Edtion ed.: Pearson Education, 2006. ISBN 9788131705483.

COLLINS-SUSSMAN, B., B. W. FITZPATRICK y C. M. PILATO *Control de versiones con Subversion: Revision 2133*. Edtion ed., 2004.

COMA DEL CORRAL, M. J., M. SÁNCHEZ RAMOS, E. MORO RODRÍGUEZ y R. CÁRDENES MEDINA Software libre y código abierto en aplicaciones para patología. *Revista Española de Patología*, 2003, 36(3), 283-292.

CRISPIN, L. H., TIP *Testing Extreme Programming*. Edtion ed.: Addison Wesley Professional, 2002. 336 p. ISBN 0-321-11355-1.

CRUZ, E. Morbimortalidad. In *Scribd*, 2012. [Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/95318192/El-concepto-de-morbimortalidad-es-un-concepto-complejo-que-proviene-de-la-ciencia-medica-y-que-combina-dos-subconceptos-como-la-morbilidad-y-la-mortal>] [Accedido: 17/06/2014].

CHARVAT, J. *Project Management Methodologies: Selecting, Implementing, and Supporting Methodologies and Processes for Projects*. Edtion ed. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc, 2003. ISBN 0471221783.

DATE, C. J. *Introducción a los sistemas de base de datos*. edited by A. WESLEY. Edtion ed. México: Pearson Educación, 2001. ISBN 968-444-419-2.

DOUGLAS, K. B. Object-Relational Mapping Articles. In, 2013. [Disponible en: <http://www.service-architecture.com/object-relational-mapping/articles/>] [Accedido: 20/11/2013].

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

«SISTEMA INFORMÁTICO DE REGISTRO Y CONTROL EN ANATOMÍA PATOLÓGICA PARA LA RED HOSPITALARIA DE CUBA»

ELSSAMADISY, A. *Agile Adoption Patterns: A Roadmap to Organizational Success*. Edtion ed.: Addison Wesley Professional, 2008. ISBN 0132702479.

ESCALONA, M. J. y N. KOCH. *Ingeniería de Requisitos en Aplicaciones para la Web – Un estudio comparativo*. Universidad de Sevilla, 2002.

FERRER-ROCA, O. y F. MARCANO Anatomía patológica digital. Control de calidad y pato-informática. *Revista Española de Patología*, 2009, 42(2), 85-95.

FONSECA CANTILLO, C. D. y J. N. CUDEIRO ROMERO. Módulo Anatomía Patológica del Sistema de Información Hospitalaria Alas HIS. Universidad de las Ciencias Informáticas, 2009.

GAMMA, E., R. HELM, R. JOHNSON y J. VLISSIDES *Design Patterns Elements of Reusable Object-Oriented Software*. Edtion ed., 2004. ISBN 8131700070.

GARCÍA DEL MORAL, R. Gestión de Calidad de Anatomía Patológica. Aplicación Informática. In *X Congreso Virtual Hispanoamericano de Anatomía Patológica*, 2009. [Disponible en: http://www.conganat.org/10congreso/trabajo.asp?id_trabajo=1977&tipo=4] [Accedido: 20/11/2013].

GARCÍA ROJO, M. Patología Digital y Tecnología de la información en los servicios de Anatomía Patológica. In S.E.D.A.P. SEAP ed. *Libro Blanco 2013 de la Anatomía Patológica en España*. Madrid, 2013, p. 215-238.

GARCÍA ROJO, M., T. ÁLVARO NARANJO, J. S. SALAS VALIÉN, L. CORTÉS y otros Sistemas de información en anatomía patológica: análisis de las soluciones existentes. *Revista Española de Patología*, 2001, 24(2), 111-126.

GARCÍA ROJO, M. y F. J. PARDO MINDÁN. Anatomía patológica (patología) en la historia de salud electrónica. In S.E.D.I.D.L.S. SEIS ed. *VI Informe SEIS “El sistema integrado de información clínica”*. Pamplona, 2004, p. 171-208.

GRIMM, E. E. y R. A. SCHMIDT Reengineered Workflow in the Anatomic Pathology Laboratory. Costs and Benefits. *Archives of Pathology & Laboratory Medicine*, 2009, 133(4), 601-604.

HANSEN, G. W. y J. V. HANSEN *Diseño y Administración de Bases de Datos*. Edtion ed.: Prentice Hall, 1997. ISBN 9788483220023.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

«SISTEMA INFORMÁTICO DE REGISTRO Y CONTROL EN ANATOMÍA PATOLÓGICA PARA LA RED HOSPITALARIA DE CUBA»

HEFFELFINGER, D. R. *JasperReports for Java Developers*. Edtion ed.: Packt Publishing, 2006. ISBN 1-904811-90-6.

HOFMEISTER, C., R. NORD y D. SONI *Applied Software Architecture*. Edtion ed.: Addison-Wesley Professional, 2000. ISBN 0201325713.

HURTADO DE MENDOZA AMAT, J. Autopsia en Cuba en el siglo XXI. *Revista Cubana de Medicina Militar*, 2007, 36(1).

HURTADO DE MENDOZA AMAT, J. *Autopsia. Garantía de calidad en la medicina*. Edtion ed. La Habana: Editorial Ciencias Médicas, 2009. ISBN 978-959-212-396-0.

HURTADO DE MENDOZA AMAT, J. y R. ÁLVAREZ SANTANA Situación de la autopsia en Cuba y el mundo. La necesidad de su mejor empleo. *Revista Latinoamericana de Patología*, 2008, 46(1), 3-8.

HURTADO DE MENDOZA AMAT, J., R. ÁLVAREZ SANTANA y I. BORRAJERO MARTÍNEZ Evaluación de la calidad de los diagnósticos premortem de causas de muerte según autopsias. Cuba, 1994-2003. Cuarta parte. *Revista Latinoamericana de Patología*, 2010, 48(1), 3-7.

HURTADO DE MENDOZA AMAT, J., R. ALVAREZ SANTANA, A. JIMÉNEZ LÓPEZ y L. G. FERNÁNDEZ PÉREZ El SARCAP, Sistema Automatizado de Registro y Control de Anatomía Patológica. *Revista Cubana de Medicina Militar*, 1995, 24(2), 123-130.

HURTADO DE MENDOZA AMAT, J., T. D. J. MONTERO GONZÁLEZ y I. YGUALADA CORREA Situación actual y perspectiva de la autopsia en Cuba. *Revista Cubana de Salud Pública*, 2013, 39(1), 135-147.

IEEE *Guide to the Software Engineering Body of Knowledge (SWEBOK)*. Edtion ed., 2004.

IHTSDO. Members of IHTSDO. In *International Health Terminology Standards Development Organisation*, 2013a. [Disponible en: <http://www.ihtsdo.org/members/>] [Accedido: 06/11/2013].

IHTSDO. SNOMED CT. In *International Health Terminology Standards Development Organisation*, 2013b. [Disponible en: <http://www.ihtsdo.org/snomed-ct/>] [Accedido: 06/11/2013].

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

«SISTEMA INFORMÁTICO DE REGISTRO Y CONTROL EN ANATOMÍA PATOLÓGICA PARA LA RED HOSPITALARIA DE CUBA»

JACOBSON, I., G. BOOCH y J. RUMBAUGH *El Proceso Unificado de Desarrollo de Software*. Edtion ed. Madrid: Pearson Educación. S.A., 2000.

JUNIT. JUnit 4. In *JUnit*, 2014. [Disponible en: <http://junit.org/>] [Accedido: 02/06/2014].

KENDALL, K. E. y J. E. KENDALL *Análisis y diseño de sistemas*. Edtion ed.: Pearson Education, 2005. ISBN 9789702605775.

KING, G., C. BAUER, M. R. ANDERSEN, E. BERNARD y otros *Documentación de referencia de Hibernate 3.6.10*. Edtion ed., 2012.

KÜNG, S., L. ONKEN y S. LARGE *TortoiseSVN: Un cliente de Subversion para Windows: Version 1.7*. Edtion ed., 2011.

LARMAN, C. *UML y Patrones. Introduccion al analisis y diseño orientado a objetos*. Edtion ed. México: Prentice Hall, 1999b. ISBN 970-17-0261-1.

LETELIER, P. y M. C. PENADÉ. *Métodologías Ágiles en el Desarrollo de Software: eXtreme Programming (XP)*. Universidad Politécnica de Valencia, 2003.

MARQUINA, E. y J. D. PARRA. *Guía de Patrones, Prácticas y Arquitectura .NET*. In MICROSOFT. 2008.

MATELLÁN OLIVERA, V. *Compilación de ensayos sobre software libre*. Edtion ed. Madrid: Dykinson, 2004. ISBN 849772402X.

MATO GARCÍA, R. M. *Sistemas de Base de Datos*. Edtion ed. La Habana: Pueblo y Educación, 2005.

MEDELL GAGO, M. *AvanPat 1.1. Sistema de Información para Anatomía Patológica*. In *VI Congreso Virtual Hispanoamericano de Anatomía Patológica*, 2004. [Disponible en: <http://conganat.uninet.edu/6CVHAP/autores/trabajos/T067/index.html>] [Accedido: 14/11/2013].

MITCHELL, J. C. *Concepts in Programming Languages* Edtion ed.: Cambridge University Press, 2002. ISBN 0-511-03492-X.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

«SISTEMA INFORMÁTICO DE REGISTRO Y CONTROL EN ANATOMÍA PATOLÓGICA PARA LA RED HOSPITALARIA DE CUBA»

MOORE, W. G., J. J. BERMAN, G. M. HUTCHINS y R. E. MILLER. The Johns Hopkins Autopsy Resource (JHAR). In *National Legal Aid & Defender Association*, 2005. [Disponible en: [http://www.nlada.org/forensics/for lib/Documents/1121977685.67/index.html](http://www.nlada.org/forensics/for_lib/Documents/1121977685.67/index.html)] [Accedido: 20/11/2013].

OPS/OMS. Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE). In *Pan American Health Organization*, 2013. [Disponible en: http://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=3561&Itemid=2560&lang=es] [Accedido: 06/11/2013].

ORACLE. JavaFX Developer Home. In *Oracle | Hardware and Software, Engineered to Work Together*, 2013a. [Disponible en: <http://www.oracle.com/technetwork/java/javafx/overview/index.html?ssSourceSiteId=ocomen>] [Accedido: 20/11/2013].

ORACLE. Welcome to NetBeans. In *Welcome to NetBeans*, 2013b. [Disponible en: https://netbeans.org/index_es.html] [Accedido: 20/11/2013].

ORACLE. JavaFX Scene Builder: Getting Started with JavaFX Scene Builder. In *Java Documentation*, 2014. [Disponible en: <http://docs.oracle.com/javase/8/scene-builder-2/get-started-tutorial/overview.htm>] [Accedido: 26/05/2014].

PARADIGM, V. Visual Paradigm Suite User's Guide. In., 2005.

PARK, S., A. V. PARWANI, R. D. ALLER, L. BANACH y otros The history of pathology informatics: A global perspective. *Journal of Pathology Informatics*, 2013, 4(7).

POSTGRESQL, C. D. Acerca de PostgreSQL. In *Comunidad de PostgreSQL*, 2014. [Disponible en: http://postgresql.uci.cu/?page_id=30] [Accedido: 20/06/2014].

PREMKUMAR, L. y P. MOHAN *Beginning JavaFX*. Edtion ed.: Apress, 2010. ISBN 9781430271987.

PRESSMAN, R. *Ingeniería de Software. Un enfoque práctico*. Edtion ed.: Mc Graw Hill, 2005. ISBN 9701054733.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

«SISTEMA INFORMÁTICO DE REGISTRO Y CONTROL EN ANATOMÍA PATOLÓGICA PARA LA RED HOSPITALARIA DE CUBA»

PYTEL, P., C. UHALDE, H. D. RAMÓN, H. CASTELLO y otros. Ingeniería de requisitos basada en técnicas de ingeniería del conocimiento. 2011.

RAE. Morbilidad. In *Diccionario de la lengua española*, 2014a. [Disponible en: <http://drae22.rae.es/morbilidad>] [Accedido: 05/02/2014].

RAE. Mortalidad. In *Diccionario de la lengua española*, 2014b. [Disponible en: <http://drae22.rae.es/mortalidad>] [Accedido: 05/02/2014].

ROUSE, M. What is integrate development environment (IDE). In *Software Quality information, news and tips*, 2007. [Disponible en: <http://searchsoftwarequality.techtarget.com/definition/integrated-development-environment>] [Accedido: 07/11/2013].

RUIZ-BERTOL, F. J. y F. J. ZARAZAGA-SORIA. El Control de Versiones en el aprendizaje de la Ingeniería Informática: Un enfoque práctico. 2007.

SÁNCHEZ ASENJO, J. *Gestión de Base de Datos*. Edtion ed., 2013.

SCM, S. I. Sistema de Información de Salud Alas HIS. In *Software Sanitario*, 2011. [Disponible en: <http://www.scmsi.es/scmsi/index.php/software-sanitario/alas-his>] [Accedido: 12/11/2013].

SCHMULLER, J. *Aprendiendo UML en 24 horas*. Edtion ed. Naucalpan de Juárez: Pearson Educación, 2000. ISBN 968444463X.

SOMMERVILLE, I. *Software Engineering*. Edtion ed.: Pearson Education, 2007. ISBN 7-111-19770-4.

TREJOS BURITICA, O. I. *La esencia de la Lógica de Programación*. Edtion ed., 1999. ISBN 958-33-1125-1.

WINN, T. y P. CALDER Is This a Pattern? IEEE Software, 2002.

YGUALADA CORREA, Y., J. HURTADO DE MENDOZA AMAT y T. MONTERO GONZÁLEZ. Beneficios de las reuniones derivadas de la autopsia en el control de la calidad asistencial. Santa Clara: 2013.