

Un Método para la Evaluación de la Calidad de Sistemas de Gestión de Historias Clínicas Electrónicas



**Edwin Fermín Gómez Quiñónez
Cristhian Octavio Rendón Collazos**

**Universidad del Cauca
Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones
Departamento de Telemática
Grupo de Ingeniería Telemática**

Línea de Investigación en e-Salud

Popayán, Julio de 2011

Un Método para la Evaluación de la Calidad de Sistemas de Gestión de Historias Clínicas Electrónicas



**Edwin Fermín Gómez Quiñónez
Cristhian Octavio Rendón Collazos**

Director: Dr. Ing. Diego Mauricio López Gutiérrez

Universidad del Cauca
Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones
Departamento de Telemática
Grupo de Ingeniería Telemática

Línea de Investigación en e-Salud

Popayán, Julio de 2011

DEDICATORIA

A Dios primero que todo, por su amor, ayuda y enseñanzas. A mis padres William Alfonso Rendón Muñoz y Lady Patricia Collazos Burbano, por encontrar siempre la confianza y el aliento para recorrer el camino que decido recorrer. A mis amigos y compañeros, por las experiencias vividas. A mi compañero de tesis Edwin Fermín Gómez quien me ofreció su amistad sincera. A mis profesores de quienes tanto aprendí. Todos ellos han contribuido y seguirán contribuyendo con mi formación.

Muchas Gracias.

CRISTHIAN OCTAVIO RENDÓN COLLAZOS

Al señor Jesucristo, mi Dios y mi amigo. A mi mamá, Alba Lidia Gómez, por su lucha constante e inigualable amor. A toda mi familia, por su apoyo incondicional. A Paolita, por su grande amor y ternura, por estar siempre ahí. A doña Luz Mila Moreno y su familia, mi familia adoptiva. A mis amigos y hermanos, compañeros de estudio y profesores.

Dedico a todos ustedes este trabajo y agradezco a cada uno por su constante preocupación y apoyo.

EDWIN F. GÓMEZ

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Contexto General	1
1.2. El Problema de Investigación	2
1.3. Conceptos Generales	3
1.3.1. Informática para la Salud.	3
1.3.2. Evaluación de las TIC en el campo de la salud.	3
1.3.3. Métodos de evaluación	4
1.3.4. Técnicas de recolección de datos (Anderson y Aydin, 2005; Van Der Loo et al., 1995)	4
1.3.5. Evaluación en Ingeniería de Software.	4
1.4. Objetivos	6
1.5. Organización del documento	6
2. ATRIBUTOS, INDICADORES Y MÉTRICAS DE CALIDAD PARA UN SISTEMA DE HCE	7
2.1. Introducción	7
2.2. Aproximación Metodológica	7
2.3. Análisis del Estado del Arte	8
2.4. Atributos de Calidad de un Sistema de HCE	13
2.5. Métricas e Indicadores de Calidad de un Sistema de HCE	17
2.6. Conclusiones	40
3. UN MÉTODO PARA LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE SISTEMAS DE GESTIÓN DE HISTÓRICAS CLÍNICAS ELECTRÓNICAS	41
3.1. Introducción	41
3.2. Estado del Arte	41
3.2.1. Trabajos que desarrollan métodos.	41
3.2.2. Trabajos de revisión de métodos.	43
3.3. Descripción general de SPEM 2.0	45
3.3.1. Escenarios Fundamentales	45
3.4. Desarrollo del Método de Evaluación	47

3.4.1	Base para la definición del método	47
3.4.1.1	Manual de Métodos de Evaluación de Informática de la Salud (Brender, 2006b)	47
3.4.1.2	Evaluación de Registros Médicos Electrónicos – EMR (Lærum, 2004)	50
3.4.1.3	Sistemas de Información en Salud en la Práctica Clínica (Yusof, 2008)	51
3.4.1.4	Evaluación del Software Médico – Guía para la Evaluación (CCEEM, 2003)	53
3.4.1.5	ISO/IEC 14598 (Saravia Aramayo, 2007; Calahorrano Narváez, 2007)	55
3.4.2	Definición del método de evaluación desarrollado	58
3.4.2.1	Roles	59
3.4.2.2	Productos de Trabajo	60
3.4.2.3	Guías	61
3.4.2.4	Tareas	62
3.5	Implementación del método	70
3.6	Conclusiones	74
4.	EVALUACIÓN DEL MÉTODO PROPUESTO - CASO DE ESTUDIO HSLV	75
4.1	Introducción	75
4.2	Descripción general de DESMET	75
4.3	Elección del Método de Evaluación	77
4.3.1	Análisis de Características por Caso de Estudio	79
4.4	Evaluación del método propuesto	80
4.4.1	Selección del Método a Evaluar	80
4.4.2	Identificación de Características a Evaluar y Criterios de Aceptación	80
4.4.3	Selección del Proyecto Piloto	84
4.4.4	Aplicar el Método en el Proyecto Piloto (Caso de Estudio)	84
4.4.4.1	Descripción general del Proceso de Evaluación.	84
4.4.4.2	Evaluación del Sistema de HCE del HSLV	91
4.4.5	Asignación de Puntuaciones a las Características a Evaluar	93
4.4.6	Análisis de Datos y Reporte de la Evaluación	93
4.5	Conclusiones	94
5.	CONCLUSIONES, LECCIONES APRENDIDAS Y TRABAJO FUTURO	95
5.1	Dificultades y Conclusiones	95
5.2	Lecciones Aprendidas	96
5.3	Trabajo Futuro	97
	REFERENCIAS	98

LISTA DE ILUSTRACIONES

FIGURA 1. ESTRUCTURA DEL METAMODELO SPEM 2.0 (OBJECT MANAGEMENT GROUP, 2008)	46
FIGURA 2. FASES DE EVALUACIÓN DE SISTEMAS DE HCE (LÆRUM, 2004)	51
FIGURA 3. PROCESO DE EVALUACIÓN ISO/IEC 14598	57
FIGURA 4. ECLIPSE PROCESS FRAMEWORK COMPOSER	70
FIGURA 5. ESTRUCTURA DE LOS ELEMENTOS DEFINIDOS PARA LA CREACIÓN DE MÉTODOS, PROCESOS O METODOLOGÍAS.	71
FIGURA 6. DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE	71
FIGURA 7. RELACIONES DEL COMPONENTE	72
FIGURA 8. VISTA PRELIMINAR DEL COMPONENTE	72
FIGURA 9. CONFIGURACIÓN DEL MÉTODO, PROCESO O METODOLOGÍA.	73
FIGURA 10. VISTA DE LA PUBLICACIÓN DEL MÉTODO PROPUESTO	73
FIGURA 11. PRESENTACIÓN GENERAL DEL PROCESO DE LA EVALUACIÓN.	85
FIGURA 12. ACTIVIDAD: ESPECIFICACIÓN DE REQUISITOS DE LA EVALUACIÓN.	86
FIGURA 13. ACTIVIDAD: ESTUDIO DE FACTIBILIDAD	87
FIGURA 14. ACTIVIDAD: DEFINICIÓN DE TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN.	88
FIGURA 15. ACTIVIDAD: REALIZACIÓN DEL CRONOGRAMA.	89
FIGURA 16. ACTIVIDAD: OBTENCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS	90
FIGURA 17. ACTIVIDAD: GENERACIÓN DE CONCLUSIONES DE LA EVALUACIÓN.	91

LISTA DE TABLAS

TABLA 1. ATRIBUTOS DE CALIDAD DE UN EHR-S	15
TABLA 2. METRICAS DE EVALUACIÓN DE ATRIBUTOS TECNOLÓGICOS - CALIDAD DEL SISTEMA	20
TABLA 3. TABLA DE INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN	24
TABLA 4. METRICAS DE EVALUACIÓN DE ATRIBUTOS TECNOLÓGICOS - CALIDAD DEL SISTEMA	30
TABLA 5. METRICAS DE EVALUACIÓN DE ATRIBUTOS TECNOLÓGICOS - CALIDAD DE LA INFORMACIÓN	32
TABLA 6. METRICAS DE EVALUACIÓN DE ATRIBUTOS HUMANOS –USO DEL SISTEMA	34
TABLA 7. METRICAS DE EVALUACIÓN DE ATRIBUTOS HUMANOS –SATISFACCIÓN DEL USUARIO	35
TABLA 8. RELACIÓN ENTRE LAS ACTIVIDADES DE ISO 14598 Y EL MÉTODO PROPUESTO.	58
TABLA 9. CONDICIONES FAVORABLES PARA LA ELECCIÓN DEL MÉTODO DE EVALUACIÓN.	77
TABLA 10. CARACTERÍSTICAS GENERALES A EVALUAR DEL MÉTODO PROPUESTO	80
TABLA 11. CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS A EVALUAR DEL MÉTODO PROPUESTO	81
TABLA 12. ESCALA DE MEDICIÓN PARA EVALUAR EL MÉTODO PROPUESTO	82
TABLA 13. MÉTRICAS PARA EVALUAR EL MÉTODO PROPUESTO	82

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Contexto General

El Informe sobre la salud mundial de la Organización Mundial de la Salud (OMS) del año 2000 definió como una de las mayores necesidades de los sistemas de salud en todo el mundo el uso eficiente de los recursos disponibles para afrontar la cada vez mayor demanda de prestación de servicios de salud de calidad (World Health Organization, 2000). De acuerdo con la OMS, un sistema de salud está conformado por todas las organizaciones, personas y actividades cuyo objetivo primordial es promover, restaurar o mantener la salud de los ciudadanos (WHO, 2000).

Uno de los seis componentes básicos de cualquier sistema salud es su sistema de información (WHO, 2007). Un sistema de información de salud es el conjunto de actores (por ej.: profesionales en salud), hardware, software, procedimientos y políticas organizados con el objetivo de mejorar la eficiencia de los profesionales y las organizaciones en la gestión de la información y la prestación de servicios de atención en salud (Lippeveld *et al.*, 2000; Aarts *et al.*, 2006; Shannon, 1979; Bakker, 1995). Uno de los elementos centrales en un sistema de información en salud son los sistemas para la gestión de Historias Clínicas Electrónicas (EHR-S por sus siglas en inglés). Una Historia Clínica Electrónica (HCE) se define como “el conjunto global y estructurado de información, relacionado con los procesos de la asistencia médico-sanitaria de los pacientes, soportado en una plataforma informática” (Rueda-Clausen Pinzón, 2006). Asimismo, un sistema de gestión de HCE (o Sistema de HCE) se define como “el conjunto de componentes que forman el mecanismo mediante el cual una HCE es creada, manipulada, almacenada y recuperada. Un Sistema de HCE incluye el conjunto de personas, datos, reglas y procedimientos, dispositivos de procesamiento y almacenamiento, y facilidades de comunicación y soporte” (ISO, 2005a).

Dentro del ciclo de vida de cualquier sistema de información se encuentra su concepción, planeación, definición de requerimientos, diseño, desarrollo, implementación, pruebas, operación y mantenimiento, evaluación y muerte (Mckay, 2006; Stefanou, 2003). La evaluación es considerada como un complemento esencial en el ciclo de vida de los sistemas de información en salud (Aarts *et al.*, 2006).

1.2. *El Problema de Investigación*

Aunque la aplicación de las HCE en el sector salud no es reciente, pues existen muchas experiencias y programas nacionales (sobre todo en países desarrollados) (Blobel, 2008), hay pocas iniciativas que, desde la perspectiva de la Ingeniería de Software, se ocupen de la evaluación de la calidad de los Sistemas de HCE de una manera formal (Hoerbst y Ammenwerth, 2009). Desde el punto de vista de la Ingeniería del Software, existen estándares para la evaluación de la calidad, por ejemplo el estándar ISO/IEC 9126 - Software Engineering - Product Quality (ISO, 1991). Sin embargo estos estándares no han sido en general tenidos en cuenta para la selección de criterios de evaluación de Sistemas de HCE (Yusof et al., 2008a). Desde la perspectiva de la Informática para la Salud, el tema de la evaluación ha sido ampliamente abordado pero centrando su atención en aspectos organizacionales y subjetivos dejando de lado los aspectos técnicos y objetivos (o cuantitativos) (Yusof et al., 2008b). Estudios realizados por diversos autores demuestran la inexistencia de métodos o metodologías claras para llevar a cabo la evaluación de los Sistemas de Información en salud (Ammenwerth y De Keizer, 2005; Rahimi y Vimarlund, 2007; Yusof et al., 2008b). Estos estudios concluyen que no existe un Marco de Trabajo estandarizado para la evaluación de los efectos y resultados de la implementación y uso de las Tecnologías de la Información (TI) en el campo de la salud, y también que hasta hoy no hay investigaciones que exploren el impacto de las TI en cuanto a la productividad y eficiencia de los Sistemas de información en Salud. Otros autores afirman que la evaluación de las TIC en salud se debe tomar como un compromiso que ayude a reconocer la validez científica de la Informática para la Salud, mediante la generación de conocimiento sobre éste tema y su aplicación en casos reales (Rigby, 2006). El desafío es entonces proveer métodos y metodologías para la evaluación formal de los sistemas de información computarizados, concretamente de los sistemas de gestión de Historias Clínicas Electrónicas (Brender, 2006a).

Teniendo en cuenta la descripción del problema anterior, la pregunta de investigación formulada en este proyecto es: ¿Cómo evaluar la calidad de los Sistemas de Gestión para Historia Clínica Electrónica desde la perspectiva de Ingeniería de Software?

El trabajo de grado aquí desarrollado pretende disminuir la brecha existente entre las disciplinas de la Informática para la Salud, los Sistemas de Información y la Ingeniería del Software siguiendo un enfoque multidisciplinar, tal como el propuesto por Pagliari (2007), que considera los avances desarrollados por cada disciplina. Esta investigación aborda concretamente el problema de la inexistencia de un método formal de evaluación de los Sistemas de Información en Salud.

1.3. Conceptos Generales

1.3.1. Informática para la Salud.

La Informática para la Salud o también llamada Informática Médica “es el campo relacionado con la gestión y el uso de la información en la Salud y la Biomedicina” (Hersh, 2002).

1.3.2. Evaluación de las TIC en el campo de la salud.

La evaluación en el contexto de TICS para salud “es el acto de medir o explorar las propiedades de un Sistema de Información en Salud (en la fase de planeación, desarrollo, implementación u operación de su ciclo de vida), resultado de lo cual soporta una decisión a ser tomada respecto a ese sistema en un contexto específico” (Ammenwerth *et al.*, 2004). La decisión de realizar una evaluación es tomada por el cuerpo directivo de la organización en donde se llevará a cabo la implementación del sistema (o donde ya está implementado). Esta decisión está motivada por una necesidad de mejorar el servicio y por el compromiso de usar los resultados de la evaluación para tomar acciones correctivas necesarias respecto al sistema de información y los servicios que presta la institución (Sapirie, 2000). Se pueden realizar dos tipos de evaluaciones:

- **Sumativa:** su propósito es contribuir con una especie de declaración de propiedades del objeto en un contexto de toma de decisiones. Evalúan resultados o impacto de la introducción del sistema y se realizan cuando éste ya ha sido desplegado (Altizer y Goodwin, 2004; Yusof *et al.*, 2008b; Brender, 2006b).
- **Formativa (o constructiva):** se utiliza para controlar un proceso de desarrollo dinámico, es decir, que el proceso mismo puede cambiar mientras se está llevando a cabo el desarrollo (Brender, 2006b). La evaluación en este caso se utiliza como retroalimentación a los desarrolladores antes de que el sistema sea puesto en uso (Altizer y Goodwin, 2004) y sirve como apoyo a la toma de decisiones en cuanto a las tareas subsiguientes de desarrollo o implementación (Yusof *et al.*, 2008b).

A su vez, existen dos enfoques a partir de los cuales una evaluación puede llevarse a cabo (Brender, 2006b; Van Der Meijden *et al.*, 2003), estos son:

- **Objetivista:** en el cual se realiza una medición racional de las propiedades físicas (por ejemplo, tiempo de respuesta). Éste enfoque se divide, a su vez, en: descriptivos, comparativos y co-relacionales.

- **Subjetivista:** Se refiere a aspectos basados en emociones y se llevan a cabo en el entorno natural del objeto de estudio, sin manipularlo (por ejemplo, satisfacción del usuario).

1.3.3. Métodos de evaluación

Un método es la descripción formal del procedimiento necesario para llevar a cabo una tarea. Los métodos son realizados por medio de una cadena de sub-tareas llevadas a cabo por medio de técnicas, herramientas y principios para organizarlas (Brender, 2006b). Los métodos de evaluación en Informática para la Salud pueden ser (Brender, 2006b):

- **Cuantitativos:** Hay una escala de medición para poner los resultados en un contexto de métricas.
- **Cualitativos:** aquellos puramente descriptivos.

1.3.4. Técnicas de recolección de datos (Anderson y Aydin, 2005; Van Der Loo et al., 1995)

Las principales técnicas de recolección de datos para la evaluación de Sistemas de Información en Salud son: observación (registro objetivo de datos cualitativos), entrevistas (registran los sentimientos subjetivos, tanto cuantitativos como cualitativos), tabla de revisiones (registro de datos sobre cantidades y procedimientos estándar), cuestionarios (papel, teléfono o automatizados), estudios de seguimiento (registran datos cuantitativos sobre la eficiencia del flujo de información), muestreo de trabajo, mediciones de tiempo, modelado y simulación.

1.3.5. Evaluación en Ingeniería de Software.

Según ISO 9000:2000, la Gestión de la Calidad del Software consiste en la realización de actividades coordinadas que permiten dirigir y controlar una organización en lo relativo a la calidad. Desde el punto de vista de la calidad, la Gestión de la Calidad del Software está formada por 4 partes (Scalone, 2006):

- **Planificación de la Calidad.** Es la parte enfocada al establecimiento de los objetivos de la calidad y a la especificación de los procesos operativos necesarios y de los recursos relacionados para cumplir los objetivos de calidad.

- **Control de la Calidad.** Orientada al cumplimiento de los requisitos de calidad.
- **Aseguramiento de la Calidad del Software.** Parte de la gestión de la calidad orientada a proporcionar confianza en que se cumplirán los requisitos de calidad.
- **Mejora de la Calidad del Software.** Es la parte centrada en aumentar la capacidad de cumplir con los requisitos de la calidad.

Existen diferentes estándares sobre evaluación y calidad desarrollados por la Organización Internacional para Estandarización (ISO), entre ellos las normas ISO 14598 (evaluación del producto software) ISO 9126 (calidad del producto software). ISO recientemente, en un esfuerzo por lograr la unificación de diferentes normas sobre *evaluación y calidad de software*, ha publicado las primeras partes del proyecto que recibe el nombre de SQuaRE (Software Quality Requirements and Evaluation). SQuaRE es un conjunto de normas bajo la serie 25000 que unifica las normas ISO 9126 e ISO 14598 y las reemplaza, buscando eliminar las inconsistencias entre ellas (Gómez García, 2009). Las cinco divisiones de ISO 25000 son:

- ISO 2500n: Gestión de la Calidad.
- ISO 2501n: Modelo de Calidad.
- ISO 2502n: Medida de Calidad.
- ISO 2503n: Requisitos de Calidad.
- ISO 2504n: Evaluación de la Calidad.

Los valores desde ISO 25050 a 25099 están reservados para extensiones de SQuaRE y/o Reportes Técnicos. SQuaRE provee (ISO, 2005b):

- Términos y definiciones.
- Modelos de Referencia.
- Guías generales.
- Guías de división individuales.
- Estándares internacionales para propósitos de especificación de requerimientos, planeación y gestión, medición y evaluación.

1.4. Objetivos

El objetivo general de este trabajo de grado es proponer un método para la evaluación de la calidad de Sistemas de Gestión de Historias Clínicas Electrónicas desde la perspectiva de la Ingeniería de Software. Para cumplir con este objetivo se han cumplido los siguientes objetivos específicos:

- Definir un conjunto de atributos, indicadores y métricas para evaluación de la calidad de Sistemas de Gestión de Historias Clínicas Electrónicas.
- Definir el conjunto de elementos del método para la evaluación de la calidad de Sistemas de Gestión de Historias Clínicas Electrónicas basado el Metamodelo de Ingeniería de Procesos de Software y Sistemas (SPEM).
- Evaluar el método propuesto en un caso de estudio: evaluación del Sistema de Gestión de Historias Clínicas Electrónicas del Hospital Susana López de Valencia de Popayán.

1.5. Organización del documento

Los capítulos subsiguientes están ordenados como sigue:

- **Capítulo 2.** Este capítulo indica el proceso llevado a cabo para la selección de atributos y métricas para la evaluación de la calidad de los Sistemas de Información utilizados en el campo de la salud. Además es realizada una descripción de la metodología utilizada y una revisión de trabajos anteriores sobre este tópico. El resultado es la construcción de un repositorio de atributos y métricas, con lo cual es alcanzado el primer objetivo específico del trabajo de grado.
- **Capítulo 3.** Este capítulo se enfoca en el segundo objetivo específico pues presenta la definición del Método de Evaluación de Sistemas de Gestión de Historias Clínicas Electrónicas. Además realiza la descripción del metamodelo SPEM 2.0 y de la base teórica, utilizados para definir el método.
- **Capítulo 4.** En este capítulo es descrito el desarrollo del proceso de evaluación del método propuesto en el Capítulo 3. El proceso de evaluación del método incluye la aplicación del mismo en un *caso de estudio*, con lo cual se da cumplimiento al último objetivo específico. El capítulo también realiza una descripción breve de DESMET, la metodología utilizada para la evaluación del método.
- **Capítulo 5.** En este capítulo se presentan las Conclusiones, Lecciones Aprendidas y Trabajo Futuro.

2. ATRIBUTOS, INDICADORES Y MÉTRICAS DE CALIDAD PARA UN SISTEMA DE HCE

2.1 Introducción

Diferentes medidas de calidad son apropiadas para cada tipo de sistema (Delone y Mclean, 2003). En cada proceso particular de evaluación, el investigador debe especificar las características del sistema que le interesa medir y determinar qué métricas utilizará en la medición. El presente capítulo de este trabajo de grado brinda un repositorio de atributos y métricas para la evaluación de la calidad de los Sistemas de Información utilizados en el campo de la Salud.

La sección 2.2 realiza una breve descripción de la metodología utilizada para la identificación y selección de los *atributos, indicadores y métricas de calidad*. La sección 2.3 contiene una descripción de trabajos realizados, tanto en la disciplina de Informática para la Salud como en la Ingeniería de Software, respecto a la revisión, creación y clasificación de los criterios o atributos para evaluar Sistemas de Información. La sección 2.4 expone el proceso de identificación de los *atributos de calidad* mayormente utilizados en el campo de la Informática para la Salud al evaluar los Sistemas de Información. Por último, la sección 2.5 presenta los resultados de la búsqueda y selección de métricas para evaluar los atributos de calidad.

2.2 Aproximación Metodológica

Como referencia metodológica para la identificación y selección de los atributos, así como de las métricas y los indicadores, fue utilizado el modelo para la investigación documental de Serrano (2008). Las fases de este modelo fueron adaptadas para su utilización, obteniendo así las siguientes: Fase Preparatoria, Fase Descriptiva y Fase de Interpretación. En la primera fase, después de llevar a cabo una revisión de la literatura sobre evaluación de Sistemas de Información en Salud que permitió identificar los aspectos más importantes en los cuales se debía centrar la investigación, fue trazado el plan para identificar y seleccionar los atributos, métricas e indicadores de calidad de los sistemas en cuestión. En la segunda fase (Descriptiva), partiendo de la literatura revisada, y tomando como base el *marco de trabajo* (framework) propuesto por Yusof *et al.*(2008a), se procedió a identificar el conjunto global de atributos, indicadores y métricas mencionados en los trabajos sobre evaluación de sistemas de salud. El resultado obtenido fue una tabla extensa de atributos de calidad y una colección limitada de métricas. En la última fase, Interpretación, fue realizado un estudio más profundo de los resultados encontrados en la fase anterior. El estudio se realizó revisando los atributos de cada categoría y de cada dimensión del marco de trabajo por

separado, lo que permitió seleccionar los atributos más críticos para la evaluación de calidad de Sistemas de Información en Salud (sección 2.4). Dado que la lista de las métricas identificadas en la Fase Descriptiva estaba limitada a las métricas desarrolladas por la disciplina de la Ingeniería del Software, fue necesario ahondar más en este aspecto y extraer, de los instrumentos¹ utilizados para la evaluación en Sistemas de Información en Salud y Sistemas de Información en general, nuevas métricas, las cuales han sido organizadas en tablas separadas de las métricas de software encontradas (sección 2.5).

2.3 Análisis del Estado del Arte

En esta sección se presentan los principales proyectos, a nivel internacional y a nivel nacional, relacionados con la evaluación de sistemas de información en salud y sistemas de información en general. La revisión se centra en proyectos orientados a la definición de criterios de evaluación y trabajos orientados a la definición de métodos de evaluación.

Altizer y Goodwin (2004) realizaron una revisión de los criterios y métodos para la evaluación de los sistemas de información en salud. A partir de ésta revisión, los autores seleccionaron 10 criterios para evaluar un sistema de información real como caso de estudio: seguridad ocupacional del sistema, seguridad de los datos, confiabilidad, completitud de los datos, soporte a la toma de decisiones, usabilidad, flexibilidad, eficiencia, interoperabilidad e impacto social. Éste trabajo hace referencia y clarifica los indicadores de evaluación definidos por Stoop y Berg (2003) haciendo referencia a diferentes trabajos sobre evaluación, sin embargo no indica las métricas a utilizar.

Sapirie (2000) presenta un marco de trabajo para la evaluación de un sistema de información en salud desarrollado por la Organización Mundial de la Salud (OMS). Propone la selección de subsistemas y componentes del sistema de información, que al cruzarlos dan origen a una matriz que puede ser utilizada para seleccionar aquellos factores a evaluar. Este trabajo presenta una evaluación enfocada a nivel de servicio y a nivel organizacional, no a nivel técnico ni de software. Es más bien enfocada al fortalecimiento de las áreas del sistema de información que afectan a la salud pública. No proponen métricas para medición de los indicadores y los ejemplos mostrados son escasos.

Gremy y Degoulet separaron los criterios de evaluación en varios niveles (Ammenwerth y De Keizer, 2005): nivel técnico (se miden atributos como: tiempo de respuesta, confiabilidad), eficiencia médica (se mide: completitud del registro, adherencia a protocolos, satisfacción del paciente y calidad del cuidado),

¹Herramientas para la obtención de datos de medición: encuestas, cuestionarios, etc.

economía (medir por ejemplo costos), aspectos sociológicos (medida de: aceptabilidad, utilidad, visión externa del sistema), aspectos filosóficos (por ejemplo: interacción humano-computador). Para este trabajo no fue posible encontrar métricas para cada uno de los niveles antes definidos.

Ammenwerth y De Keizer (2005) proponen la siguiente clasificación de los criterios que se pueden utilizar para evaluar un sistema de información en salud:

- **Calidad estructural.** Comprende los componentes: calidad técnica y de hardware (desempeño de red, legibilidad de datos), calidad de software (corrección del algoritmo, usabilidad), conocimientos en computación o aceptación de la tecnología.
- **Calidad de la logística de la información.** Componentes: calidad de la información documentada o procesada (completitud, corrección de los datos), costo de procesamiento de la información (costos por hardware, software), satisfacción del usuario, patrones de uso de un componente.
- **Efectos en la calidad de los procesos.** Eficiencia en los procesos (tiempos de espera, tiempo para acceder a la información), cuidado apropiado del paciente (tasas de errores en la medicación, adherencia a los lineamientos), calidad social o de la organización (calidad de cooperación y comunicación entre profesionales de la salud).
- **Efectos en los resultados de la calidad de la prestación de servicios de salud.** Incluye: calidad final de la atención (morbilidad, calidad de vida), costos de la atención (uso de recursos, tiempo de hospitalización), satisfacción del paciente, conocimiento o comportamiento relacionado con el paciente.

Este trabajo no indica métricas y los ejemplos de los criterios que es posible evaluar son reducidos.

Van der Loo estructuró los criterios a evaluar en distintos enfoques (Ammenwerth y De Keizer, 2005): Enfoque estructural (se evalúa: desempeño del sistema, satisfacción del usuario), enfoque en el proceso (uso de la base de datos, consumo de servicios) y enfoque en los resultados (satisfacción del paciente). Para este trabajo no fue posible encontrar métricas para cada uno de los criterios definidos.

DeLone y McLean (1992) identificaron los factores determinantes para el éxito de un sistema de información. Estos factores pueden considerarse en seis dimensiones diferentes:

- **Calidad de la información.** Se refiere al nivel semántico, evalúa la información que el sistema genera. Atributos a evaluar: la completitud, legibilidad y exactitud de los datos.

- **Calidad del sistema.** Se refiere al nivel técnico. Evalúa el sistema de procesamiento en sí mismo. Atributos a evaluar serían: facilidad de uso, usabilidad y accesibilidad.
- **Uso de la información.** Mide el consumo por parte de los usuarios finales, de la información saliente del sistema de información. Los criterios de evaluación incluyen entre otros: frecuencia de uso y cantidad de características usadas.
- **Satisfacción del usuario.** Mide la respuesta del usuario respecto al uso del sistema. Se evalúa por ejemplo: satisfacción respecto al soporte a la toma de decisiones.
- **Impacto individual.** Efectos del sistema en el comportamiento del usuario. Atributos a evaluar: mejoramiento en la productividad individual y tiempo para cumplir una tarea.
- **Impacto organizacional.** Efectos del sistema en el desempeño organizacional. Las medidas incluyen: incremento en el volumen de trabajo y productividad en producción.

En la actualización de su modelo DeLone y McLean (2003) agregaron una dimensión denominada Calidad del Servicio para propósitos de comercio electrónico y es referida al servicio prestado al cliente. Además, las dimensiones de impacto individual y organizacional fueron combinadas en Beneficios Netos. Este trabajo, aunque expone varios ejemplos de criterios de evaluación, no indica métricas de evaluación.

Van der Meijden *et al.* (2003) utilizaron el modelo de DeLone y McLean para identificar atributos que fueron usados para medir el éxito de Sistemas de Información para el Cuidado del Paciente (PCIS por sus siglas en inglés) en evaluaciones realizadas desde el año 1991 al 2001. Los autores encontraron que algunos de los atributos identificados no podían ser asignados a ninguna de las dimensiones del modelo, así que los ordenaron en tres categorías adicionales, las cuales son:

- **Desarrollo del sistema.** Algunos atributos que es posible evaluar incluyen: participación del usuario y limitaciones técnicas.
- **Proceso de implementación.** Evalúa por ejemplo: comunicación y soporte técnico.
- **Aspectos de la cultura organizacional.** Criterios de evaluación incluyen: comunicación y colaboración, manejo de incentivos y valores profesionales.

Aunque los autores llegaron a conclusiones importantes sobre evaluación de sistemas de información, se limitaron a listar los atributos de evaluación de un sistema y ubicarlos en el modelo de DeLone y McLean sin indicar métricas para evaluar estos atributos.

Häyrinen *et al.* (2008) igualmente utilizaron el modelo de DeLone y McLean para realizar una revisión sobre evaluación en sistemas de información en salud. Se

obtuvo que los criterios mayormente evaluados son completitud y exactitud. Junto a estos también se encuentran: facilidad de uso, facilidad de aprendizaje, satisfacción y aceptación del usuario. Este trabajo hace sólo una revisión de criterios, no de métricas.

Krobock (1984) realizó una taxonomía sobre los criterios de evaluación de la eficacia de un sistema de información hospitalario. Una taxonomía es definida como clasificación o el ordenamiento de cosas en grupos. Un taxón es cualquier unidad formal o grupos en una taxonomía. Algunas categorías definidas en un taxón incluyen: fílum, clase, orden, familia, género, etc. El autor, en su trabajo, presenta el taxón de la eficacia. Este modelo es muy reducido, se limita sólo a criterios de evaluación de eficacia y no hace una descripción detallada ni completa de éstos. Además no es muy clara la categorización que realiza el autor mediante la taxonomía.

La Sociedad de Sistemas de Información y Gestión de la Salud - HIMSS (Belden *et al.*, 2009) después de identificar los principios de usabilidad de un sistema de Registros Médicos Electrónicos, propone que los principales atributos a evaluar en un sistema son: eficiencia, eficacia, facilidad de aprendizaje y satisfacción. Este trabajo indica ejemplos de métodos de evaluación de atributos y métricas, pero no hace una revisión completa sobre estos aspectos. Además, no relaciona las métricas propuestas con métricas de calidad de software como las establecidas en ISO(1991).

Hoerbst *et al.* (2009) muestra los resultados de una encuesta aplicada a un grupo de expertos en diferentes disciplinas respecto a los requerimientos para la certificación de calidad de las HCE. Los autores repararon en que el trabajo en este sentido apenas inicia y que el principal enfoque de las certificaciones actuales y los expertos se halla en los requerimientos funcionales. Este trabajo no hace una descripción completa de los criterios de evaluación, sólo un sondeo de las categorías más importantes.

Hoerbst y Ammenwerth (2009) realizaron un modelo para soportar el Aseguramiento de Calidad y la Ingeniería de Requerimientos durante el ciclo de vida completo de un servicio de HCE. El modelo se compone de dos sub-modelos: el de Servicios y el de Requerimientos. El primero es utilizado para describir la estructura básica de un servicio de HCE y el último se refiere al modelado estructural de los requerimientos de software del servicio. Se destaca su posibilidad de utilización en aplicaciones HCE basadas en Arquitecturas Orientadas a Servicio, pero no indica un proceso de evaluación formal.

Yildiz y Demirors (2009) proponen una adaptación de las medidas de calidad interna y externa definidas en ISO 9126 (ISO, 1991) para evaluar procesos de salud. Aplican el modelo mediante un caso de estudio a la sección de admisiones de un hospital, en el cual evalúan los procesos de inicio de la atención, tratamiento

y servicios. Los autores no utilizaron estos estándares para medir la calidad del software.

Brender (2004) identificó los criterios de éxito o fallo de un sistema basado en las TIC y los agrupó en tres categorías: aspectos personales (psicológicos, culturales, sociales), aspectos organizacionales (responsabilidades, competencia) y aspectos técnicos. Este trabajo no indica métodos, ni métricas de evaluación.

A nivel nacional es posible encontrar los siguientes trabajos sobre evaluación de software, ninguno de los cuales está orientado a la evaluación de TICs en salud.

Ruiz *et al.* (2006) desarrollaron un modelo de evaluación de la calidad del software, basándose en lógica difusa. Este modelo permite calcular el valor de la Usabilidad del software de acuerdo a los atributos definidos en la norma ISO 9126 (ISO, 1991). El modelo es limitado pues no tiene en cuenta las demás características que plantea la norma.

Moreno et al. (2007) realizaron una revisión exhaustiva de los Modelos de Calidad existentes, identificando sus falencias. A partir de esta revisión, los autores proponen un nuevo modelo de calidad más completo y organizado en tres capas. A pesar de ser más completo, no incluye métricas de evaluación.

Bolaños y Navia (2009) continuaron el trabajo de *Moreno et al.* (2007), añadiendo dos capas más al modelo propuesto inicialmente: métricas y heurísticas. Los autores realizan una descripción muy completa acerca de los atributos, métricas y heurísticas utilizados para la evaluación de la calidad del software, sin embargo el modelo no tiene en cuenta la perspectiva de la Informática para la Salud para la evaluación de la calidad de los sistemas de información.

Riascos (2008) muestra las ventajas y desventajas de una serie de modelos para evaluar la Tecnología Informática (TI). Este estudio, basado en normativas como ISO 9126, ISO 9001, ISO 15939, ISO 25000 y otras aproximaciones como COBIT (Control Objectives for Information and related Technology), el Modelo de Madurez de Capacidades (Capability Maturity Model, CMM), entre otros, propone un modelo para evaluar la efectividad de la TI. Establece que la efectividad es el resultado de tres aspectos: eficiencia, eficacia y seguridad. El modelo está enfocado en la evaluación a nivel empresarial y no realiza una revisión completa de atributos y métricas.

Abascal y Rumpler (2005) realizaron una evaluación empírica de cuatro herramientas de extracción automática de conceptos. La evaluación de la eficiencia fue realizada por medio de la comparación del grado de similitud entre los conceptos extraídos por cada una de las herramientas y una lista de referencias que contiene conceptos extraídos manualmente por un experto en el área. Para clasificar los términos extraídos utilizaron dos métricas: la precisión y la

recuperación. La primera es la proporción de obtener sólo los conceptos relevantes y la segunda es la proporción de todos los conceptos recuperados, incluso los irrelevantes. El trabajo está limitado a la evaluación de la eficiencia de las herramientas y con un enfoque distinto a la evaluación de la calidad del software.

2.4 Atributos de Calidad de un Sistema de HCE

La evaluación de los Sistemas de Información en Salud abarca múltiples disciplinas, entre ellas: Informática para la Salud, Ingeniería de Software y Sistemas de Información. Cada disciplina ha realizado avances en cuanto a evaluación se refiere y cada una ha enfocado su trabajo en aspectos muy particulares. Por ejemplo, el enfoque más frecuente en la evaluación de Sistemas de Información en Salud ha sido el de medir el grado de aceptación de los usuarios hacia el sistema (Despont-Gros *et al.*, 2005), aunque en los últimos años ha sido creciente el número de trabajos que evalúan también aspectos organizacionales (Yusof *et al.*, 2008b). La Ingeniería de Software, respecto a la evaluación, ha estado enfocada en aspectos tecnológicos de su objeto de evaluación (el software), pero sin dejar a un lado la subjetividad y el punto de vista del usuario (ISO, 1991). Por su parte, la literatura en cuanto a evaluación de Sistemas de Información ha centrado su atención en el impacto o el éxito de la introducción de un sistema en una organización, siendo el trabajo más referenciado en este campo el realizado por Delone y McClean (2003).

Teniendo en cuenta lo anterior, es clara la necesidad de llegar a un consenso sobre qué evaluar. Uno de los trabajos que mejor ha cumplido este objetivo de reunir múltiples perspectivas de evaluación es la Tesis de Doctorado desarrollada por Yusof (2008). Su trabajo está basado en la investigación de Delone y McClean (2003), pero lo extiende para incluir aspectos propios del campo de la salud (organizacionales y humanos), así como aspectos tecnológicos de evaluación. La autora resalta, como lo hace también Turunen (2003), la relación interdependiente entre los factores tecnológicos, humanos y organizacionales de un sistema, e indica que no se puede afectar uno sin afectar al otro. Dada su completitud, el presente trabajo de grado usa como marco inicial de referencia para la definición de atributos y métricas de la calidad de los Sistemas de Información la citada tesis.

Yusof (2008) construye un marco de trabajo compuesto por cuatro categorías principales que agrupan los criterios de evaluación de un Sistema de Información, según los diferentes aspectos o factores antes mencionados. Las categorías son: Tecnológicos, Humanos, Organizacionales y Beneficios Netos. Cada una de ellas incluye además dimensiones del sistema que agrupan a su vez los atributos de calidad que serán medidos para evaluar la Calidad del Sistema.

Teniendo en cuenta que las categorías apropiadas o las métricas pueden extraerse de la corriente de la literatura asociada con cada base conceptual (Delone y Mclean, 2003) –en este caso Informática para la Salud-, a partir de una revisión exhaustiva de trabajos realizados sobre evaluación de Sistemas de Información en Salud, fue obtenida una tabla con los atributos evaluados en este campo y que clasifican en las cuatro categorías acorde a las planteadas por Yusof (2008a). En cuanto al criterio de selección, cada atributo y cada dimensión fue analizado para seleccionar sólo los atributos evaluados con mayor frecuencia, o sea los que han recibido mayor cantidad de menciones por los autores. La *Tabla 1* contiene la colección de atributos seleccionados, clasificados en las diferentes dimensiones y categorías del sistema. La tabla igualmente indica para cada atributo qué autores lo referencian.

Las dimensiones en que fueron clasificados los *atributos de calidad* seleccionados son listadas a continuación.

La categoría Tecnológicos agrupa las siguientes dimensiones:

- Calidad del Sistema.
- Calidad de la Información.
- Calidad del Servicio.

La categoría Humanos contiene las dimensiones:

- Uso del Sistema.
- Satisfacción del Usuario.
- Aspectos Personales.

La categoría Organizacionales contiene la dimensión de:

- Estructura.

Y, por último, Beneficios Netos sólo se compone de la dimensión de:

- Beneficios Netos.

Además, para clasificar los atributos de calidad fue necesario analizar las definiciones que los autores hacían de cada atributo, ya que en distintas ocasiones eran erróneas o no coincidían entre ellos. Por ejemplo, un autor utilizaba el término “confiabilidad” para referirse al tiempo en que el sistema está disponible, cuando en realidad el término más adecuado para esa definición es “disponibilidad”. Así, para aclarar los términos algunas definiciones de los atributos fueron tomadas de estándares internacionales (por su validez), y otras fueron el resultado de buscar un consenso entre las definiciones de los autores. La descripción o definición de cada *categoría, dimensión y atributo de calidad* está contenida en el Anexo 1 de este trabajo. El conjunto de definiciones presentado en este anexo puede representar, por ejemplo, el primer paso en la construcción de una ontología sobre atributos de calidad de Sistemas de Información de Salud.

Tabla 1. ATRIBUTOS DE CALIDAD DE UN EHR-S

		A	I	L	R	Y	V	H	R	A	S	G	A	H	L	V	K	H	S	E	Y	B		
		N	O	E	A	U	D	A	O	L	T	R	&	I	A	D	R	O	H	F	I	R		
		D	M	H	H	S	M	Y	D	T	P	E	K	M	E	L	O	E	W	M	L	E		
TECNOLÓGICOS	CALIDAD DEL SISTEMA	Facilidad de uso u operación.			X	X	X	X			X					X								
		Facilidad de aprendizaje.		X	X	X	X	X			X													
		Amigabilidad.			X	X					X													
		Usabilidad.	X	X	X		X			X			X		X							X		
		Utilidad.			X	X						X	X					X						
		Flexibilidad.				X					X	X						X						
		Facilidad de Mantenimiento.										X							X					
		Seguridad.	X			X	X				X				X			X						
		Confiabilidad.				X	X				X		X		X	X		X					X	
		Privacidad.	X		X																	X		
		Adaptabilidad.										X			X					X				
		Seguridad personal.									X				X									
		Funcionalidad.														X							X	
		Corrección.													X	X	X							
		Conformidad	X											X	X	X						X		
		Utilización de recursos.				X								X										X
		Tiempo de Respuesta y Procesamiento.	X		X	X	X						X			X	X					X		
		Eficiencia.	X		X	X					X			X		X							X	
		Eficacia			X	X				X									X					
		Desempeño.										X		X		X	X							
	Accesibilidad.			X											X	X		X						
	Disponibilidad.	X		X	X	X											X				X			
	Interoperabilidad.	X								X	X			X	X						X			
	CALIDAD DE LA INFORMACIÓN	Importancia.				X												X			X			
		Legibilidad.			X	X	X	X			X		X								X			
		Exactitud.			X	X		X						X	X		X				X			
Completitud.		X			X		X		X	X		X	X							X				
Oportunidad.					X										X	X								

	CALIDAD DEL SERVICIO	Accesibilidad.				X	X								X	X					X			
		Consistencia.					X					X												
		Formato					X	X																
		Soporte Técnico.					X	X																
		Entrenamiento.		X	X	X	X								X					X				
HUMANOS	USO DEL SISTEMA	Cantidad/Duración/Nivel de Uso	X			X	X							X										
		Participación del Usuario.	X			X	X																	
		Rol y percepción del usuario.				X	X								X									
	SATISFACCIÓN DEL USUARIO	Satisfacción con Funciones Específicas.				X	X								X									
		Satisfacción del Paciente				X								X	X									
		Satisfacción del Usuario.	X			X			X				X	X			X	X						
	ASPECTOS PERSONALES	Actitud.	X			X	X								X									
		Expectativas.	X			X	X								X					X				
		Conocimiento/Experiencia.	X			X	X								X					X				
ORGANIZACIONALES	ESTRUCTURA	Comunicación (entre profesionales).	X	X			X	X						X	X						X		X	
		Disposición de la Organización.	X				X								X								X	
		Proceso clínico.		X			X								X									X
BENEFICIOS NETOS	BENEFICIOS NETOS	Calidad en la toma de decisiones.	X	X		X	X				X			X										
		Desempeño médico (Productividad).	X	X		X	X																	
		Confiabilidad.		X		X	X								X								X	
		Comunicación (Paciente-Doctor).	X	X	X	X	X								X									
		Resultados clínicos.				X	X								X									
		Calidad de la atención.		X	X	X							X	X	X								X	
		Oportunidad.		X			X																X	
Continuidad del Cuidado.		X	X					X						X							X	X		

IOM :(Institute of Medicine, 2003), LEE: (Lee *et al.*, 2009), RAH: (Rahimi y Vimarlund, 2007), YUS: (Yusof, 2008), VDM: (Van Der Meijden *et al.*, 2003), HAY: (Häyrynen *et al.*, 2008), ROD: (Roderer, 2004), ALT: (Altizer y Goodwin, 2004), STP: (Stoop y Berg, 2003), GRE: (Grémy y Degoulet, 1993), A&K: (Ammenwerth y De Keizer, 2005), HIM: (Handler *et al.*, 2003), LAE: (Lærum, 2004), VDL: (Van Der Loo *et al.*, 1995), KRO: (Krobock, 1984), HOE: (Hoerbst y Ammenwerth, 2009), SHAW: SHW (Shaw, 2002), EHR-FM: EFM (Ficschetti *et al.*, 2007), YIL: (Yildiz y Demirors, 2009), BRE: (Brender, 2006b)

2.5 Métricas e Indicadores de Calidad de un Sistema de HCE

Una vez definido qué es importante medir, hay que determinar cómo medir y en este punto es donde son necesarios los *indicadores* y las *métricas*. Las métricas e indicadores ayudan a las organizaciones a generar sistemas más efectivos y proveen medidas que los gerentes entienden y los académicos pueden replicar y analizar (Palmer, 2002). El concepto de métrica en *métodos de evaluación* es usado como una técnica o herramienta de medición, usualmente sólo es una fórmula para calcular, o un dispositivo para medir algo. En otras palabras, las métricas son aquellos conceptos que permiten a las medidas² tomar un valor concreto (Brender, 2006b). Sin embargo, el estándar ISO 9126 (ISO, 1991) aclara que las métricas, además de la técnica o método de medición, contienen una escala de medición, es decir, un rango de valores posibles. Así, es correcto afirmar que la definición formal de una métrica debe contar con una técnica de medición más una escala de medición.

Delone y McLean (2003) afirman que “la selección de las dimensiones y las medidas deberían estar supeditadas a los objetivos y el contexto de la investigación empírica, pero, si es posible, medidas probadas y demostradas deben usarse”. Los autores abogan por la aplicación de métricas actuales validadas en lugar de desarrollar nuevas. El presente trabajo pretende hacer un aporte a este respecto, a la disciplina de la Informática para la Salud, al ofrecer una colección de métricas seleccionadas de la literatura sobre evaluación de Sistemas de Información en Salud, así como métricas desarrolladas por la Ingeniería del Software y los avances en la evaluación de Sistemas de Información.

Como fue mencionado en la sección 2.2, la metodología utilizada para la identificación, análisis y selección de los atributos, indicadores y métricas consta de tres fases: Preparatoria, Descriptiva y de Interpretación. Las métricas identificadas en la Fase Descriptiva fueron únicamente aquellas desarrolladas por la disciplina de la Ingeniería del Software. En las disciplinas de la Informática para la Salud y Sistemas de Información no se encontraron métricas definidas formalmente como las encontradas en la Ingeniería de Software (método de medición y escala). Lo más parecido a la utilización de *métricas* en estos campos fueron los *instrumentos* que los investigadores han utilizado para la medición de los *atributos de calidad* que ellos definían en el proceso de evaluación. Un instrumento es una herramienta por medio de la cual son obtenidos los datos de medición acerca de un determinado atributo, por ejemplo una encuesta o un cuestionario. Así que, para obtener métricas relacionadas con la disciplina de la Informática para la Salud y los Sistemas de Información, en la Fase de

² Medida: valor (número o categoría) asignado a un atributo mediante una medición.

Interpretación de la metodología utilizada fue necesario extraer, de los instrumentos empleados para la evaluación en Sistemas de Información en Salud y Sistemas de Información en general, las métricas de calidad. En el presente trabajo de grado estas métricas han sido organizadas de acuerdo a las dimensiones y categorías descritas en la sección anterior y además ordenadas por cada atributo de calidad en particular. No existe en la literatura algún trabajo que haya realizado este tipo de organización en cuanto a métricas de calidad de sistemas de información de salud. De esta manera, en adelante el evaluador contará con una herramienta muy importante el momento de definir “cómo” medir o evaluar un determinado atributo de calidad. La mayoría de métricas extraídas utilizan la escala de tipo Likert, la cual es una escala de intervalos aparentemente iguales construida originalmente por Rensis Likert en 1932 para medir la actitud de las personas (Ospina *et al.*, 2005). Los intervalos son ‘aparentemente iguales’ porque representan un orden en las calificaciones que las personas asignan a aspectos determinados y no distancias entre las calificaciones. Por ejemplo: una métrica de Calidad de la Información para medir el atributo Legibilidad o Claridad puede ser “La Información es Clara” y la escala para medirla incluye los siguientes ítems: Casi Nunca, Parte del Tiempo, la Mitad del Tiempo, la Mayoría de las Veces y Casi Siempre. La diferencia entre “Casi Nunca” y “La Mayoría de las Veces” es simplemente de orden, es decir, la métrica informa acerca de si la Información es más o menos legible pero no cuánto más o cuánto menos legible es. Lo anterior evidencia que las ‘métricas’ extraídas son en realidad calificaciones subjetivas o cualitativas sobre los diferentes atributos del sistema y quizá no cumplan estrictamente con la definición formal de Métrica mencionada arriba. Sin embargo, la misma escala tipo Likert permite un sistema de valoración de las diferentes posibilidades de respuesta mediante el cual un valor numérico es asignado a cada posibilidad (los ítems más favorables al atributo tendrán un valor más alto), siguiendo con el ejemplo, las valoraciones resultarían de la siguiente manera: Casi Nunca = 1, Parte del Tiempo = 2, y así sucesivamente hasta Casi Siempre = 5. La continuación del proceso de valoración corresponde a tomar las calificaciones que distintos usuarios asignarían a cada métrica y hacer un manejo estadístico de los resultados para así obtener una evaluación cuantitativa del atributo. Aunque las métricas encontradas no cumplan a cabalidad con la definición formal, el aporte aquí realizado es un punto de partida para la creación y formulación de métricas como las desarrolladas en la disciplina de la Ingeniería del Software. Además: “lo más conveniente para la literatura de evaluación de Sistemas de Información en Salud es que con el tiempo y en un proceso de avance continuo las métricas se desarrollen y se tornen mucho más comprensivas y complejas, sin embargo es crítico que en las etapas tempranas de este proceso las métricas tengan significado y sean posiblemente generadas a partir de datos claros, concisos y accesibles” (Leonard y Sittig, 2004).

Una selección de las métricas extraídas de la disciplina de Ingeniería de Software ha sido organizada en la Tabla 2 y las restantes en las Tabla 4 a la Tabla 7. Además, la Tabla 3 contiene la lista de los instrumentos identificados y utilizados en la

extracción de las métricas, como ya fue mencionado. La colección completa de las métricas seleccionadas está en el Anexo 2. La Tabla 2 tiene las siguientes columnas:

- **ATRIBUTO:** nombre del atributo a evaluar.
- **SUB-ATRIBUTO:** en ocasiones los atributos están definidos por uno o más atributos que los ayudan a calcular. Estos son llamados Sub-Atributos y son relacionados en esta columna para cada atributo.
- **MÉTRICA:** el nombre de la métrica.
- **DESCRIPCIÓN:** una breve descripción en prosa de la métrica.
- **FUENTE:** fuente bibliográfica de donde fue extraída la métrica.

Esta es información básica para cada métrica. Información adicional es posible encontrarla en la fuente original citada en la columna “fuente” de la tabla o en el trabajo de Bolaños y Navia (2009), de donde fueron extraídas gran parte de las métricas de la tabla.

Las tablas entre la Tabla 4 y la Tabla 7 contienen la siguiente información:

- **ATRIBUTO:** nombre del atributo a evaluar.
- **SUB-ATRIBUTO:** sub-Atributos de cada atributo.
- **MÉTRICA:** el nombre de la métrica.
- **DESCRIPCIÓN:** una breve descripción en prosa de la métrica.
- **ESCALA:** escala de medición utilizada para asignar un valor a la métrica.
- **FUENTE:** Instrumento de donde fue extraída la métrica. Esta columna contiene una referencia a un ítem de la Tabla 3, en la cual son listados el conjunto de Instrumentos encontrados.

Estas tablas pueden ser utilizadas para la futura creación de métricas con una estructura más formal, sin embargo muchas de ellas tendrán ya una utilidad práctica pues tienen una definición clara y la mayoría cuentan con una escala de medición fácil de entender.

MÉTRICAS EXTRAÍDAS DE LA LITERATURA DE INGENIERÍA DE SOFTWARE

Tabla 2. METRICAS DE EVALUACIÓN DE ATRIBUTOS TECNOLÓGICOS - CALIDAD DEL SISTEMA

ATRIBUTO	SUB-ATRIBUTO	MÉTRICA	DESCRIPCIÓN	FUENTE
Usabilidad	Comprensibilidad	Compleitud de descripción – Externa	Proporción de funciones entendidas después de leer la descripción del producto.	(ISO, 1991b)
		Entrada y salida comprensible	Facilidad de entender qué datos de entrada se requieren y que datos de salida proporciona el sistema.	
		Disponibilidad de Demostración - Interna	Proporción de funciones que tienen demostración.	(ISO, 1991c)
	Facilidad de aprendizaje	Facilidad de aprendizaje de función	¿Cuánto tiempo le toma al usuario aprender a usar una función?	(ISO, 1991b)
		Facilidad de aprendizaje de ejecución de tareas	¿Cuánto tiempo le toma al usuario aprender a ejecutar una tarea sin problemas?	
	Facilidad de operación	Consistencia operacional – Externa	¿Los resultados que muestra el sistema son los esperados por el usuario?	(ISO, 1991b)
		Corrección del error	¿Puede el usuario corregir errores fácilmente?	
	Atractivo	Interfaz atractiva – Externa	Cuán atractiva es la interfaz para el usuario.	(ISO, 1991b)
		Personalización de la apariencia de la interfaz - Externa	Proporción de elementos que pueden ser personalizados en apariencia para satisfacción del usuario.	
	-----	Eficiencia esencial	Mide qué tan cerca está el diseño de la interfaz de usuario del caso de uso ideal para hacer una tarea concreta.	(Penichet <i>et al.</i> , 2006)
	-----	Concordancia de tarea	Basado en los casos de uso y evalúa la eficiencia y sencillez de las tareas. Indicador de la dificultad de las tareas más frecuentes.	
	Comunicatividad	Comunicatividad 1	El programa suministra etiquetas para todas las entradas.	(Boehm <i>et al.</i> , 1978)
Comunicatividad 2		Es fácil reconocer el final y el número de entradas.		

		Comunicatividad 4	Capacidad para desplegar mensajes de error claros y útiles (si estos ocurren).	
		Comunicatividad 11	Paginación lógica de resultados impresos para soportar evaluación visual.	
Flexibilidad	Expansibilidad <i>(Ver Facilidad de Mantenimiento → Facilidad de Cambio)</i>	Medida de expansión de almacenamiento de los datos	Mide: independencia del procesamiento lógico respecto a la capacidad de almacenamiento y porcentaje de memoria disponible para expansión.	(Mccall <i>et al.</i> , 1977)
		Medida de extensibilidad	Mide en conjunto: atributos de exactitud, convergencia y temporización que controlan el procesamiento son paramétricos; módulos dirigidos por tablas y porcentaje de capacidad de velocidad no comprometida.	
		Implementación para la lista de chequeo de generalidad.	Mide en conjunto: funciones de entrada, procesamiento y salida no mezcladas en una función única; funciones dependientes de la aplicación y la máquina no mezcladas en un módulo único; procesamiento de volumen de datos no limitado y procesamiento de valores de datos no limitados.	(Mccall y Matsumoto, 1980)
Facilidad de Mantenimiento	Facilidad de análisis	Soporte de funciones de diagnóstico	Causas de defectos identificadas.	(ISO, 1991b)
		Tiempo de análisis de fallos	Fácil análisis de causas de defectos.	
	Facilidad de cambios	Capacidad de registrar cambios - Externa	Facilidad para identificar versiones.	(ISO, 1991b)
		Capacidad de registrar cambios - Interna	Cambios a especificaciones y módulos registrados adecuadamente.	(ISO, 1991c)
	<i>(Ver Flexibilidad → Expansibilidad)</i>	Duplicación de código	Proporción de código duplicado en términos de Líneas de Código o sentencias.	(Bolaños y Navia, 2009)
		Concisión	Métricas de Halstead	Es una medida de la complejidad del software. Se basa en medidas de operandos (variables, literales y constantes) y operadores (palabras reservadas del lenguaje, operadores aritméticos, de asignación y lógicos) en el código fuente, a partir de las cuales calcula otras medidas como la longitud, el volumen y el esfuerzo para desarrollar el programa.
		Cantidad de	Líneas de comentarios comparadas con el número total de líneas (de código)	

	Auto-documentación	comentarios	en cada módulo.	(Mccall y Matsumoto, 1980)
Integridad <i>(ver sub-atributo Funcionalidad → Seguridad)</i>	Control de Acceso	Lista de chequeo de control de acceso	Mide: controles de acceso en Entrada/Salida provistos al usuario, controles de acceso a la base de datos, protección de la memoria a través de las tareas.	(Mccall <i>et al.</i> , 1977)
	Auditoría de Acceso	Lista de chequeo de auditoría de acceso	La métrica es el puntaje promedio de los siguientes elementos: 1. Provisiones para registro y reporte de acceso. 2. Provisiones para indicación inmediata de violación de acceso.	
	-----	Medida de Integridad	Usa dos conceptos: Amenaza (Probabilidad de que ocurra un ataque) y Seguridad (Probabilidad de repeler un ataque).	(Pressman, 2002)
Confiabilidad	Madurez	Densidad de defectos latentes estimada	Cuántos problemas aún pueden existir y surgir.	(ISO, 1991b)
		Pruebas superadas	Casos de prueba que el sistema pasa exitosamente.	
		Detección de fallos	¿Cuántas fallas fueron detectadas en el producto revisado?	
		Remoción de fallos - Interna	Proporción de fallos removidos.	(ISO, 1991c)
	Tolerancia a Fallos	Evasión de la interrupción	Cuán a menudo el usuario puede evitar la ruptura del sistema.	(ISO, 1991b)
		Evasión de defectos – Externa	Cuán a menudo el usuario puede evitar defectos críticos o serios.	
		Lista de chequeo de control de la tolerancia al error	Mide: procesamiento concurrente controlado centralmente, capacidad de reparar el error y continuar el procesamiento, procedimiento cuando ocurre un error.	(Mccall <i>et al.</i> , 1977)
		Recuperabilidad de datos de entrada inadecuados	Se aplica en varias fases del ciclo de desarrollo e incluye: declaración definitiva de requerimientos en cuanto a tolerancia al error en datos de entrada, chequeo de rango de valores de entrada, peticiones conflictivas y combinaciones ilegales, chequeo de la entrada antes de procesarla, disponibilidad de todos los datos antes de procesar.	
Exactitud	Exactitud 1	¿Son usados por el programa métodos numéricos suficientemente adecuados para una aplicación específica?	(Boehm <i>et al.</i> , 1978)	

	(<i>ver Funcionalidad</i> → <i>Exactitud</i>)	Lista de chequeo de exactitud	Incluye varias fases del proceso de desarrollo y los siguientes elementos: Análisis de error, declaración definitiva de requerimientos de exactitud, suficiencia de librería matemática y métodos numéricos, salidas dentro de la tolerancia permitida.	(Mccall <i>et al.</i> , 1977)
	Consistencia	Consistencia 1	Especificaciones de conjuntos de variables globales idénticas.	(Boehm <i>et al.</i> , 1978)
		Consistencia 2	Tipos de variables consistentes para todos los usos.	
		Consistencia de procedimiento	Mide en conjunto: representación estándar del diseño, convenciones en las secuencias de llamadas, convenciones en Entrada/Salida y en manejo del error.	(Mccall <i>et al.</i> , 1977)
		Consistencia de datos	Mide: uso de representación estándar de datos, convenciones en el nombrado, consistencia en la definición de elementos de datos globales.	(Mccall y Matsumoto, 1980)
Eficiencia	Comportamiento en el tiempo	Tiempo de respuesta – Externa	Tiempo de espera que el usuario experimenta entre el momento en que hace una petición y el sistema termina el proceso.	(ISO, 1991b)
		Tiempo de rendimiento - Externa	Cuántas tareas pueden ser completadas en un dado periodo de tiempo.	
	Utilización de Recursos	Satisfacción en el uso de dispositivos de Entrada/Salida	¿El sistema es capaz de ejecutar tareas sin usar dispositivos de E/S por un largo período de tiempo?	(ISO, 1991b)
		Tasa media de cumplimiento de memoria	Promedio de mensajes de error y defectos relacionados con la memoria en un período de tiempo y carga de trabajo específica.	
		Uso de memoria visible	Cantidad de errores de memoria experimentados en un período de tiempo y uso específico de recursos.	
		Densidad de uso de mensajes de Entrada/Salida	Densidad de mensajes de E/S en líneas de código responsables de hacer peticiones al sistema.	
	Uso de memoria	Tamaño de memoria utilizada para completar una tarea.		

MÉTRICAS EXTRAÍDAS DE LA LITERATURA DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN EN SALUD Y SISTEMAS DE INFORMACIÓN EN GENERAL

Tabla 3. TABLA DE INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN

INSTRUMENTO	DESCRIPCIÓN	REFERENCIA
I1	<p>I1 - Diseñado para medir satisfacción con la información del usuario. “Escala de satisfacción información del usuario. Es una de las pocas medidas en la literatura de sistemas de información que responde a criterios estrictos de una encuesta bien desarrollada. La escala incluye 13 ítems pares de satisfacción del usuario con: (1) el personal de procesamiento de datos y servicios, (2) la información sobre el producto, y (3) su propio conocimiento y la participación”.</p>	(Anderson y Aydin, 2005)
I2	<p>I2 - Diseñado para medir la satisfacción del usuario final con la informática. “La Satisfacción de la informática para el usuario final es otra de las pocas medidas en la literatura de sistemas de información que cumplen los criterios estrictos de un instrumento de encuesta bien desarrollada. La medida se centra en cuestiones tales como la facilidad de uso y la satisfacción con una aplicación específica en lugar de participación en la implementación y las relaciones con el personal de procesamiento de datos”. La medida establece la escala de tipo Likert e incluye los siguientes cinco factores: (1) contenido, (2) precisión, (3) formato, (4) facilidad de uso, y la oportunidad (5)”.</p>	
I3	<p>I3 - Diseñado para medir las expectativas del usuario en cuanto cómo serán sus actitudes una vez el sistema sea implementado y puesto en marcha. “Instrumento de medición de la actitud global mediante el examen de la</p>	

	investigación general sobre las organizaciones para determinar las variables que serían relevantes para la implementación de sistemas de información en el entorno de la organización. El instrumento incluye siete áreas de impacto. El cuestionario también incluye cinco variables dependientes para medir la probabilidad de utilizar el sistema y la evaluación del valor del sistema”.	(Anderson y Aydin, 2005)
14	14 - Diseñado para medir la disposición de la organización para implementar el sistema. “Un enfoque para el análisis de la implementación informática en la asistencia sanitaria es centrarse en el proceso de innovación de la organización”. Este instrumento se centra en la disposición de la organización para la tecnología de la información clínica.	
15	16 - Escala adaptada para encuesta de organizaciones. Ejemplos de medidas de satisfacción del usuario, para evaluar la comunicación de grupos de trabajo y las políticas de la organización. “Estas políticas de organización y apoyo a la comunicación pueden influir en la medida en que las personas desarrollan sus propios métodos para usar el sistema en el proceso de adopción y la aplicación”.	
16	17 - Ejemplos de medidas de satisfacción del usuario. “Puede haber casos en los que es conveniente utilizar una medida de un solo elemento de satisfacción de los usuarios. Aunque las medidas de un solo tema han sido criticadas por posible error de medición y la falta de poder de discriminación, la investigación también muestra que las medidas globales de un solo artículo puede ser más inclusivo y conveniente que la suma de las respuestas de muchas facetas”. Además dos cuestiones adicionales se añadieron, se le pidió a los encuestados calificar el grado en que el sistema aumentó: la facilidad de realizar el trabajo del departamento y la calidad del trabajo del departamento.	

<p>17</p>	<p>I8 - Instrumentos para evaluar la adaptación del empleado. Miden “la satisfacción de los usuarios mediante el desarrollo de tres instrumentos para evaluar las actitudes de los empleados y la adaptación del comportamiento a la informatización. Los propios trabajadores completan la Escala de Uso y la Escala de Cambio, mientras que los supervisores completan la Escala de Conducta para cada empleado que utilice el equipo”.</p>	<p>(Anderson y Aydin, 2005)</p>
<p>18</p>	<p>I10 - Estudio del impacto de los computadores en el laboratorio. “Un instrumento para medir las expectativas específicas, preocupaciones y cambios percibidos relacionados con el impacto del sistema informático en el trabajo de laboratorio”. Aunque los elementos pueden no ser aplicables a todos los sistemas, el cuestionario de este instrumento debe guiar a los investigadores en el desarrollo de medidas similares a cada situación particular”.</p>	
<p>19</p>	<p>I11 - Encuesta para conocer la opinión de los usuarios antes de la implantación del sistema. “Muchos investigadores combinan las escalas de las medidas estándar de fiabilidad y validez establecidas”. Desarrolla un estudio para ofrecer pre y post medida de aceptación de los usuarios del sistema. Este instrumento se ha desarrollado como una pre-medida.</p>	
<p>I10</p>	<p>I12 - Encuesta para saber la opinión de los usuarios después de la implantación del sistema. La post-medida se centra sólo en los elementos más esenciales del instrumento anterior.</p>	
<p>I11</p>	<p>I13 - Impacto actitudinal y de comportamiento. Miden “cómo los individuos repartirán su tiempo en el trabajo antes y después de la aplicación informática. Los encuestados fueron empleados en todos los departamentos del hospital, la mayoría en puestos administrativos o</p>	

	supervisores de nivel inferior, que fueron entrenados para utilizar el sistema”.	
I12	I14 - Network Survey Este instrumento es un ejemplo de un cuestionario para recoger información sobre los contactos demandados para el análisis de red.	(Anderson y Aydin, 2005)
I13	I15 - Este instrumento proporciona una medida de la comunicación entre departamentos.	
I14	I16 - Cuestionario acerca de diseño del trabajo. Mejora de empleo, sobre todo la variedad de diferentes tareas y el nivel de habilidades para un determinado puesto de trabajo. La investigación sobre el diseño de trabajo por lo general se centra en cinco componentes específicos: variedad de conocimiento, la identidad de la tarea, importancia de tareas, autonomía, comentarios acerca de los resultados.	
I15	I17 – Instrumento para medir Satisfacción con el trabajo. La calidad del ambiente de trabajo va más allá de las dimensiones específicas examinadas según la mejora de empleo para incluir cuestiones como la satisfacción en el trabajo en general, el estrés de trabajo, presiones de tiempo, y similares.	
I16	En general se reconoce que las actitudes del usuario son importantes factores determinantes del éxito en la aplicación de sistemas de información. Las percepciones del usuario del éxito de los sistemas de información "se ha encontrado que se asocia fuertemente con el grado en que sus expectativas iniciales eran realistas". La medida en que las expectativas de los usuarios se cumplen podría ser utilizada como un "proxy" para el éxito del Sistema. La escala fue desarrollada para medir ese "proxy" (Apéndice A en su trabajo). Para medir el alcance de los cambios producidos en la toma de las decisiones y en el ambiente de trabajo del usuario, la escala que se muestra en el Apéndice B.	(Barki y Huff, 1985)

	Los elementos de esta escala se obtuvieron de una revisión de la literatura de los cambios que se muestra o se cree que es importante en una variedad de estudios de aplicación.	
I17	Un estudio de campo con 124 organizaciones, y 378 usuarios del Sistema, se llevó a cabo para determinar la influencia del ambiente de la tarea del usuario con el éxito de la introducción del Sistema. El estudio se centra en tres factores: contexto de decisión (grado de la estructura del problema), el nivel de interdependencia de tareas (grado de interacción con los demás), y el nivel de las limitaciones de la tarea (grado de autoridad y autonomía).	(Sanders y Courtney, 1985)
I18	Existe cierta controversia en la literatura de Sistemas de Gestión de Información sobre el impacto potencial de los sistemas informáticos en la comunicación interpersonal en las organizaciones. Este artículo reporta los resultados de un estudio de las relaciones entre el uso del Sistema y las comunicaciones de la organización.	(Sanders <i>et al.</i> , 1984)
I19	Este documento informa sobre una técnica para medir y analizar la satisfacción del usuario de Sistemas Informáticos. 39 factores que influyen en la satisfacción fueron identificados.	(Bailey y Pearson, 1983)
I20	Este artículo se centra en la satisfacción de los usuarios entre los administradores de usuario en curso, se estudia el papel de buena documentación de usuario, y examina los resultados de una encuesta de 144 directores de usuario de 55 empresas. Los resultados indican que la documentación de usuario bien parece ser un factor importante para asegurar la comprensión del usuario y continua satisfacción de los usuarios. Tiene medidas del impacto de la información del usuario sobre la satisfacción del usuario pero se reserva la escala de medición.	(Doll y Ahmed, 1985)
I21	Este trabajo revisa críticamente las medidas de satisfacción de los usuarios	(Ives <i>et al.</i> ,

	con la información. Se eliminan las escalas que son psicométricamente defectuosas, y se desarrolla un modelo de formulario corto para ser utilizado sólo cuando se requiere una evaluación general de satisfacción de la información y cuando el tiempo de estudio es limitado.	1983)
I22	Este artículo presenta y evalúa empíricamente un modelo conceptual de cómo el entrenamiento puede afectar la aceptación de los sistemas de información con la organización. Los resultados indican que (1) existe una relación positiva entre la formación informática que recibe un individuo y su capacidad informática, y (2) existe una relación positiva entre la capacidad informática de un usuario final y la aceptación de los sistemas de información de productos y tecnologías.	(Nelson y Cheney, 1987)
I23	El estudio descrito en este trabajo trata de abordar la cuestión de gestión de la ejecución mediante la exploración de la utilización de las expectativas de los usuarios del Sistema "previas a la implementación del mismo", indica las probabilidades de éxito de ese sistema.	(Ginzberg, 1981)
I24	Este trabajo estudia la relación entre el Sistema de Información y el Desempeño Individual, es decir, el efecto sobre el trabajo que realizan los usuarios debido a la introducción del Sistema. Particularmente estudia el grado de Ajuste entre las Tecnologías de la Información y las tareas que realizan los usuarios.	(Goodhue y Thompson, 1995)
I25	Revisión del significado de las cuatro dimensiones de éxito de un Sistema propuestas por Delone y Mclean (1992) y de la certidumbre de sus interrelaciones.	(Seddon y Kiew, 1996)
I26	Una herramienta para evaluar la Satisfacción de los Usuarios de Sistemas de Información en Salud.	(Rivière <i>et al.</i> , 1999)
I27	Instrumento utilizado para evaluar la Satisfacción del Usuario y Patrones de Uso del Sistema.	(Lee <i>et al.</i> , 1996)

Tabla 4. METRICAS DE EVALUACIÓN DE ATRIBUTOS TECNOLÓGICOS - CALIDAD DEL SISTEMA

ATRIBUTO	SUB-ATRIBUTO	MÉTRICA	DESCRIPCIÓN	ESCALA	FUENTE
Facilidad de Uso	-----	Facilidad de Uso 1	Opinión del usuario con respecto a la facilidad de uso del sistema.	1 = Casi nunca 2 = Algunas veces 3 = Casi la mitad del tiempo 4 = La mayoría del tiempo 5 = Casi siempre	I2
	-----	Facilidad de Uso 2	Es fácil para el usuario hacerse hábil al usar el sistema.	FA ----- FD FA: Fuertemente de Acuerdo FD: Fuertemente en Desacuerdo	I25
Facilidad de Aprendizaje	-----	Facilidad de Aprendizaje 2	Comparados con otros sistemas, el sistema actual es fácil de aprender.	FA ----- FD FA: Fuertemente de Acuerdo FD: Fuertemente en Desacuerdo	I25
Amigabilidad	-----	Amigabilidad 1	El Sistema es amigable para el usuario.	1 = Casi nunca 2 = Algunas veces 3 = Casi la mitad del tiempo 4 = La mayoría del tiempo 5 = Casi siempre	I2
	-----	Amigabilidad 2	El sistema es Amigable al Usuario.	FA ----- FD FA: Fuertemente de Acuerdo FD: Fuertemente en Desacuerdo	I25
Utilidad	-----	El Sistema es extremadamente útil.	Opinión acerca de la utilidad del Sistema.	Fuertemente de acuerdo De acuerdo Incierto Desacuerdo Fuertemente desacuerdo	I18
	-----	Utilidad 1	En general, el usuario encuentra útil al sistema para realizar su trabajo.	FA ----- FD FA: Fuertemente de Acuerdo FD: Fuertemente en Desacuerdo	I25

Flexibilidad	-----	Flexibilidad de los Sistemas	La medición de la percepción implica la calificación de cuatro pares de adjetivos bipolares que van desde un sentimiento negativo a uno positivo.	7 posibles respuestas para cada par de adjetivos (A, B): Sumamente A, Bastante A, Un poco A, ni A ni B, Un poco B, Bastante B, Sumamente B. (Flexible, Rígido); (Versátil, Limitado); (Suficiente, Insuficiente); (Alto, Bajo)	I19
Confiabilidad	-----	Confiabilidad 1	El sistema es confiable - hace su trabajo de forma coherente.	1 – 7 1 Nunca. 4 A veces. 7 Siempre.	I27
	Recuperabilidad	Recuperación del error	-----	7 posibles respuestas para cada par de adjetivos (A, B): Sumamente A, Bastante A, Un poco A, ni A ni B, Un poco B, Bastante B, Sumamente B. (Rápido, Lento); (Superior, Inferior); (Completo, Incompleto); (Simple, Complejo)	I19
Funcionalidad	Seguridad	Seguridad de Datos	-----	7 posibles respuestas para cada par de adjetivos (A, B): Sumamente A, Bastante A, Un poco A, ni A ni B, Un poco B, Bastante B, Sumamente B. (Seguro, Inseguro); (Buena, Mala); (Definitiva, Incierta); (Completa, Incompleta)	I19
	Interoperabilidad	Integración de los Sistemas	-----	7 posibles respuestas para cada par de adjetivos (A, B): Sumamente A, Bastante A, Un poco A, ni A ni B, Un poco B, Bastante B, Sumamente B. (Completa, Incompleta); (Suficiente,	I19

				Insuficiente); (Exitosa, Fallida); (Buena, Mala)	
Tiempo de Respuesta y Procesamiento	-----	Tiempo de Respuesta 1	El tiempo de respuesta del sistema es lento.	1 – 7 1 Nunca. 4 A veces. 7 Siempre.	I27
Accesibilidad	-----	Comodidad de acceso	-----	7 posibles respuestas para cada par de adjetivos (A, B): Sumamente A, Bastante A, Un poco A, ni A ni B, Un poco B, Bastante B, Sumamente B. (Conveniente, Inconveniente); (Bueno vs. Malo) (Fácil, Difícil); (Eficiente vs. Ineficiente)	I19

Tabla 5. METRICAS DE EVALUACIÓN DE ATRIBUTOS TECNOLÓGICOS - CALIDAD DE LA INFORMACIÓN

ATRIBUTO	SUB-ATRIBUTO	MÉTRICA	DESCRIPCIÓN	ESCALA	FUENTE
Importancia	-----	Importancia 1	El contenido de la información cumple las necesidades del usuario.	Nunca _____ Siempre	I25
	-----	Relevancia	Relevancia o Pertinencia de la información de salida (adecuada a la función pretendida).	Útil _____ Sin Utilidad Relevante _____ Irrelevante Clara _____ Confusa Buena _____ Mala	I19
Legibilidad	Claridad	Claridad 1	La información es clara.	CN PT CMT LM CD 1 2 3 4 5 CN: Casi nunca	I10

				PT: Parte del tiempo CMT: Casi la mitad del tiempo LM: La mayoría de las veces CD: Casi siempre.	
Exactitud	Precisión	Precisión 1	La información de salida mide lo que pretende medir.	Inexacta _____ Exacta Baja _____ Alta Insuficiente _____ Suficiente Incierta _____ Confirmada	I19
		Precisión 2	El sistema provee la información precisa que necesita el usuario.	Nunca _____ Siempre	I25
	-----	Exactitud 1	Corrección de la información de salida.	Inexacta _____ Exacta Baja _____ Alta Insuficiente _____ Suficiente Inconsistente _____ Consistente	I19
		Exactitud 2	El sistema es exacto.	Nunca _____ Siempre	I25
Compleitud	-----	Compleitud 1	Compleitud de la información de salida.	Insuficiente _____ Suficiente Inadecuada _____ Adecuada	I19
	-----	Compleitud 2	El sistema provee suficiente información.	Nunca _____ Siempre	I25
Oportunidad	Actualidad	Actualidad 3	El sistema provee información actualizada.	Nunca _____ Siempre	I25
		Actualidad 4	Edad de la información de salida.	Mala _____ Buena Impuntual _____ Puntual Inadecuada _____ Adecuada Irrazonable _____ Razonable	I19
Formato	-----	Formato 1	Diseño de presentación y despliegue de los contenidos de salida.	Malo _____ Bueno Complejo _____ Simple Ilegible _____ Legible Inútil _____ Útil	I19
	-----	Formato 2	La salida es presentada en un formato útil.	Nunca _____ Siempre	I25

Tabla 6. METRICAS DE EVALUACIÓN DE ATRIBUTOS HUMANOS –USO DEL SISTEMA

ATRIBUTO	SUB-ATRIBUTO	MÉTRICA	DESCRIPCIÓN	ESCALA	FUENTE
Cantidad/duración/nivel de uso	-----	Promedio de Uso	Uso promedio de horas/semana trabajando con el Sistema.	0-168	
	-----	Porcentaje de Uso	Porcentaje de trabajo realizado utilizando el sistema.	0-100	I25
Participación del usuario	Motivación de uso	Hay una voluntad de participar en el proceso de innovación de IT/S.	Opinión del usuario con respecto al nivel de existencia de la voluntad de participar en el proceso de innovación de IT/S.	FD SO FA 1 2 3 4 5 6 7 8 FD: Fuertemente desacuerdo SO: Sin opinión FA: fuertemente de acuerdo	I4
	-----	Sentimiento participación del usuario	Opinión con respecto al sentimiento del usuario en cuanto al grado de participación en el proceso de transición del sistema.	Positivo _____ Negativo Insuficiente _____ Suficiente	I1
		Sentimiento de participación	El grado de implicación y compromiso que el usuario comparte con el personal de procesamiento electrónico de datos y otros hacia el funcionamiento de los sistemas de información en ordenadores y servicios.	Positivo vs Negativo alentado vs rechazado Suficiente vs Insuficiente Involucrados vs No afectado 1 2 3 4 5 6 7	I19, I21
Rol y percepción del usuario	-----	Percepción 1	Percepción del usuario respecto al impacto del sistema en su trabajo.	Sin Importancia _____ Importante Irrelevante _____ Relevante	I25

				Trivial _____ Fundamental No Esencial _____ Esencial Innecesario _____ Necesario	
--	--	--	--	--	--

Tabla 7. METRICAS DE EVALUACIÓN DE ATRIBUTOS HUMANOS –SATISFACCIÓN DEL USUARIO

ATRIBUTO	SUB-ATRIBUTO	MÉTRICA	DESCRIPCIÓN	ESCALA	FUENTE
Satisfacción con funciones específicas	-----	Estoy satisfecho con la exactitud del Sistema.	Opinión con respecto a la satisfacción con la exactitud del sistema.	CN PT CMT LM CD 1 2 3 4 5 CN: Casi nunca PT: Parte del tiempo CMT: Casi la mitad del tiempo LM: La mayoría de las veces CD: Casi siempre.	19
Satisfacción del usuario	-----	Yo personalmente me he beneficiado de la existencia del Sistema en esta organización.	Beneficio personal por la existencia del DSS en la organización.	Fuertemente de acuerdo De acuerdo Incierto Desacuerdo Fuertemente desacuerdo	118
	-----	Satisfacción 1	El nuevo sistema informático vale la pena el tiempo y esfuerzo requerido para utilizarlo.	1 = Muy en desacuerdo 2 = En desacuerdo 3 = Ligeramente en desacuerdo 4 = neutro 5 = Muy poco acuerdo	16

				6 = De acuerdo 7 = Muy de acuerdo	
	-----	Satisfacción 2	El usuario está satisfecho con el sistema.	Casi Siempre La Mayo parte del Tiempo Más o Menos la Mitad del Tiempo Algunas Veces Casi Nunca	I20
Utilidad percibida	-----	Percepción de utilidad	El juicio del usuario sobre el relativo equilibrio entre el costo y la utilidad de considerar los productos de información en ordenadores o servicios que se proporcionan.	Alto vs Bajo Positivo vs Negativo Suficiente vs Suficiente Útil vs Inútil — — — — — — — 1 2 3 4 5 6 7	I19, I21

En cuanto a los *indicadores de calidad* es necesario, antes de definirlos, aclarar tres términos claves utilizados para su definición: *Forma de Medir*, *Criterio de Decisión* y *Modelo de Análisis*. Los siguientes conceptos, incluido el de indicador, son extraídos del trabajo de García *et al.* (2004), quienes hicieron un esfuerzo por unificar conceptos de la literatura respecto a la medición, utilizados por diferentes disciplinas de la ingeniería:

- a) Una Forma de Medir es el conjunto de operaciones cuyo objeto es determinar el valor de una medida³.
- b) Un Criterio de Decisión es un valor umbral usado para determinar la necesidad de una acción posterior, asignar una categoría a una medida o para describir el nivel de confianza de un resultado dado. Por ejemplo, podría construirse criterios de las formas siguientes:
 - Si Resultado1 es menor o igual a Valor1, entonces realice Acción2.
 - Si Resultado1 es igual a Valor2, entonces Resultado1 pertenece a la Categoría1.
- c) Un Modelo de Análisis es un algoritmo o cálculo realizado para combinar una o más métricas o indicadores, con criterios de decisión asociados. Por ejemplo:
 - Para obtener la métrica M3, debe calcular el cociente entre las métricas M1 y M2, es decir, $M3 = M1/M2$. Además: Si $M3 > 0$, entonces M3 pertenece a la Categoría1; Si $M3 < 0$ entonces M3 pertenece a la Categoría2.

A partir de los conceptos anteriores un indicador es definido como una “métrica cuya forma de medir es un Modelo de Análisis, es decir, las mediciones de dicha métrica utilizan las medidas obtenidas en las mediciones de otras métricas o indicadores junto con Criterios de Decisión”.

A continuación es detallado un ejemplo que involucra métricas e indicadores presentado por García *et al.* (2004). El ejemplo utiliza las siguientes métricas:

- LDC (Líneas de Código Fuente escritas). Técnica de Medición: contar las líneas de código fuente del programa software.
- HPD (Horas Programador Diarias). Técnica de Medición: anotar cada día las horas dedicadas por el programador al proyecto.
- HPT (Horas Programador Totales). Suma de HPD.

³ Medida: valor (número o categoría) asignado a un atributo mediante una medición.

- LDCH (Líneas de Código Fuente por Hora de Programador). $LDCH = LDC/HPT^4$.

Un indicador que utiliza las métricas anteriores es “Productividad de los Programadores” o PROD. El modelo de análisis para PROD utiliza los valores de las métricas para establecer un valor cualitativo de la productividad de los programadores en el proyecto del ejemplo. El modelo se basa en extraer un histórico de los valores LDC, HPT y LDCH, para obtener los promedios de cada métrica en un tiempo determinado. Así, son obtenidos los valores medios LDCm, HPTm y LDCHm. Los Criterios de Decisión para el indicador son:

- Si $LDCH/LDCHm < 0.7$, entonces PROD = ‘Muy Baja’.
- Si $0.7 \leq LDCH/LDCHm < 0.9$, entonces PROD = ‘Baja’.
- Si $0.9 \leq LDCH/LDCHm < 1.1$, entonces PROD = ‘Normal’.
- Si $1.1 \leq LDCH/LDCHm < 1.3$, entonces PROD = ‘Alta’.
- Si $LDCH/LDCHm \geq 1.3$, entonces PROD = ‘Muy Alta’.

Teniendo en cuenta la definición formal de indicador citada, no fueron encontrados indicadores para evaluación de la Calidad de Sistemas de Información en la literatura de la Informática para la Salud ni de Sistemas de Información. Adicionalmente, la cantidad de indicadores encontrados en la disciplina de Ingeniería de Software es muy limitada. Por estas razones, la definición o creación de los indicadores para la evaluación de la Calidad de Sistemas de Información en Salud fue incluida como un paso en el método propuesto en el Capítulo 3 (sección 3.4.2).

El capítulo 4 presenta la evaluación del método propuesto y dado que la técnica para evaluarlo requirió la instanciación del método en un proceso de evaluación de un sistema de HCE real (caso de estudio), fue realizada la definición formal de algunos indicadores en uno de los pasos del proceso. Para la recolección de datos se utilizaron 3 instrumentos diferentes: dos encuestas, una para usuarios normales (médicos y enfermeros) y otra para usuarios expertos, y una lista de chequeo. A continuación son descritos y se presentan como un ejemplo de aplicación real cada uno de los indicadores definidos para evaluar los resultados obtenidos por cada instrumento.

Para construir la encuesta aplicada a médicos y enfermeros usuarios del sistema fue utilizada una escala de Likert de 7 niveles y para analizar los resultados fue calculado el PROMEDIO de las respuestas seleccionadas por los usuarios. Los siguientes criterios definieron el resultado de la evaluación:

Si $6,0 \leq PROMEDIO \leq 7,0$ la característica cumple las expectativas.

⁴ Las métricas HPT y LDCH del ejemplo son obtenidas a partir de cálculos realizados utilizando otras métricas. Este tipo de métricas son denominadas Métricas Indirectas (ISO, 1991).

- Si $4,0 \leq \text{PROMEDIO} < 6,0$ la característica está presente pero debe ser mejorada.
- Si $2,0 \leq \text{PROMEDIO} < 4,0$ la característica requiere una mejora significativa.
- Si $1,0 \leq \text{PROMEDIO} < 2,0$ la característica no está presente.

La encuesta de Usabilidad contiene preguntas sobre características de este atributo con 5 opciones de respuesta: Muy de Acuerdo, De Acuerdo, Neutro, En Desacuerdo y Muy en Desacuerdo. Para la calificación de las respuestas fueron asignados diferentes pesos para cada una de las posibilidades de respuesta, respectivamente así: 1, 0.75, 0.5, 0.25 y 0. Es decir, Muy de Acuerdo tiene un peso de 1 y Muy en Desacuerdo un peso de 0. En la encuesta, las preguntas están organizadas de acuerdo a diferentes tópicos referentes a la Usabilidad. Cada tópico fue evaluado por separado, mediante el cálculo de un porcentaje computado a partir del valor de las respuestas seleccionadas por el usuario, es decir que la calificación de cada tópico podría tomar un valor entre 0 y 100. Por ejemplo, el usuario selecciona las siguientes opciones en el tópico Velocidad y Medios:

Velocidad y medios	Muy de acuerdo	De acuerdo	Neutro	Desacuerdo	Muy en Desacuerdo
Los medios utilizados (imágenes, video) demoran en exceso la carga del sitio.			X		
La calidad técnica de videos, imágenes y sonido es aceptable.		X			
Los medios utilizados refuerzan el contenido del mensaje.				X	

De acuerdo a lo anterior, la primera respuesta tiene un peso de 0.5, la segunda de 0.75 y la última de 0.25. Para calcular el porcentaje se suman los pesos y se divide el resultado entre el número de preguntas del tópico (3 en el ejemplo):

$$\text{PORCENTAJE} = (0.5 + 0.75 + 0.25) \div 3 = 0.5 = 50\%$$

Una vez calculado el porcentaje, los criterios de decisión para calificar cada tópico son los siguientes:

- Si $90 < \text{PORCENTAJE} \leq 100$, entonces CALIFICACIÓN = "EXCELENTE"
- Si $65 < \text{PORCENTAJE} \leq 90$, entonces CALIFICACIÓN = "BUENO"
- Si $40 < \text{PORCENTAJE} \leq 65$, entonces CALIFICACIÓN = "NEUTRO"
- Si $15 < \text{PORCENTAJE} \leq 40$, entonces CALIFICACIÓN = "REGULAR"
- Si $0 \leq \text{PORCENTAJE} \leq 15$, entonces CALIFICACIÓN = "DEFICIENTE"

Por último, para calificar los resultados de la Lista de Chequeo fueron asignados pesos equitativos a cada funcionalidad de cada categoría de tal manera que su

suma fuese 100 para, a partir de estos valores, realizar el cálculo del porcentaje en que el sistema cumple con la categoría. Por ejemplo:

<i>Gestión de Características Demográficas de los Pacientes</i>	Presencia de la Funcionalidad	
	SI	NO
<i>El paciente es identificado de manera Única.</i>	X	
<i>El sistema almacena información demográfica del paciente (ej.: fecha nacimiento, género)</i>	X	
<i>El sistema permite registrar información de contacto del paciente (direcciones, teléfono, etc.).</i>		X
<i>El sistema registra quién actualiza la información y cuándo.</i>	X	

Puesto que son 4 funcionalidades en la categoría, cada funcionalidad en este ejemplo tiene un peso de 25 ($100 \div 4$). Dado que sólo 3 de las funcionalidades tiene una calificación de “SI”, el porcentaje en que el sistema cumple con esta categoría es de 75%. El criterio de decisión para calificar cada categoría es: “si el porcentaje para la categoría es mayor o igual a 75% esta se considerará ACEPTADA, si es menor será REPROBADA”.

2.6 Conclusiones

En este capítulo fue presentada una selección de atributos y métricas de calidad para la evaluación de Sistemas de Información en Salud. La selección fue realizada mediante la revisión de diferentes disciplinas concernientes a la evaluación de Sistemas de Información, entre ellas la Ingeniería del Software y la Informática para la Salud. El avance en cuanto a la definición formal de métricas para la evaluación en el campo de la salud está en sus etapas iniciales y, por tal razón, el aporte realizado por este trabajo brinda un punto de partida para la estandarización y formalización de los procesos evaluativos de Sistemas de Información en Salud. Respecto al tema de los indicadores de calidad, el trabajo es aún menos maduro en comparación con el desarrollado en cuanto a atributos y métricas. Este capítulo presentó como ejemplo la definición formal de los indicadores utilizados por los autores en el proceso de evaluación del método propuesto descrito en el capítulo 4. Estos indicadores no pretenden ser un estándar, pero sí dar luces acerca de la construcción correcta y formal de este tipo de elementos de medición indispensables en los temas de evaluación y del soporte a la toma de decisiones.

En el siguiente capítulo será descrito el método propuesto para la evaluación de la calidad de Sistemas de Gestión de HCE. El repositorio de atributos y métricas presentado en el presente capítulo será de valiosa importancia para la aplicación del método, pues dar respuesta a preguntas sobre “qué” y “cómo” evaluar es un paso esencial en un proceso de evaluación.

3. UN MÉTODO PARA LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE SISTEMAS DE GESTIÓN DE HISTORIAS CLÍNICAS ELECTRÓNICAS

3.1 Introducción

Este capítulo presenta la definición del Método de Evaluación de Sistemas de Gestión de Historias Clínicas Electrónicas. Para la definición del método fue utilizado el metamodelo SPEM 2.0. SPEM (Software & Systems Process Engineering Meta-Model Specification), el cual es un metamodelo para procesos de Ingeniería de Software e Ingeniería de Sistemas y ofrece un “marco conceptual, que proporciona los conceptos necesarios para modelar, documentar, presentar, gestionar, intercambiar, y publicar métodos y procesos de desarrollo” (Object Management Group, 2008). La sección 3.3 realiza una descripción general de este metamodelo. La sección 3.2 describe algunos trabajos relacionados con el desarrollo o revisión de métodos de evaluación en Sistemas de Información de Salud, en Informática Médica o en Ingeniería de Software. Por último, al final del capítulo en la sección 3.4 se presenta el método de evaluación propuesto en este trabajo junto a la base conceptual para su definición.

3.2 Estado del Arte

Esta sección presenta los principales proyectos, a nivel internacional y a nivel nacional, relacionados con la evaluación de Sistemas de Información en Salud y Sistemas de Información en general. La revisión ha sido clasificada en “Proyectos que desarrollan métodos de evaluación” y “Proyectos orientados a la revisión de literatura concerniente a métodos de evaluación”.

3.2.1 Trabajos que desarrollan métodos.

Stoop y Berg (2003) desarrollaron un método para la evaluación que comprende seis dominios (o puntos de vista) y tres fases (momento en que ocurre la evaluación). El dominio puede ser: técnico, profesional, organizacional, económico, ético y legal y la fase: pre-implementación, durante la implementación o post-implementación. Al combinar estas dos dimensiones surge una matriz en la que cada celda está compuesta de diferentes preguntas a resolver. Los autores proponen una combinación de métodos cuantitativos y cualitativos con el objeto de obtener resultados completos y claros. Este trabajo no muestra indicadores claros de evaluación ni indica métricas a utilizar.

Yusof *et al.* (2008) partiendo de un estudio previo sobre marcos de trabajo de evaluación (Yusof *et al.*, 2008b), propone uno nuevo que combina los aspectos organizacionales, humanos y tecnológicos llamado HOT-fit. Hace uso de dos modelos: el "IS Success Model" para la categorización de medidas, dimensiones y factores de evaluación y el "IT-Organization Fit Model" como complemento del anterior, integrando los factores organizacionales, humanos y tecnológicos. Algunos de los indicadores de calidad propuestos son: seguridad, eficiencia, flexibilidad, fiabilidad y facilidad de aprendizaje. Este marco de trabajo incluye medidas de calidad pero no están acorde a los estándares, y además no indica métricas.

La metodología expuesta por Brender (1999) está compuesta de cuatro fases de evaluación que corresponde uno a uno con cuatro fases de desarrollo del sistema. Las cuatro fases de evaluación son: fase Exploratoria (correspondiente a la misma fase Exploratoria en desarrollo), fase de Validación Técnica (incluida en la fase de Desarrollo del Sistema), fase de Usabilidad (pertenece a la fase de Adaptación - término actualizado en (Brender, 2004)) y por último la fase de Impacto, la cual hace parte de la fase de Evolución del Sistema. El proceso de evaluación propuesto está centrado en el usuario y es soportado por el "Documento de Requerimientos del Usuario" (URD), el cual se toma como un contrato de las características que el sistema debe reunir. Este trabajo no indica criterios de evaluación. Sin embargo, está basado en estándares internacionales para desarrollar su propuesta.

Lærum (2004), en su tesis doctoral, desarrolló un método de evaluación adaptado a los sistemas de Registros Médicos Electrónicos (EMR) de los hospitales, aplicable a diferentes sitios y sistemas de EMR. Los principales métodos utilizados en esta tesis fueron observaciones no participativas, entrevistas y encuestas auto-administradas. El método desarrollado es un cuestionario adaptado a la tarea que permite calcular rápidamente el impacto potencial del sistema EMR en la prestación del cuidado en salud. No tiene en cuenta los aspectos técnicos como por ejemplo calidad y seguridad, únicamente está centrado en el rendimiento y en la satisfacción del usuario.

A nivel nacional, es posible encontrar los siguientes trabajos respecto a la creación de métodos de evaluación, los cuales no involucran la evaluación de Sistemas de HCE.

Méndez *et al.* (2008) realizaron una propuesta para diseñar métodos de evaluación de la usabilidad, centrados en aspectos colaborativos, haciendo uso de thinklets. La aproximación metodológica para el diseño de métodos consta de 6 fases: diagnóstico del método de evaluación de la usabilidad, evaluación de la actividad, descomposición de la actividad, relación de thinklets, documentación del diseño y validación del diseño. La propuesta sólo está enfocada en la Usabilidad,

además no tiene en cuenta la perspectiva sobre evaluación de la Informática para la Salud.

Arias *et al.* (2009) implementa una herramienta para la evaluación de la usabilidad de ambientes virtuales 3D desarrollados en Java. Evalúa los aspectos que afectan el modelo mental del usuario, el aspecto visual del entorno y la adecuación de tareas del usuario. La herramienta está dividida en cuatro módulos que permiten llevar a cabo la evaluación. Los autores indican también técnicas de evaluación y métricas. Su limitación es que sólo evalúa los objetivos de usabilidad: efectividad, eficiencia y satisfacción.

Moreno et al. (2008), basándose en ISO 9126 (ISO, 1991a), desarrolla una herramienta software para evaluar la Calidad en Uso de sitios web. La Interfaz de la herramienta tiene tres secciones principales: evaluador, usuarios y evaluación. La última, la más importante, muestra los resultados de las métricas, basados en cuatro características: efectividad, productividad, seguridad y satisfacción. La herramienta permite evaluar sólo Calidad en Uso y no toma en cuenta la evaluación desde la perspectiva de la Informática para la Salud.

La ISO (Organización Internacional para Estandarización) e IEC (Comisión Electrotécnica Internacional) que forman el sistema especializado para la normalización en todo el mundo, diseñaron la norma ISO/IEC 14598 que trata la evaluación del producto software (se utiliza conjuntamente con la norma ISO/IEC 9126). Esta norma proporciona un marco para evaluar la calidad de todos los tipos de productos de software junto con métodos de medición. Contiene una sección de planificación y gestión que suministra los detalles sobre los requisitos que deben ser proporcionados, y otras secciones que tratan el proceso de evaluación de software desde el punto de vista de los desarrolladores, adquirientes y evaluadores. Por último en esta norma se puede encontrar formatos para la documentación a presentar en el proceso de evaluación de software. Esta norma está destinada para ser utilizada por expertos en evaluación de tecnologías como institutos de investigación, y para la producción de nuevos módulos de evaluación (ISO, 2001). Es una guía completa para la evaluación de la calidad de software pero no tiene en cuenta aspectos organizacionales y/o humanos.

3.2.2 Trabajos de revisión de métodos.

Kaplan (2001a) revisó la literatura de Sistemas de Soporte a Decisiones Clínicas (CDSS) con un enfoque en la evaluación. Puesto que algunas evaluaciones concluyen que el efecto es positivo y otras que es negativo, los resultados obtenidos son confusos. La autora concluye que falta información útil para entender por qué los CDSS pueden o no ser eficaces y que no ha sido realizado un estudio de evaluación el cual afirme que un sistema es eficaz o no. En otra

revisión, Kaplan (2001b) encontró que los Ensayos Clínicos Aleatorios (RCT) son considerados el “estándar de oro” de métodos en evaluación. Sin embargo, los critica y presenta sus limitaciones. Este trabajo demostró que el método RCT tiene limitaciones para evaluar un sistema, así mismo que es necesario incorporar métodos cuantitativos y cualitativos en la evaluación y para una mayor comprensión de la evaluación es imprescindible tener en cuenta los aspectos organizacionales, sociales y tecnológicos en conjunto.

Yusof *et al.* (2008b) realizaron una revisión de los trabajos sobre evaluación de Sistemas de Información en Salud. Basándose en el Ciclo de Vida de Desarrollo de un Sistema (en inglés System Development Life Cycle –SDLC) (Mckay, 2006), fueron identificadas 4 fases de evaluación: preliminar, validez, funcionalidad e impacto. Dependiendo del momento en el SDLC en el que sea realizada la evaluación ésta puede ser sumativa o formativa. Esta revisión toma en cuenta los factores tecnológicos, humanos y organizacionales. Como conclusión, los autores afirman que los marcos de trabajo encontrados se complementan entre sí dado que cada uno evalúa diferentes aspectos respecto a diferentes factores, lo que lleva a sugerir una combinación de todos los aspectos en un solo marco.

Rahimi y Vimarlund (2007) encontraron que los aspectos organizacionales y económicos son los mayormente evaluados en el ámbito de las TIC en salud. Para llevar a cabo las evaluaciones son utilizadas comúnmente las de tipo formativo. Sin embargo, al momento de realizar la evaluación, en la mayoría de los estudios no fue discutida una teoría específica a aplicar. Según sus investigaciones, no hay un marco de trabajo estándar para evaluación en este campo.

Los trabajos de De Keizer y Ammenwerth (De Keizer y Ammenwerth, 2008; Ammenwerth y De Keizer, 2005) hicieron una revisión de trabajos publicados entre 1982 y 2005 sobre evaluación de las TIC en salud. Obtuvieron, entre otras cosas, que: dominaron los métodos cuantitativos de evaluación (83%), el 40% de los estudios combinaron al menos dos métodos diferentes de recolección de datos, los principales métodos de recolección de datos utilizados fueron: análisis de documentación, cuestionarios, muestreo de trabajo y medidas de tiempo, entrevistas y observaciones y los criterios de evaluación en su mayoría fueron: cuidado apropiado del paciente, eficiencia, satisfacción del usuario y calidad de software.

No fueron encontrados trabajos nacionales respecto a este tópico.

3.3 Descripción general de SPEM 2.0

La siguiente descripción de SPEM 2.0 está basada en los documentos de Larrucea *et al.* (2007) y Ruiz y Verdugo (2008) que describen el metamodelo. Además la especificación formal propuesta por el Object Management Group (2008) fue utilizada para aclarar algunos términos.

SPEM (Software & Systems Process Engineering Metamodel) es un metamodelo para procesos de Ingeniería de Software e Ingeniería de Sistemas el cual ofrece un “marco conceptual, que proporciona los conceptos necesarios para modelar, documentar, presentar, gestionar, intercambiar, y para publicar métodos y procesos de desarrollo” (Object Management Group, 2008). Un metamodelo describe conceptos genéricos y sus interrelaciones que sirven para la definición de modelos de cierto dominio. Es correcto afirmar que un Metamodelo es un Modelo de Modelos (Ruiz y Verdugo, 2008).

“El objetivo de SPEM 2.0 es dar cabida a una amplia gama de métodos y procesos de desarrollo de diferentes estilos, culturas, niveles de formalismo, modelos de ciclo de vida, comunidades” (Object Management Group, 2008). SPEM 2.0 está basado en tres elementos básicos que son Tarea, Rol y Producto de Trabajo. Tarea es el esfuerzo necesario para hacer algo, Rol es quien hace alguna tarea y Producto de Trabajo es lo que utiliza un Rol para realizar una Tarea pero también es el resultado de la realización de la Tarea. En conclusión, un Rol realiza Tareas usando Productos de Trabajo para obtener otros Productos de Trabajo.

3.3.1 Escenarios Fundamentales

Al trabajar con SPEM se encuentran cuatro escenarios fundamentales:

1. Crear un repositorio de contenidos de método: colección organizada y reutilizable de roles, tareas, productos de trabajo, guías, fragmentos de método y proceso (Ruiz y Verdugo, 2008). SPEM 2.0 permite disponer de un formato estandarizado para crear una base de conocimiento ideal para la formulación de procesos en la ingeniería de procesos de desarrollo de software y sistemas (Larrucea *et al.*, 2007).
2. Dar soporte al desarrollo, gestión y crecimiento de procesos software: combinar, reutilizar y extender los elementos de método para configurar los procesos que sirven para guiar los proyectos (Ruiz y Verdugo, 2008). Los elementos de método son independientes del ciclo de vida del proceso, por esta razón es posible reutilizarlos a lo largo de todo el ciclo de vida de un proceso (Larrucea *et al.*, 2007).

3. Establecer un marco de trabajo general de la organización a partir de los procesos y los elementos definidos: ningún proyecto es exactamente como el anterior y nunca exactamente el mismo proceso software es ejecutado dos veces (Ruiz y Verdugo, 2008). SPEM soporta la reutilización de fragmentos de métodos para uno o diferentes procesos, además permite realizar diferentes configuraciones para desplegar sólo la parte que sea necesaria. Lo anterior es representado en las siguientes características:
 - ✓ Reutilización de procesos o patrones de proceso.
 - ✓ Variabilidad (procesos que tienen diferentes alternativas configurables).
 - ✓ Particularización (cambios para cada usuario sobre procesos estándares reutilizados).

4. Generar plantillas para planes de proyecto concretos: permite incluir información de cómo un proceso debe ser implementado. Para esto SPEM incluye estructuras de definición de procesos que son desplegadas en formatos que permitan la generación automática de sistemas de gestión de proyectos y recursos, motores de flujos de trabajo, etc.

Teniendo en cuenta lo anterior, el presente trabajo está situado en el primer escenario “Crear un repositorio de contenidos de método”. SPEM será utilizado para llevar a cabo la definición de los elementos del método, proceso descrito en la sección 3.4.2.

Un concepto clave de SPEM 2.0 es la separación de la definición de métodos y su aplicación al desarrollo de procesos. Lo anterior está representado en la siguiente figura:

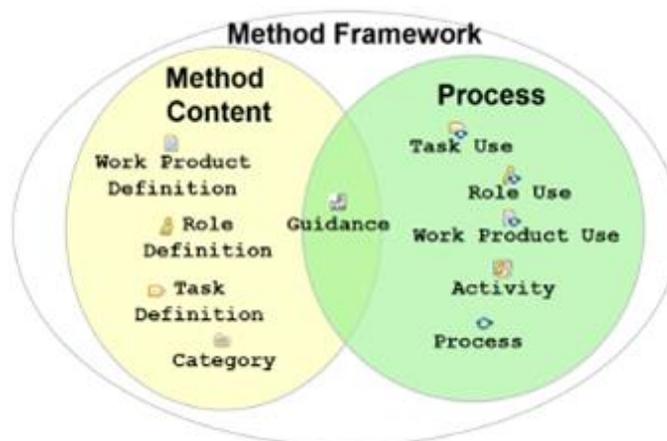


Figura 1. Estructura del metamodelo SPEM 2.0 (Object Management Group, 2008)

El *Contenido del Método* comprende: definición de los elementos de contenido, definición de las Tareas (realizadas en distintos pasos), definición de cuáles son los Productos de Trabajo de entrada y salida en cada una de ellas y de quién es el responsable de cada tarea. En *Procesos* el elemento central es la Actividad, una Actividad está compuesta de otras Actividades, Roles en Uso, Tareas en Uso, etc. Las Actividades son definidas para un proceso específico. Las *Guías* son utilizadas para dar soporte tanto a *métodos* como a *procesos* (Larrucea *et al.*, 2007).

SPEM 2.0 permite definir sólo el *método* sin instanciarlo en un *proceso*, o permite desarrollar un proceso definiendo en este todos los elementos de contenido. Sin embargo, lo ideal es que se defina primero el método y así poder realizar procesos para aplicaciones concretas instanciando los elementos del contenido en cada proceso y obtener de esta manera la reutilización de la definición del método.

En el Anexo 3 se describe con un poco más de detalle el estándar SPEM 2.0.

3.4 Desarrollo del Método de Evaluación

En esta sección se describe la definición del método de evaluación. Para la definición fue necesario utilizar los avances encontrados sobre evaluación en la literatura, razón por la cual primero se presenta la base para la definición del método y luego la definición del mismo.

3.4.1 Base para la definición del método

De los trabajos revisados en la sección 3.2, se han seleccionado algunos trabajos de evaluación que sirven de base para la definición del método propuesto ya que mencionan características, principios o aspectos relacionados con cómo se debe abordar y seguir una evaluación en Informática para la Salud u otro campo aplicable al contexto actual. A continuación se describen en detalle aquellos trabajos que sirvieron como base para la realización del método propuesto:

3.4.1.1 Manual de Métodos de Evaluación de Informática de la Salud (Brender, 2006b)

Brender (2006b) señala que al evaluar un Registro Médico Electrónico (EHR) u otro sistema de TI en la Salud, el objetivo de la actividad de la evaluación concierne no solo al aspecto técnico sino a la organización completa. Por lo tanto es necesario tener en cuenta en la evaluación todos los aspectos incluidos en un

Sistema de Gestión de Historias Clínicas Electrónicas. En el presente trabajo, dichos aspectos han sido agrupados en las siguientes categorías: Tecnológicos, Humanos, Organizacionales y Beneficios Netos tal como se presentó en el capítulo 2. Esta categorización se realizó basándose en el trabajo de Yusof et al. (2008).

El concepto de evaluación indica que para evaluar no sólo se requiere un método estándar de evaluación y su uso, sino que es más importante entender el proceso que se va a realizar. Antes de iniciar el proceso es necesario dejar claro:

- ✓ ¿Por qué se quiere evaluar?
- ✓ ¿Qué va a ser usado para evaluar?
- ✓ ¿Cuál será la consecuencia de un resultado dado?

Teniendo en cuenta esto, el método propuesto en este trabajo incluye la tarea “Definir Requisitos de la Evaluación”, la cual pretende dejar claro los aspectos mencionados en las etapas iniciales del proceso de evaluación (sección 3.4.2.4).

Las actividades de evaluación pueden ser de pronóstico, detección y diagnóstico. Los aspectos se evaluarán durante todas las fases del desarrollo del sistema. Brender (2006b) identifica lo que se debe evaluar principalmente en cada fase:

La Fase Exploratoria:

Es la fase de planeación y análisis. Las actividades de evaluación abordan los siguientes aspectos:

- ✓ Relevancia: una evaluación de si la solución o combinación de soluciones en cuestión son capaces de resolver los problemas actuales y cumplir con las demandas y requerimientos de la organización.
- ✓ Áreas problema: ¿Dónde están las debilidades y los elementos de riesgo en la solución del modelo?
- ✓ Factibilidad: ¿La organización tiene los recursos necesarios para poner en práctica la solución elegida, así como el apoyo de la gestión, personal y políticos?
- ✓ Integridad y coherencia: ¿Es la solución una entidad coherente ni más ni menos?
- ✓ Verificabilidad: se debe considerar cómo comprobar que todos los requerimientos pequeños y funciones en la solución del modelo se han cumplido una vez que el sistema completo se implementa y esté listo para ser usado.
- ✓ Elementos de riesgo: ¿Hay condiciones externas fuera del control de la organización que implican un riesgo considerable para el proyecto en caso de que ocurran?

La Fase de Desarrollo Técnico:

Las actividades de evaluación se realizan en condiciones experimentales, no reales. En esta fase se puede realizar una evaluación Constructiva y/o Sumativa, depende del tipo de proyecto de desarrollo. No sólo los aspectos funcionales y técnicos son relevantes a evaluar en esta fase, sino también los aspectos ergonómicos y cognitivos⁵.

La Fase de Adaptación:

Esta fase se lleva a cabo en situaciones reales. Los problemas potenciales de los aspectos ergonómicos y cognitivos ahora aparecen como errores de funcionamiento y errores de operación. El propósito de esta fase es la de terminar con todos los problemas pendientes en los procedimientos de trabajo, así como en el propio sistema informático para asegurarse de que los dos trabajan conjuntamente para lograr un nivel óptimo en las operaciones cotidianas. Cada cambio técnico incluirá las mismas actividades de evaluación que en la fase anterior, pero sólo en la medida necesaria. Esta fase es bastante inestable por naturaleza, su finalidad es la de ajustar el sistema informático a la organización o viceversa.

La Fase de Evolución:

Esta fase suele comenzar cuando la solución completa de TI ha alcanzado una estabilidad razonable y cuando hechos nuevos o revisiones importantes se están iniciando. Sólo cuando el sistema ha alcanzado una cierta estabilidad deberán las actividades de evaluación concerniente a los efectos y eficiencia del sistema ser iniciadas. La autora identifica y agrupa los métodos y/o técnicas de evaluación que pueden ser utilizados en cada fase del ciclo de vida.

El aporte de Brender soporta la definición de requisitos de la evaluación según la fase en que el sistema se encuentre y además ayuda a priorizar o identificar con mayor claridad los aspectos más importantes a evaluar en cada fase. Este aporte fue importante para la construcción del método aquí propuesto para definirlo de tal manera que fuese independiente de la fase del ciclo de vida del sistema a evaluar.

Adicionalmente, el trabajo de esta autora es tomado como un elemento del método, al utilizarse como la Guía "Preguntas preliminares para la definición de los requisitos de evaluación". En la sección 3.4.2.3 se encuentra la descripción general de la guía.

⁵ Ergonómicos: esfuerzo práctico y mental que hace el usuario al utilizar el sistema. Cognitivos: compatibilidad del sistema con los procesos cognitivos reales desarrollados al cumplir una actividad.

3.4.1.2 Evaluación de Registros Médicos Electrónicos – EMR (Lærum, 2004)

Lærum (2004) menciona que los objetivos de la evaluación pueden ser para:

- ✓ Establecer la viabilidad de un nuevo proyecto.
- ✓ Tomar decisiones de inversión de organización.
- ✓ Revisar el progreso de los proyectos de Sistema de Información.
- ✓ Evaluar el impacto de un Sistema de Información sobre la organización.
- ✓ Evaluar el valor añadido por la función de Sistema de Información como un departamento que proporciona un servicio.

La evaluación de un Sistema de Información es muy difícil. Sin embargo, existen principios que pueden orientar al evaluador. El autor menciona que “debido a las múltiples perspectivas a ser consideradas en la evaluación de un Sistema de HCE, se debe incluir métodos cualitativos y cuantitativos en la evaluación, lo cual permite describir 'que pasó' y 'por qué pasó'. La evaluación debe incluir un elemento comparativo, una forma de referencia, o idealmente una línea base de los parámetros investigativos que deben ser comprobados. Las evaluaciones deben basarse en cómo los seres humanos reaccionan al sistema, lo que quiere decir que las actitudes del usuario deben tenerse en cuenta”.

El autor además realiza una descripción de los antecedentes relacionados con evaluación. Para la realización de estudios de evaluación es necesario definir un orden de evaluación. Lærum sugiere el siguiente:

- a) Acordar por qué es necesaria la evaluación. Corresponde a la Tarea “Definir Requisitos de la Evaluación” en el método propuesto.
- b) Acordar cuándo evaluar. Corresponde a la Tarea “Realizar Plan de Actividades para la Recolección de Datos”.
- c) Acordar qué evaluar. Se relaciona con la Tarea “Seleccionar Atributos de Calidad”.
- d) Acordar la forma de evaluar. Tiene relación con la Tarea “Definir Técnicas de Evaluación”.
- e) Analizar e informar. Relacionada con la Tarea “Analizar Datos” en el método aquí propuesto.
- f) Evaluar las recomendaciones y decidir sobre las acciones. Corresponde a la Tarea “Concluir la Evaluación”.

- **Fases de Evaluación**

Lærum (2004) indica que los métodos de evaluación pueden ser organizados contextualmente en fases. Esto corresponde a la idea de que la evaluación debe

considerarse como un proceso continuo y no momentáneo. Varios autores han descrito el ciclo de vida de un sistema de información en fases, cada una de las cuales requiere una evaluación separada y representa retos y situaciones particulares para el evaluador. La Figura 2 representa las fases de la evaluación de un Sistema de HCE según 4 autores diferentes. La línea punteada separa la evaluación antes de la implementación de la evaluación después de la implementación del sistema. La figura permite ver la correspondencia entre los distintos planteamientos de los ciclos de vida: es evidente la relación uno a uno entre las fases propuestas por Bürkle y Brender, por ejemplo de las fases de Verificación con Exploración y de Validación con Desarrollo. La figura permite ver la correspondencia entre los distintos planteamientos de los ciclos de vida: es evidente la relación uno a uno entre las fases propuestas por Bürkle y Brender, por ejemplo de las fases de Verificación con Exploración y de Validación con Desarrollo.

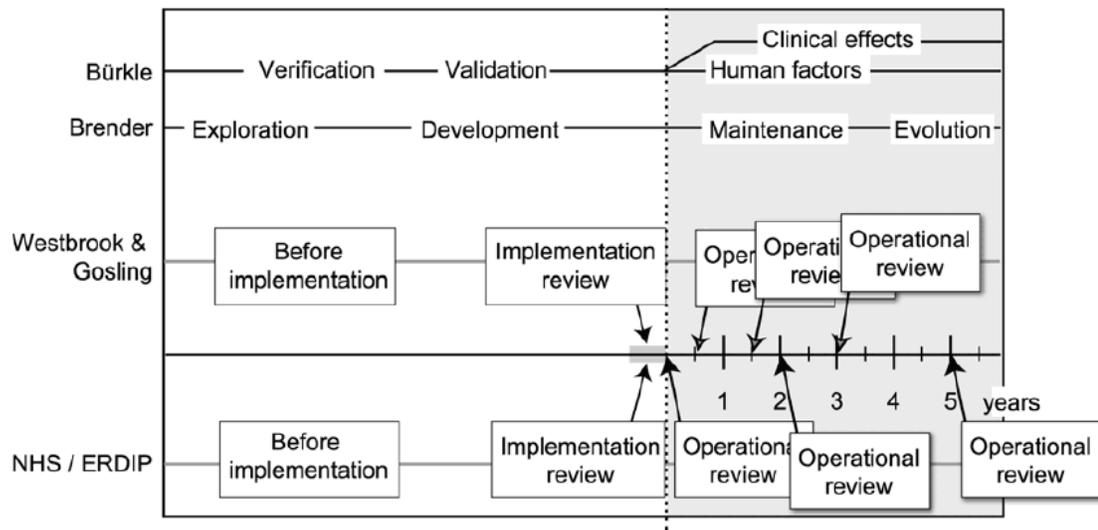


Figura 2. Fases de Evaluación de Sistemas de HCE (Lærum, 2004).

El trabajo de Lærum fue utilizado para realizar el diseño estructural del método propuesto. Fue necesario definir tareas y pasos generales para que el método pueda ser aplicado independientemente de la fase del ciclo de vida en el que se encuentre el sistema y en el que vaya a ser aplicada la evaluación. Cada fase tendrá un enfoque diferente como fue mencionado arriba. El enfoque de evaluación, al aplicar el método, será definido utilizando las guías “Preguntas preliminares para la definición de los requisitos de evaluación” y “Guía para la selección de técnicas de evaluación” (ver sección 3.4.2.3).

3.4.1.3 Sistemas de Información en Salud en la Práctica Clínica (Yusof, 2008)

De acuerdo con Yusof (2008), la evaluación trata de responder el por qué (objetivo), quién (cuál perspectiva de la parte interesada va a ser evaluada), cuándo (en qué fase del ciclo de vida del sistema en desarrollo), qué (aspectos u

objeto de la evaluación) y cómo (métodos de la evaluación). A continuación el autor describe las preguntas anteriores y adicionalmente es mostrado cómo esto sirvió para la definición del método propuesto:

Quién. Tomando como referencia a Friedman y Wyatt (2006), identifican los tipos de interesados en la evaluación y sus preguntas típicas:

- ✓ Desarrollador: ¿Funciona? ¿Van a usarlo?
- ✓ Usuario: ¿Es preciso y rápido? ¿Es divertido?
- ✓ Paciente: ¿Es seguro? ¿Me ayudará?
- ✓ Comprador: ¿Cuál es la relación entre costo y beneficio? ¿Es seguro y confiable?

Teniendo en cuenta lo anterior, fue definido el Rol de Interesado en el método propuesto.

Cuándo. La evaluación puede llevarse a cabo en las cuatro fases del ciclo de vida del desarrollo de sistemas. Cada fase trata aspectos específicos de evaluación:

- ✓ Fase de exploración: interrogatorio de la idea de un sistema en un ambiente clínico.
- ✓ Fase de Validez: exploración de la propuesta de una solución técnica.
- ✓ Fase de funcionalidad: evaluación del sistema en operación real. Incluye la evaluación de usabilidad y utilidad del sistema cuando se integra dentro de un ambiente clínico.
- ✓ Fase de impacto: evaluación de los efectos del sistema en la organización.

Como ya fue mencionado, tener en cuenta el “cuándo” evaluar es importante para definir el enfoque del método, según la fase en la será llevada a cabo la evaluación.

Qué. La evaluación involucra humanos, tecnología, organización y la interacción entre ellos. La evaluación puede abarcar ámbitos técnicos, profesionales, organizativos, económicos, éticos y jurídicos.

En la definición del método, esta pregunta dio origen a la tarea “Selección de Atributos de Calidad”.

Cómo. Según los enfoques, pueden ser clasificados en Objetivista o Subjetivista. Los enfoques Objetivistas son excelentes para examinar el rendimiento del sistema o cambios en los comportamientos particulares en la práctica clínica, son menos adecuados para investigar por qué y cómo funciona un sistema con un usuario específico en un contexto específico. Además, la evaluación puede llevarse a cabo usando métodos cualitativos y cuantitativos, lo cual es

recomendable porque proporciona una visión más completa de los estudios de evaluación.

En el método propuesto, el “Cómo” será definido en la tarea “Definir Técnicas de Evaluación”.

3.4.1.4 Evaluación del Software Médico – Guía para la Evaluación (CCEEM, 2003)

Este trabajo menciona los principios de evaluación generales establecidos por la Norma Regulatoria ER-5 del Ministerio de Salud Pública de Cuba (CCEEM, 1996), que son aplicables al software médico:

A. El Principio de la Continuidad: una apropiada evaluación del software no es un evento puntual en el tiempo, debe empezar cuando empieza la planificación del diseño y el establecimiento de los requerimientos y continuar durante todo el ciclo de vida del software.

B. El Principio de la Gestión: el software no puede validarse apropiadamente sin un ciclo de vida de software establecido. La evaluación incluye el aseguramiento de la planificación, ejecución, análisis, y documentación de las actividades de evaluación y otras tareas del proceso de evaluación a lo largo de todo el ciclo de vida del software.

C. El Principio de la Planificación: los planes que se proyecten deben prever las medidas, así como hacer referencias al plan específico de cómo el proceso de evaluación de software se ejecutará y se controlará.

D. El Principio Procesal: las tareas de evaluación se ejecutarán siguiendo procedimientos establecidos por la organización.

E. El Principio de la Especificación: para la evaluación deben determinarse y documentarse los requisitos del software en forma de especificaciones o descripción del producto de software médico.

F. El Principio de Comprobación: la evaluación del software estará respaldada por verificaciones que utilizarán tanto la comprobación estática (revisión documental, inspecciones, análisis, revisiones del diseño, etc.) como las técnicas dinámicas (ej. pruebas durante la ejecución). Las técnicas estáticas del proceso de evaluación tales pueden ser más eficaces encontrando, corrigiendo y previniendo problemas en una fase más temprana del proceso de desarrollo.

G. El Principio de la Validación Total: el software no puede validarse parcialmente. Cuando un cambio se hace a un sistema de software, deben ejecutarse las acciones de validación total al sistema del software.

H. El Principio de la Cantidad de Esfuerzo: la magnitud del esfuerzo de evaluación de software debe corresponder con el riesgo asociado con el equipo médico y el software. Igualmente, el tamaño y la complejidad del proyecto del software son un factor importante para establecer el nivel apropiado de esfuerzo y la documentación asociada para el software.

I. El Principio del Tercero Independiente: se deben efectuar las actividades de evaluación usando el precepto de aseguramiento de la calidad básico de "la independencia de la revisión" o evaluación por un tercero, cuando así se requiera.

J. El Principio del Ambiente Real: se reconoce totalmente que el software es diseñado, desarrollado, validado y regulado en un ambiente real.

Los principios generales para la evaluación aplicables al software médico ayudan al entendimiento de todo el proceso de evaluación. Tener en cuenta esto mejora no solamente el desarrollo del proceso de la evaluación sino también los resultados de la misma. Por estas razones en el método propuesto se recomienda la utilización de la guía "Principios generales para la evaluación de software médico".

La siguiente es una lista de consideraciones y preguntas preliminares contenidas en este trabajo:

- ¿Qué características de calidad del software son importantes al proceso de evaluación y cómo se evaluarán?
- ¿Hay suficientes recursos de personal y medios para conducir la evaluación?
- ¿Qué parte juega en el proceso de evaluación de software la función de manejo de riesgo?
- Entre otras.

Las preguntas anteriores ayudan a aclarar el proceso de la evaluación que se llevará a cabo, es conveniente tener en cuenta todo lo que la evaluación necesita. El método propuesto tiene en cuenta esto en la Guía "Preguntas preliminares para la definición de los requisitos de la evaluación", sección 3.4.2.3.

Debe ser resaltado que resulta de absoluta importancia el análisis de riesgo. También que deben incluirse representantes del cliente, del usuario y otras partes interesadas. En el método de evaluación esto se puede apreciar en los pasos 3 y 4 de la tarea "Definir los Requisitos de la Evaluación", sección 3.4.2.4.

El CCEEM indica que es necesario demostrar el cumplimiento de lo establecido para el Software Médico. Para ello sugiere el empleo de la norma ISO/IEC 12119, la cual en sus apartados 3.1 al 3.3 contiene:

- ✓ El requisito de que cada software vaya acompañado de su descripción del producto y documentación para el usuario;
- ✓ Los requisitos de la descripción del producto. En concreto, hay un requisito que debería comprender la información especificada y todas sus declaraciones deberían ser verificables y deberían cumplirse correctamente;
- ✓ Los requisitos que ha de cumplir la documentación para el usuario;
- ✓ Los requisitos que han de cumplir los programas y los datos incluidos en el paquete de software, si los hubiere.

Es necesaria la presentación de evidencia de que el software se ajusta a la norma internacional al cumplir todos los requisitos de los apartados 3.1 al 3.3.

En el método propuesto lo anterior se tuvo en cuenta en la tarea “Definir Requisitos de la Evaluación”. Para ejecutar esta tarea es necesario solicitar al Interesado alguna documentación para la evaluación (ver guía “Evidencias para la Evaluación” en la sección 3.4.2.3).

3.4.1.5 ISO/IEC 14598 (Saravia Aramayo, 2007; Calahorrano Narváez, 2007)

Los productos de software deben ser evaluados para decidir si las características relevantes de calidad cumplen con los requisitos del sistema. Por tal razón la ISO (Organización Internacional para Estandarización) e IEC (Comisión Electrotécnica Internacional) que forman el sistema especializado para la normalización en todo el mundo, diseñan la norma ISO/IEC 14598 que trata la evaluación del producto software (se utiliza conjuntamente con la norma ISO/IEC 9126). Se compone de las siguientes 6 partes:

Parte 1: Descripción General

Esta parte de la norma presenta o describe a las otras partes. Proporciona una visión general de la norma y la relación con el modelo de calidad de la norma ISO/IEC 9126. Define términos técnicos utilizados y contiene requisitos generales para la especificación y evaluación de la calidad de software. Además, proporciona un marco para evaluar la calidad de todos los tipos de productos de software junto con métodos de medición. “Gran parte de la orientación en la norma ISO/IEC 14598 no es específico del software, sino que también puede ser aplicable a otros productos complejos” (ISO, 1999a).

Parte 2: Planificación y Gestión

“Esta parte proporciona los detalles sobre los requisitos que deben ser proporcionados por la organización de planificación y gestión que están asociadas con la evaluación de productos software”. “Establece requisitos, recomendaciones y directrices para un función de apoyo que es la encargada de la evaluación” (ISO, 2000a).

Parte 3: Proceso para Desarrolladores

Esta parte está diseñada para utilizarse durante el desarrollo del software. Proporciona directrices para aclarar los requisitos de calidad y para la aplicación y análisis de las medidas de calidad del software. “Esta norma se centra en la selección y presentación de informes de los indicadores que son útiles para predecir la calidad del producto final mediante la medición de productos intermedios” (ISO, 2000b).

Parte 4: Proceso para Adquirientes

Explica el proceso de evaluación de calidad de los productos de software durante la adquisición, o al tomar una decisión sobre la reutilización de un producto de software o componente ya existentes. Contiene requisitos, recomendaciones y directrices para la medición sistemática de la evaluación de la calidad del producto de software. La evaluación puede ser utilizada para aceptar o rechazar un producto, o para la selección de un producto entre muchos alternativos, que cumpla con los requisitos de calidad establecidos (ISO, 1999b).

Parte 5: Proceso para Evaluadores.

El objetivo principal de la evaluación de productos de software es proporcionar resultados cuantitativos para que sean comprensibles, aceptables. El proceso de evaluación que se describe en esta norma puede ser utilizado para probar la conformidad con normas tales como la ISO/IEC 12119. Esta parte de la norma ISO/IEC 14598 establece los requisitos y recomendaciones para la aplicación práctica de la evaluación de productos de software para que distintas partes puedan entender, aceptar y confiar en los resultados de la evaluación. “Define las actividades necesarias para analizar los requisitos de evaluación, para especificar, diseñar y realizar acciones de evaluación y para concluir la evaluación de cualquier tipo de producto de software” (ISO, 1998).

Parte 6: Documentación de Módulos de Evaluación

“El formato para la documentación de los métodos, métricas y asociados, así como guías para su uso, deben ser normalizados”. Un módulo de evaluación puede resolver esa necesidad ya que “especifica los métodos de evaluación

aplicables para la evaluación de una característica de calidad e identifica las pruebas que necesita”. También define el procedimiento de evaluación primaria y el formato para la presentación de las medidas resultantes de la aplicación de las técnicas. Esta norma proporciona una guía para el proceso de desarrollo para los nuevos módulos de evaluación, además de ejemplos de módulos de evaluación. “Define la estructura y el contenido de la documentación que se utiliza para describir un módulo de evaluación”. Esta norma está destinada para el uso por expertos en evaluación de tecnologías como institutos de investigación y otras en la producción de nuevos módulos de evaluación (ISO, 2001).

La visión general de la evaluación del producto software propuesto en esta norma se muestra en la Figura 3 (Saravia Aramayo, 2007):



Figura 3. Proceso de evaluación ISO/IEC 14598

La organización de esta norma en cuanto al proceso de la evaluación, sirvió para la definición de la “columna vertebral” del método de evaluación propuesto. Muchas actividades propuestas en este modelo han sido definidas como tareas o como pasos de algunas tareas.

La Tabla 8 indica las actividades de la norma 14598-5 que ayudaron en la definición del método propuesto. La tabla contiene una columna que indica la relación entre las actividades del estándar con las tareas o pasos definidos en el método propuesto.

Tabla 8. Relación entre las Actividades de ISO 14598 y el Método Propuesto.

ISO/IEC 14598-5		Método Propuesto
Etapa	Actividad	
Establecimiento de los Requisitos.	Establecer propósito de la evaluación.	Tarea “Definir Requisitos de la Evaluación”
Especificación de la evaluación.	Análisis de la descripción del producto.	Tarea “Evaluar Factibilidad de la Evaluación”
	Especificación.	Tarea “Seleccionar Atributos de Calidad”
	Verificación de la Especificación.	Paso 4 de la Tarea “Seleccionar Atributos de Calidad”
Diseño de la Evaluación	Documentación de métodos y procedimientos en un plan inicial.	Tarea “Definir Técnicas de Evaluación”
	Incluir en la Agenda las Actividades a Realizar de acuerdo a los recursos disponibles.	Tareas “Realizar el Soporte para la Evaluación” y “Realizar el Plan de Actividades para la Recolección de Datos”
	Optimización del plan inicial.	Paso 5 de la Tarea “Realizar el Plan de Actividades para la Recolección de Datos”
Ejecución de la Evaluación	Gestión de los componentes del producto.	Paso 2 de la Tarea “Ejecutar el plan de actividades”.
	Gestión de los resultados obtenidos.	Paso 2 de la Tarea “Ejecutar el plan de actividades”.
	Gestión del uso de herramientas.	Paso 3 de la Tarea “Ejecutar el plan de actividades”.
	Revisión de los datos Obtenido y Generación de Reportes.	Tarea “Analizar Datos”.
Conclusión de la Evaluación	Revisión conjunta con el cliente.	Paso 5 de la Tarea “Concluir Evaluación”.
	Cierre de la evaluación.	Paso 6 de la Tarea “Concluir Evaluación”.

3.4.2 Definición del método de evaluación desarrollado

En esta sección es realizada la definición del Método de Evaluación de Calidad de un Sistema de Gestión de HCE. Es uno de los mayores aportes del presente trabajo ya que cubre todos los aspectos a tener en cuenta a la hora de evaluar un

Sistema de HCE. Para la realización de este método fueron tenidos en cuenta trabajos relacionados con evaluación de Sistemas de Información en general, Informática para la Salud e Ingeniería de Software. Fue necesario adaptar todas las contribuciones de los autores para que el método fuera aplicable al contexto de un Sistema de Gestión de Historias Clínicas Electrónicas. Además de realizar tal adaptación, los autores del presente trabajo proponen un conjunto adicional de tareas, pasos y guías necesarios, pues en la literatura no se encuentra una definición formal tal como esta para un método de evaluación de este tipo de sistemas.

Para la elaboración del Método de Evaluación de la Calidad de un Sistema de Gestión de Historias Clínicas Electrónicas fue utilizado el estándar para la definición de métodos y procesos SPEM 2.0 (Object Management Group, 2008). Este estándar sirvió para determinar los elementos necesarios para definir el método de evaluación propuesto: Tareas, Roles, Productos de Trabajo y Guías.

3.4.2.1 Roles

- **Interesado.** Es el que está interesado en la realización de la evaluación. Como se mencionó anteriormente, los tipos de interesados típicos son (Friedman y Wyatt, 2006):
 - Desarrollador.
 - Usuario.
 - Paciente.
 - Comprador.
- **Representante.** Miembro del equipo de evaluación encargado de reunirse con el *Interesado* al inicio y al final de la evaluación. Al inicio para definir requisitos, alcance y objetivos de la evaluación, además de seleccionar los atributos de calidad. Al final se reúne con el *Interesado* para revisar conjuntamente los resultados de la evaluación.
- **Analista de Factibilidad.** Miembro del equipo de evaluación responsable de establecer si es factible o no la evaluación a realizar. Además es quien realiza el análisis de riesgos para la evaluación.
- **Diseñador.** Encargado de la selección de las técnicas de evaluación, además de las herramientas a utilizar. Otra responsabilidad importante es la definición de indicadores de calidad necesarios para la valoración de los resultados obtenidos.
- **Planificador de Actividades.** Miembro del equipo de evaluación que estima el tiempo a emplear para cada tarea. Es responsable de la

construcción del plan de actividades junto con las políticas, asignación de responsabilidades y gestión de entrenamiento cuando sea necesario.

- **Recolector de Datos.** Es quien realiza la ejecución del plan de actividades. Debe obtener datos utilizando los métodos y técnicas definidos para ese trabajo.
- **Analista de Datos.** Es el que le da significado a los datos obtenidos. Tiene la responsabilidad de generar juicios y conclusiones con respecto a la calidad del sistema que se evaluó.

3.4.2.2 Productos de Trabajo

- 1- **Descripción del Producto:** este documento contiene información detallada acerca del sistema informático que está desarrollado o se está desarrollando, provee información útil para la definición de los objetivos y alcance de la evaluación.
- 2- **Modelos Funcionales HL7 (Ficschetti *et al.*, 2007) y HIMSS (Handler *et al.*, 2003; Ficschetti *et al.*, 2007):** los modelos funcionales incluyen las funcionalidades de la HCE. Además de requisitos esenciales y medidas utilizadas para evaluar el grado en que una organización utiliza un HCE.
- 3- **Documento de los Requisitos de la Evaluación:** documento que especifica detalladamente los requisitos de la evaluación, al igual que el alcance y objetivos. Este documento es la base para realizar la evaluación.
- 4- **Documento de Factibilidad:** documento que registra el resultado del análisis necesario para decidir si la evaluación es factible o no. Los análisis pueden incluir aspectos como el tiempo y los riesgos, así como aspectos técnicos y económicos.
- 5- **Documento - Atributos de Calidad de Sistemas de Gestión de Historias Clínicas Electrónicas:** conjunto de atributos identificados en la literatura de evaluación de sistemas de salud informáticos.
- 6- **Documento de Atributos Seleccionados:** es una tabla que contiene dos columnas: una con la lista de requisitos del Documento de Requisitos de Entrada y otra con los atributos de calidad encontrados para cada requisito.
- 7- **Documento - Métricas de Calidad Sistemas de Gestión de Historias Clínicas Electrónicas:** conjunto de métricas identificadas para los atributos de calidad en la literatura de evaluación de Sistemas de Salud informáticos.
- 8- **Documento de Instrumentos, Métricas e Indicadores:** Contiene la lista de los instrumentos a utilizar y cómo se van a utilizar, además de información de las métricas que contiene cada instrumento (si es el caso) junto con los indicadores que sirven para la interpretación de las medidas obtenidas.

- 9- **Documento de Técnicas de Evaluación:** contiene las técnicas necesarias para realizar la evaluación. En este documento se encuentra todo lo necesario para la adecuada evaluación del sistema.
- 10- **Documento de Políticas, Asignación de Responsabilidades y entrenamiento realizado:** registro completo de las políticas definidas para la evaluación al igual que las responsabilidades asignadas para una adecuada evaluación y el entrenamiento impartido para la realización de la evaluación.
- 11- **Plan de Actividades:** organización de las actividades necesarias para una correcta evaluación del sistema. Provee fechas de entrega de Productos de Trabajo para no exceder el tiempo en la entrega del informe final de la evaluación.
- 12- **Registro de Actividades:** completo registro de las acciones realizadas a lo largo de la ejecución de la evaluación, todos los datos de la obtención de resultados y el estado de las herramientas utilizadas. Este documento también contiene todos los reportes generados.
- 13- **Informe Borrador de la Evaluación:** contiene los primeros resultados de la evaluación, cómo ha sido evaluado cada atributo de calidad y cuáles fueron los resultados de las medidas realizadas. Sirve para optimizar el Informe Final de la evaluación (el cual es entregado al cliente).
- 14- **Informe Final de la Evaluación:** contiene todos los resultados obtenidos en un lenguaje claro, y las recomendaciones para el *interesado*. Es el documento central de la Reunión Final del *Representante* con el *Interesado* para la revisión conjunta de los resultados.

3.4.2.3 Guías

1. **Principios generales para la evaluación aplicables al software médico:** mejora el proceso de evaluación, aquí están los principios que deben tenerse en cuenta cuando se realiza una evaluación (CCEEM, 1996).
2. **Preguntas preliminares para la definición de los requisitos de la evaluación:** ayuda para la comprensión de la evaluación. Al empezar a realizar una evaluación es conveniente tener presente todo lo que la evaluación necesita o provoca, por lo cual es importante tener en cuenta una lista de consideraciones y preguntas preliminares.
3. **Evidencias para la evaluación:** aquellos documentos acerca del software que debe aportar el Interesado, necesarios para la evaluación, por ejemplo: requisitos de software, descripción del producto software, etc.
4. **IEEE 830 - Especificación de Requisitos (IEEE, 1998):** documento que presenta el formato de Especificación de Requisitos de Software (ERS). Contiene varias sub-secciones (propósito, definiciones, funciones, etc.). Pese a ser particularizado para el software, puede ser útil para el registro de los requerimientos de la evaluación de calidad de un Sistema de HCE.

Además, como resultado del proceso de aplicación del método en un Caso de Estudio (Capítulo 4) los autores obtuvieron una plantilla para especificar requisitos de evaluación que se puede encontrar en el sitio web donde estará publicado el método propuesto⁶.

5. **Guía para la Selección de Técnicas de Evaluación:** agrupación de métodos y técnicas según la fase del ciclo de vida en que esté el sistema. Es recomendable tomar como base este documento para la realización de la selección. Las técnicas están agrupadas por fases: Fase Exploratoria, Fase Técnica, Fase de Adopción y Fase de Evolución. El documento incluye detalles sobre las debilidades, peligros, y dificultades de algunos de los métodos o técnicas descritas.
6. **Documento para la realización y validación de cuestionarios:** el cuestionario es uno de los métodos más usados para una evaluación subjetiva, por eso es probable que sea necesario diseñar alguno. Se presenta un trabajo realizado para esta tarea en donde puede encontrar ayuda para la realización y validación de cuestionarios.
7. **Presentación de Resultados en Evaluaciones de Sistemas de Salud:** guía para realizar la presentación de los resultados obtenidos en una evaluación en el campo de la salud.

3.4.2.4 Tareas

- 1- **Definir Requisitos de la Evaluación:** definir requerimientos de la evaluación conjuntamente con el *Interesado*. Los requerimientos deben ser documentados de manera detallada, ya que toda la evaluación tendrá como base este documento.

Pasos:

- 1- Leer la Guía 1, para la comprensión del proceso de evaluación.
- 2- Revisar la *Descripción del Producto*. Se debe leer detenidamente la *Descripción del Producto* construido o en proceso de construcción para que los requisitos de evaluación sean acordes con la realidad.
- 3- Realizar una reunión con el *Interesado* para definir: por qué se quiere evaluar y qué es lo que se quiere evaluar o lograr con la evaluación, así como considerar las acciones a tomar a partir del resultado de la evaluación. Cada requisito debe estar acompañado de su finalidad y su prioridad, en otras palabras debe registrarse el por qué evaluar específicamente el requisito y ponderar la importancia del mismo. Es importante tener en cuenta los *Modelos Funcionales* para la definición de requisitos. Para este paso puede usar la Guía 2 y 3.

⁶ <http://esalud.unicauca.edu.co/MetodoEvaluacionSGHCE/>

- 4- Registrar los requisitos de la evaluación en un documento. Los registros deben ser descritos detalladamente, ya que este documento es la base para la evaluación. Es recomendable utilizar la Guía 4 para la especificación de requisitos.

Productos de Trabajo:

- 1- Descripción del Producto (**Entrada**).
- 2- Modelos Funcionales HL7 y HIMS (**Entrada**).
- 3- Documento de los Requisitos de la Evaluación (**Salida**).

Guías:

- 1- Principios generales para la evaluación aplicables al software médico.
- 2- Preguntas preliminares para la definición de los requisitos de la evaluación.
- 3- Evidencias para la evaluación.
- 4- IEEE 830 - Especificación de Requisitos.

Roles:

- 1- Representante.
- 2- Interesado.

- 2- **Seleccionar Atributos de Calidad:** seleccionar los Atributos de calidad relacionados con los requisitos de la evaluación definidos anteriormente. Para esta tarea es recomendable emplear el documento desarrollado por los autores del presente trabajo, que identifica atributos de calidad de Sistemas de Gestión de Historias Clínicas Electrónicas.

Pasos:

- 1- Examinar el Documento de los Requisitos. Es necesario revisar el documento de los requisitos de la evaluación para poder seleccionar los atributos de calidad que van a ser evaluados.
- 2- Seleccionar atributos coherentemente relacionados con los requisitos definidos. Para esto usar el Documento: Atributos de Calidad Sistemas de Gestión de Historias Clínicas Electrónicas. El resultado de este paso es el artefacto de salida Documento de Atributos Seleccionados.
- 3- Añadir atributos necesarios si no se han cubierto todos los requisitos de evaluación.
- 4- Registrar en un documento los atributos de calidad seleccionados para realizar la evaluación.
- 5- Validar los atributos con el *Interesado*. La validación de los Atributos es realizada con el fin de verificar si cumplen con los propósitos del Interesado.

- 6- Actualizar el documento de los Atributos de Calidad seleccionados si es necesario. Actualizar el documento de los Atributos de Calidad si hubo cambios en la validación realizada junto con el *Interesado*.

Productos de Trabajo:

- 7- Documento de Requisitos de la Evaluación (**Entrada**).
- 8- Documento Atributos de Calidad de Sistemas de Gestión de Historias Clínicas Electrónicas. (**Entrada**).
- 9- Documento de Atributos seleccionados (**Salida**).

Roles:

- 1- Representante.

- 3- **Evaluar Factibilidad de la Evaluación:** realización de estudios de factibilidad respecto al tiempo, economía, riesgos y aspectos técnicos de la evaluación. Al finalizar los estudios correspondientes, la decisión sobre continuar o no con la evaluación debe ser tomada.

Pasos:

- 1- Revisar el Documento de los Requisitos de la evaluación. Leer detenidamente el documento de requisitos para enfocar el estudio de la factibilidad.
- 2- Analizar Factibilidad Técnica. Realizar el estudio de la factibilidad técnica para saber si los recursos técnicos necesarios están disponibles o no, y qué tan difíciles son de adquirir para realizar la evaluación.
- 3- Analizar Factibilidad Económica. Realizar el estudio de la factibilidad económica para saber si los costos necesarios para la evaluación no exceden los recursos económicos disponibles.
- 4- Realizar Análisis de Riesgo. Realizar el estudio de la factibilidad de riesgos para determinar si los riesgos son manejables o controlables para que no afecten el proceso de evaluación.
- 5- Tomar la decisión. Con base en los estudios anteriores decidir si continúa la evaluación o no.
- 6- Realizar un documento con la información obtenida en esta tarea: estudios generados con su respectiva conclusión.

Productos de Trabajo:

- 1- Documento de Requisitos de la Evaluación (**Entrada**).
- 2- Documento de Factibilidad (**Salida**).

Roles:

- 1- Analista de Factibilidad.

- 4- **Definir Técnicas de Evaluación:** existen métodos y técnicas usadas para la evaluación de algunos atributos de calidad. Deben definirse qué métodos usar, qué técnicas emplear y qué indicadores son los necesarios para la evaluación. Lo anterior contribuye a un buen diseño del proceso de obtención de datos y un buen análisis de los resultados obtenidos.

Pasos:

- 1- Examinar el Documento de Atributos Seleccionados. Para orientar la elección de las técnicas que necesita en la evaluación.
- 2- Seleccionar técnicas de evaluación. Para esto, usar la Guía 5.
- 3- Verificar si las técnicas elegidas son coherentes con los atributos y métricas seleccionadas.
- 4- Registrar en un documento las técnicas de evaluación a utilizar y cómo deben usarse.

Productos de Trabajo:

- 1- Documento de Atributos seleccionados (**Entrada**).
- 2- Documento de Técnicas de Evaluación a utilizar (**Salida**).

Guías:

- 5- Guía para la Selección de Técnicas de Evaluación.

Roles:

- 1- Diseñador.

- 5- **Seleccionar Instrumentos:** cada uno de los atributos de calidad deben ser medidos. Para esto es necesario seleccionar los instrumentos que serán utilizados (de acuerdo con las técnicas definidas) en la medición de los Atributos de calidad.

Pasos:

- 1- Revisar el Documento de Requisitos. Es necesario revisar el documento de los requisitos de la evaluación para tener presente qué evaluar.
- 2- Revisar el Documento de Atributos seleccionados y el de las Técnicas de evaluación definidas. Es necesario revisar los documentos de atributos y técnicas para definir de forma adecuada los instrumentos para la medición.
- 3- Usar, buscar o desarrollar uno o más instrumentos para ser empleados en la medición de los atributos seleccionados. Describir el instrumento y decir cómo será utilizado. Es necesario analizar el Producto de Trabajo "Documento de Métricas de los Atributos de Calidad de Sistemas de Gestión de Historias Clínicas Electrónicas" para seleccionar las métricas que pueden ser utilizadas para medir los atributos seleccionados y ser incluidas en los instrumentos. Si las métricas no son suficientes para

medir los atributos seleccionados, nuevas métricas deben ser desarrolladas.

En caso de que el Instrumento seleccionado para desarrollar sea una Encuesta es recomendable utilizar la Guía 6.

- 4- Definir indicadores de evaluación que serán usados para interpretar las medidas obtenidas (si no están definidos en los instrumentos).

NOTA: Es recomendable pedir asesoría de un experto para el diseño del instrumento o para la definición de indicadores de evaluación.

- a. Para el aspecto organizacional, buscar a un experto en Comportamiento Organizacional.
 - b. Para el aspecto humano, buscar a un experto en Psicometría.
- 5- Registrar en un documento los instrumentos, métricas e indicadores definidos para realizar la evaluación.

Productos de Trabajo:

- 1- Documento de Requisitos de la Evaluación (**Entrada**).
- 2- Documento de Atributos seleccionados (**Entrada**).
- 3- Documento de Técnicas de Evaluación a utilizar. (**Entrada**).
- 4- Documento - Métricas de los Atributos de Calidad de Sistemas de Gestión de Historias Clínicas Electrónicas. (**Entrada**).
- 5- Documento de Instrumentos, Métricas e Indicadores (**Salida**).

Guías:

- 6- Documento para la realización y validación de cuestionarios.

Roles:

- 1- Diseñador.

- 6- **Realizar el Soporte para la Evaluación:** definición del soporte necesario para una adecuada evaluación. El soporte consta de políticas de la evaluación, asignación de responsabilidades y el entrenamiento necesario.

Pasos:

- 1- Revisar el Documento de Técnicas de Evaluación a utilizar. Es necesario revisar las técnicas seleccionadas para poder definir las políticas, asignar responsabilidades y realizar el entrenamiento necesario.
- 2- Preparar las Políticas. Definir las políticas que deben ser aplicadas en la evaluación.

- 3- Asignar Responsabilidades a las personas que intervendrán en la evaluación.
- 4- Realizar el entrenamiento en tecnología, recopilación de datos y herramientas a utilizar.
- 5- Registrar en un documento las políticas, asignación de responsabilidades y el entrenamiento realizado.

Productos de Trabajo:

- 1- Documento de Técnicas de Evaluación a utilizar (**Entrada**).
- 2- Documento Instrumentos, Métricas e Indicadores de la evaluación (**Entrada**).
- 3- Documento de Políticas, Asignación de Responsabilidades y Entrenamiento realizado (**Salida**).

Roles:

- 1- Planificador de Actividades.

- 7- **Realizar el Plan de Actividades para la Recolección de Datos:** realizar un plan de actividades que describa los pasos a seguir para la obtención de los datos necesarios en la evaluación.

Pasos:

- 1- Revisar los documentos de Requisitos, Atributos y Técnicas seleccionados para poder estimar el tiempo que toma obtener los datos necesarios en la evaluación.
- 2- Revisar el Documento de Políticas, Asignación de Responsabilidades y Entrenamiento realizado para la realización del cronograma.
- 3- Realizar borrador del Cronograma de Actividades.
- 4- Realizar mapeo de los Requerimientos de la evaluación con el Cronograma de Actividades.
- 5- Optimizar el Plan. Optimización del plan de actividades con las conclusiones obtenidas después de realizar el mapeo.
- 6- Realizar el Plan de Actividades. Realización del Plan de Actividades después de la optimización. Es recomendable usar un software para realizar este paso.

Productos de Trabajo:

- 1- Documento de Requisitos de la evaluación (**Entrada**).
- 2- Documento de Atributos seleccionados (**Entrada**).
- 3- Documento de Técnicas de Evaluación a utilizar (**Entrada**).
- 4- Documento de Políticas, Asignación de Responsabilidades y Entrenamiento realizado (**Entrada**).

5- Plan de actividades (**Salida**).

Roles:

1- Planificador de Actividades.

8- **Ejecutar el plan de actividades:** poner en marcha el plan desarrollado. Realizar la recolección de datos para el análisis de los mismos.

Pasos:

- 1- Empezar a ejecutar el Plan de Actividades.
- 2- Gestionar los resultados obtenidos. Registro de los datos y su proceso de obtención durante la recolección. En este paso son calculadas las métricas. Es importante registrar los problemas o limitaciones encontrados al realizar las mediciones.
- 3- Gestión de las Herramientas usadas. Registro de información respecto al estado y características de las herramientas usadas: si están en buen estado, la versión en la que se encuentran, etc.
- 4- Revisar los datos obtenidos y generar los reportes respectivos.
- 5- Realizar un Registro de Actividades que contenga el resultado de las gestiones y todos los reportes generados.

Productos de Trabajo:

- 1- Plan de Actividades (**Entrada**).
- 2- Registro de Actividades (**Salida**).

Roles:

1- Recolector de Datos.

9- **Analizar los Datos:** análisis de los datos obtenidos para realizar conclusiones acerca de los atributos de calidad y de la evaluación en general.

Pasos:

- 1- Revisar atentamente los datos obtenidos en la tarea anterior, contenidos en el registro de actividades.
- 2- Comparar los datos obtenidos con los indicadores de evaluación y analizar el resultado de la comparación.
- 3- Crear un Informe borrador con los resultados de la evaluación, que incluya un registro del análisis y los problemas encontrados. Los problemas pueden ser limitaciones en las mediciones y cualquier factor que comprometa el cumplimiento de los objetivos.

Productos de Trabajo:

- 1- Documento de Instrumentos, Métricas e Indicadores de la evaluación (**Entrada**).
- 2- Registro de Actividades (**Entrada**).
- 3- Informe borrador de la evaluación (**Salida**).

Roles:

- 1- Analista de Datos.

10- **Concluir la evaluación:** generación de recomendaciones y conclusiones de la evaluación. Además de la revisión de los resultados conjuntamente con el *Interesado* y cierre de la evaluación.

Pasos:

- 1- Revisar el Informe borrador de la evaluación.
- 2- Mejorar el informe. Realizar mejoras con base en las conclusiones del paso anterior.
- 3- Generar recomendaciones para el *Interesado*. Generar recomendaciones pertinentes a partir de los resultados de la evaluación.
- 4- Realizar el Informe Final de la evaluación. Añadir al informe las recomendaciones realizadas. Es recomendable utilizar la guía "Presentación de Resultados en Evaluaciones de Sistemas de Salud" para presentar los resultados de la evaluación al *Interesado*.
- 5- Revisar los resultados con el *Interesado*.
- 6- Cierre de la evaluación.

Productos de Trabajo:

- 1- Informe Borrador de la evaluación (**Entrada**).
- 2- Informe Final de la evaluación (**Salida**).

Roles:

- 1- Representante.

Guías:

- 7- Presentación de Resultados en Evaluaciones de Sistemas de Salud.

3.5 Implementación del método

Hay varias aplicaciones que sirven para implementar un método definido con SPEM 2.0, entre ellas está el Rational Method Composer y Eclipse Process Framework Composer (EPFC). Para la implementación del método propuesto se utilizó EPFC ya que es una herramienta gratuita y de fácil acceso.

El EPFC es desarrollado dentro del entorno de Eclipse (Entorno de Desarrollo Integrado de código abierto multiplataforma). Sirve para editar métodos y/o procesos definidos con SPEM 2.0 e incluye opciones para realizar publicaciones en sitios web (Ruiz y Verdugo, 2008).

El entorno de EPFC se divide en tres áreas principales:

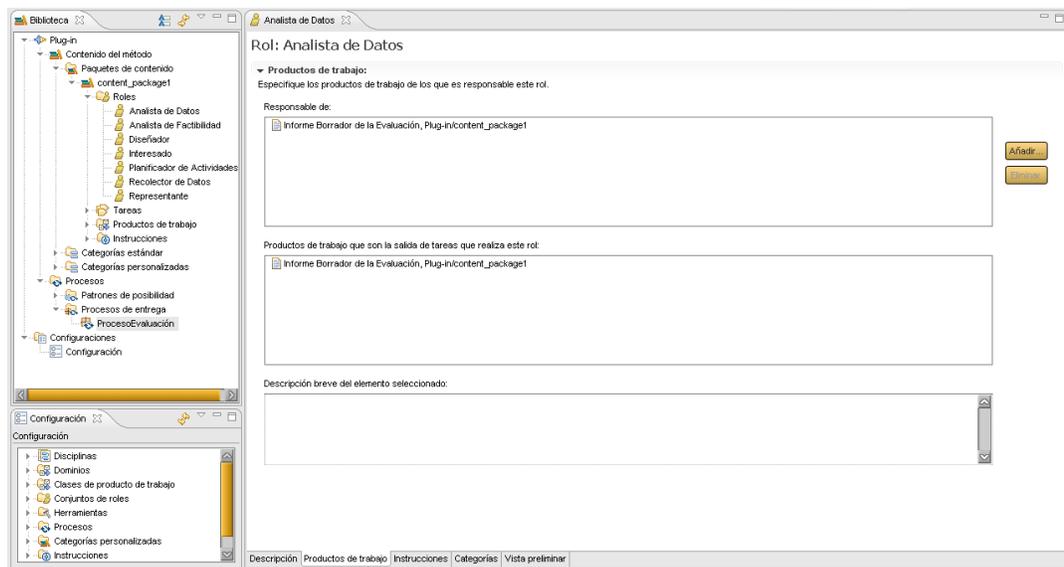


Figura 4. Eclipse Process Framework Composer

- Área Biblioteca:

Un repositorio o biblioteca de métodos y procesos, es una colección de uno o varios plugins y una o varias configuraciones. Cada plugin incluye el contenido del método y procesos. Aquí se organizan todos los componentes necesarios para definir un método, procesos o metodologías.

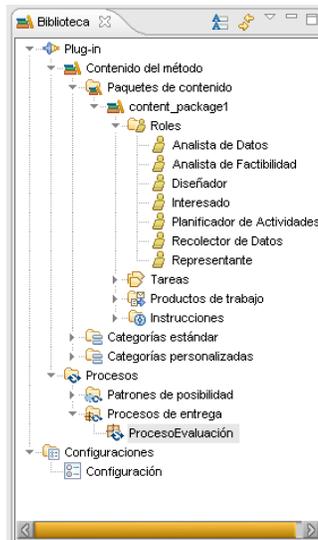


Figura 5. Estructura de los elementos definidos para la creación de métodos, procesos o metodologías.

- Área Edición

En esta área se muestran las propiedades de cada componente de la biblioteca. En ella es posible modificar los valores de las propiedades, realizar relaciones con otros componentes y también tiene la opción de generar una vista preliminar del componente en HTML.

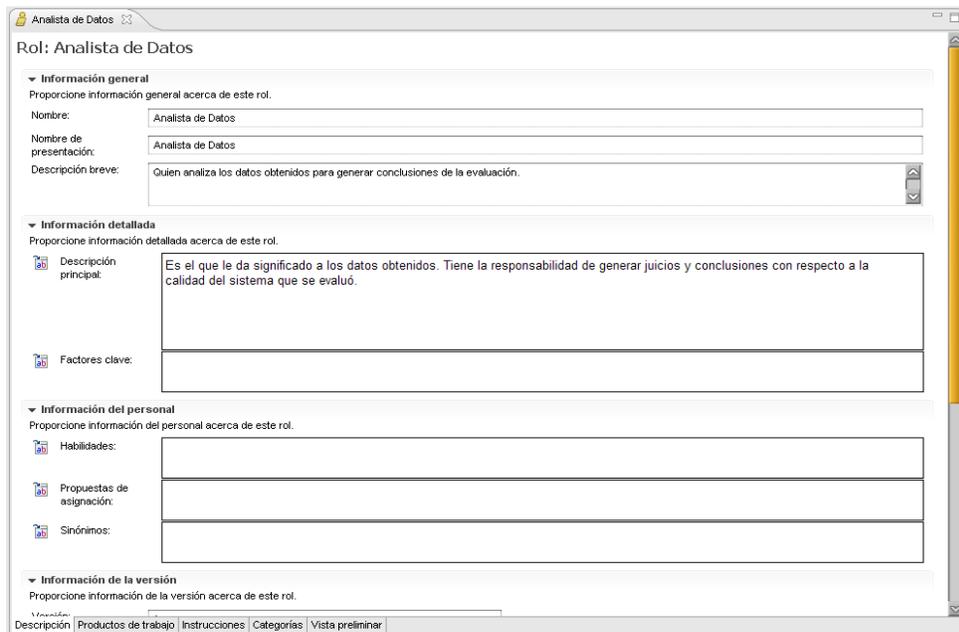


Figura 6. Descripción del componente

A continuación son presentadas las relaciones de un componente en este caso el de un Rol con Productos de trabajo:

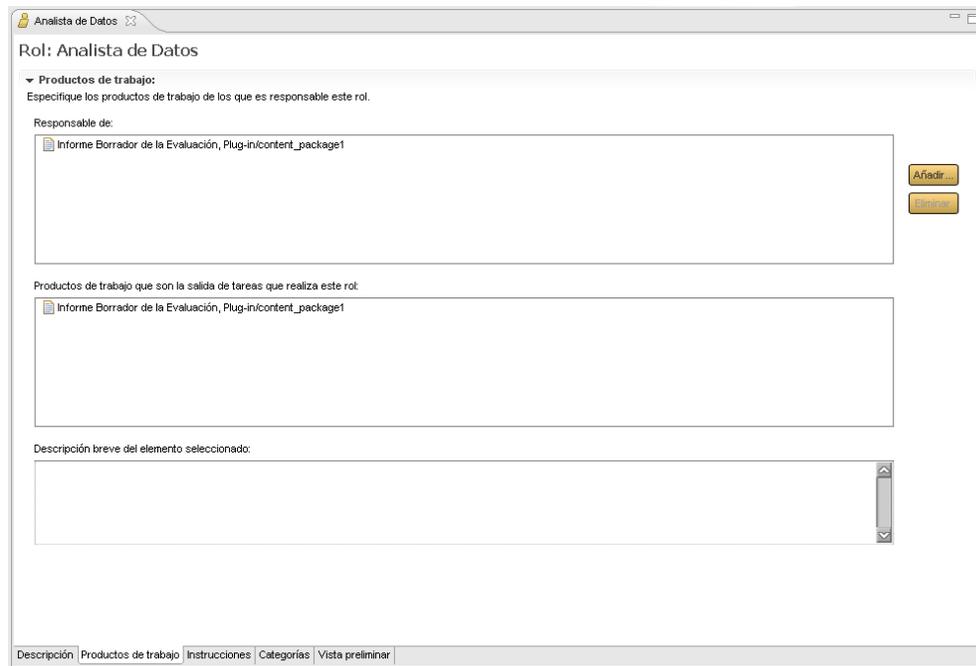


Figura 7. Relaciones del componente.

La siguiente es la vista en HTML generada del componente:



Figura 8. Vista preliminar del componente

- Área Configuración

En esta área son organizados los componentes incluidos en alguna configuración, esto incluye: categorías, estándar, categorías personalizadas, procesos, etc.

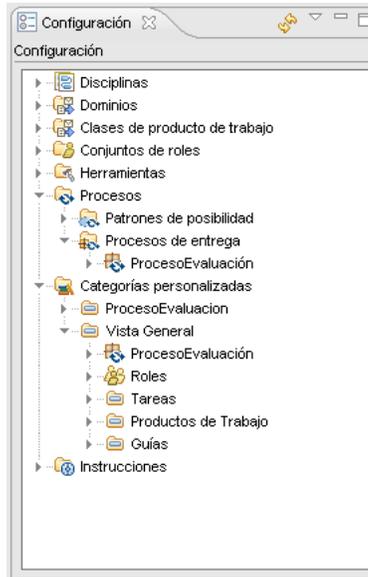


Figura 9. Configuración del Método, Proceso o Metodología.

Una vez definidos todos los componentes, se puede publicar el método, proceso o metodología en un Sitio Web:

Elemento de desglose	Pasos	Indice	Predecesores	Información del modelo	Tipo	Planeado	Se puede repetir	Varias apariciones	Continuo	Condicionado por sucesos	Opcion
Definición de Técnicas e Instrumentos	8				Actividad	✓					
Realizar Cronograma	11	8SF			Actividad	✓					

Figura 10. Vista de la publicación del método propuesto.

La utilización de una herramienta para definir el método permite al evaluador entenderlo de una manera más fácil, pues en el caso del EPFC la publicación que realiza muestra de una manera muy organizada cada uno de los componentes definidos: tareas, roles, productos de trabajo y guías. Asimismo se hace una descripción completa de cada uno y se muestran gráficamente las relaciones entre ellos. El sitio por medio de enlaces a cada uno de los elementos permite acceder a sus descripciones respectivas. La descripción de las tareas contiene: objetivo de la tarea, roles participantes, productos de entrada, descripción general y pasos (con su correspondiente explicación), además de enlaces a las guías que se recomienda utilizar para el desarrollo de la tarea. Los roles contienen: definición del papel que cumplen en el proceso de evaluación, un diagrama que muestra las tareas que le corresponde realizar y los productos de trabajo de los cuales es responsable, además de una descripción general de sus actividades y roles con los que interactúa para realizarlas. Los productos de trabajo contienen: definición principal, objetivo, roles y tareas relacionados y las guías incluyen una descripción detallada y enlaces a las tareas en que se recomienda pueden ser utilizadas. Teniendo en cuenta esta organización, será fácil para el evaluador entender cómo aplicar el método propuesto y la puesta en marcha del proceso de evaluación enfrentará escasas complicaciones.

3.6 Conclusiones

En este capítulo fue presentado un *método* para evaluar un Sistema de HCE. Esta descripción contiene un conjunto de elementos (Roles, Productos de Trabajo, Guías y Tareas) que cubren todos los aspectos a tener en cuenta a la hora de evaluar un Sistema de HCE. Para la realización de este método fueron tenidos en cuenta trabajos relacionados con evaluación de Sistemas de Información en Salud, Informática en Salud y Software. Los aspectos clave encontrados sirvieron para la definición de *tareas*, *pasos*, *productos de trabajo* y *guías* propias para el contexto de evaluación del Sistema de Gestión de Historias Clínicas Electrónicas, por esta razón las contribuciones de los autores fueron esenciales para la definición del método propuesto.

Las características clave de SPEM 2.0 permiten que el método obtenido pueda ser aplicado a cualquier fase del ciclo de vida del sistema y sea independiente del proceso de desarrollo empleado, ya que sus elementos pueden ser instanciados para un proyecto o problema particular. Para comprobar la validez o garantía de que el método propuesto es efectivo, es necesario aplicar el método en muchas evaluaciones para recibir retroalimentación y así corregir los inconvenientes que puedan presentarse.

En el siguiente capítulo se realiza la evaluación del método propuesto en un caso de estudio en el Hospital Susana López de Valencia de la ciudad de Popayán.

4. EVALUACIÓN DEL MÉTODO PROPUESTO - CASO DE ESTUDIO HSLV

4.1 *Introducción*

La validación de los métodos y herramientas utilizados en la Ingeniería es de gran importancia. Contar con métodos de alta calidad brinda confianza en los resultados y mejora la disposición de los usuarios para seguirlos utilizando. Además, métodos y herramientas validadas ayudan a mejorar considerablemente el desempeño de los usuarios, mejorando así distintos aspectos como la eficiencia y la productividad. Por tales razones, en este capítulo es descrito el desarrollo del proceso de evaluación del método propuesto en el Capítulo 3. DESMET, la metodología utilizada para la evaluación del método, es descrita en la sección 4.2. La sección 4.3 contiene la justificación de la elección del método de evaluación “Análisis de Características por Caso de Uso” propuesto por la metodología y es descrito brevemente. La sección 4.4 describe la ejecución del método de evaluación seleccionado, que incluye la aplicación del mismo en un Caso de Estudio desarrollado en el Hospital Susana López de Valencia (HSLV) de la ciudad de Popayán.

4.2 *Descripción general de DESMET*

DESMET es un método para evaluar métodos o herramientas utilizadas en el área de Ingeniería de Software (Kitchenham, 1996).

Los tipos de evaluación identificados por DESMET son:

- Las evaluaciones Cuantitativas u Objetivas. Este tipo de evaluaciones están basadas en la identificación de los beneficios que se espera que un nuevo método o herramienta pueda entregar en términos medibles y en la recolección de datos para determinar si estos beneficios son realmente entregados.
- Las evaluaciones Cualitativas o Subjetivas. Destinadas a establecer la conveniencia del método o herramienta, es decir, qué tan buena es la adecuación de un método o herramienta a las necesidades y cultura de una organización. DESMET se refiere a este tipo de evaluación como Análisis de Características.
- Métodos de evaluación Híbridos. Involucran elementos tanto objetivos como subjetivos.

Además de la separación entre las evaluaciones cuantitativas, cualitativas e híbridas, DESMET identifica tres formas bastante diferentes de organizar una evaluación:

- Experimento Formal: cuando varios sujetos (por ejemplo: Ingenieros de Software) ejecutan una tarea utilizando los diferentes métodos o herramientas a evaluar, de tal manera que los resultados sean imparciales para analizarlos utilizando técnicas estadísticas estándar.
- Caso de Estudio: cuando el método o la herramienta es probado en un proyecto de Ingeniería de Software real.
- Encuesta: donde personas u organizaciones que han utilizado los métodos o herramientas específicos, proporcionan información acerca de estos, la cual puede ser analizada mediante técnicas estadísticas estándar.

Las 3 formas de organización pueden ser aplicadas tanto a una evaluación cuantitativa como a una cualitativa.

Con base en la anterior categorización, DESMET identifica 9 tipos de métodos distintos para realizar la evaluación de un método o herramienta (Pérez Oliveros, 2007):

1. Experimento Cuantitativo: experimento formal para la determinación cuantitativa del impacto del método o herramienta.
2. Caso de Estudio Cuantitativo: consiste en la evaluación de un método o herramienta después de que este ha sido utilizado en un proyecto real.
3. Encuesta Cuantitativa: es utilizada cuando varias herramientas o métodos han sido usados en la organización y consiste en interrogar a los usuarios para que suministren información acerca de alguna característica de interés.
4. Análisis de características por Chequeo: evaluación basada en las características. Al inicio, la evaluación por lo general se basa en la documentación que describe el método o herramienta a evaluar en lugar de utilizarla realmente.
5. Análisis de características por Caso de Estudio: evaluación del método o herramienta por alguien que la ha utilizado en un proyecto real.
6. Análisis de características por Experimento: un conjunto de usuarios potenciales prueban el objeto de evaluación en tareas típicas antes de realizar sus evaluaciones.
7. Análisis de características por Encuesta: es realizada por personas con experiencia en el uso del método o herramienta o que poseen conocimientos teóricos de la misma.
8. Análisis cualitativo de Efectos: se refiere a la utilización del juicio de expertos para determinar los efectos cuantitativos de diferentes métodos y herramientas.

9. Punto de referencia: consiste en evaluar el comportamiento del método o herramienta en relación con otros ya establecidos.

4.3 Elección del Método de Evaluación

Es necesario elegir uno de los métodos de evaluación propuestos por DESMET para evaluar el Método de Evaluación de Sistemas de Gestión de Historias Clínicas Electrónicas. Para esto DESMET identifica 6 criterios que influyen en la selección del método de evaluación (Kitchenham, 1996):

1. El contexto de la evaluación.
2. La naturaleza del impacto esperado de la utilización del método o la herramienta.
3. La naturaleza del objeto de evaluación, es decir, si es un método, una herramienta o un método genérico.
4. El alcance del impacto del método o la herramienta.
5. La madurez del método o herramienta.
6. La curva de aprendizaje asociada al método o la herramienta.
7. Las habilidades de medición que posee la organización encargada de evaluar.

Basándose en los siete criterios listados, DESMET presenta las condiciones que favorecen la elección de cada método en particular. La Tabla 9 relacionada a continuación contiene las condiciones favorables para cada método e indica adicionalmente si cada condición está o no presente en el método propuesto en el presente trabajo. Asimismo, muestra una columna que asigna un porcentaje a cada método de evaluación calculado mediante la asignación de pesos iguales a cada "condición favorable", y la multiplicación del peso por el número de condiciones presentes, para determinar cuál es el método más adecuado en este caso en particular.

Tabla 9. Condiciones Favorables para la elección del método de evaluación.

Método de evaluación	Condiciones favorables	Presente		%
		Si	No	
Experimento cuantitativo	Tiempo de aprendizaje relativamente corto.	X		66.6%
	Deseo de lograr que el Método De Evaluación De Sistemas De Gestión De Historias Clínicas Electrónicas sea independiente del contexto.	X		
	Beneficios claramente cuantificables.		X	
	Método De Evaluación De Sistemas De		X	

	Gestión De Historias Clínicas Electrónicas relacionado con una actividad o tarea simple.			
	Beneficios directamente mensurables desde las salidas obtenidas.	X		
	Disponibilidad de personal para tomar parte en el experimento.	X		
Caso de estudio cuantitativo	Personal con experiencia en mediciones.		X	40%
	Beneficios cuantificables en un solo proyecto.	X		
	Proceso de desarrollo estable.	X		
	Tiempos de evaluación proporcionales con el tiempo de desarrollo de los proyectos.		X	
	Beneficios cuantificables antes del retiro del producto.		X	
Encuestas cuantitativas	Beneficios no cuantificables en un solo proyecto.		X	0%
	Existencia de una base de datos con logros del proyecto incluyendo: productividad, calidad, datos del método.		X	
	Proyectos con experiencia en el uso del método.		X	
Análisis de características por proyección.	Amplio número de métodos a evaluar.		X	0%
	Periodos cortos de tiempo para realizar la evaluación.		X	
Análisis de características por caso de estudio	Beneficios difíciles de cuantificar.	X		80%
	Beneficios observables en un proyecto determinado.	X		
	Población de usuarios del método limitado.	X		
	Proceso de desarrollo estable.	X		
	Escalas de tiempo para la evaluación proporcionales con el tiempo de desarrollo de los proyectos.		X	
Análisis de características por experimento	Beneficios difíciles de cuantificar.	X		50%
	Beneficios directamente observables de tareas específicas.		X	
	Tiempo de aprendizaje relativamente corto.	X		
	Población de usuarios del método muy variados.		X	
Análisis de características por encuesta	Beneficios difíciles de cuantificar	X		25%
	Población de usuarios del método muy variado		X	
	Beneficios no observables en un solo proyecto		X	

	Experiencia con proyectos en el uso del método.		X	
Análisis de efectos cualitativos	Disponibilidad de opiniones de expertos en evaluaciones de métodos similares		X	25%
	Ausencia de procesos de desarrollo estables.		X	
	Requerimientos para mezclar y compara métodos.		X	
	Interés en evaluación de métodos genéricos.	X		
Benchmarking	Método enfocado en máquina, no en humanos.		X	50%
	Salidas del método capaces de ser clasificadas en términos de algún “buen” criterio.	X		

Teniendo en cuenta los resultados de la Tabla 9, la metodología DESMET sugiere que el método de evaluación a aplicar en el presente estudio es el Análisis de Características por Caso de Estudio y por esta razón se elige.

4.3.1 Análisis de Características por Caso de Estudio

El método Análisis de Características por Caso de Estudio se caracteriza por ser subjetivo y realizar una evaluación de tipo Cualitativa. Además, requiere la aplicación del método a evaluar en un proyecto real. El método requiere la separación de Roles entre el personal de evaluación (quienes utilizan y califican el método) y el personal de desarrollo (interesados en evaluar el método, quienes actúan como asesores). Los pasos a seguir para llevar a cabo este método son los siguientes:

1. Seleccionar el método a evaluar.
2. Identificar el conjunto de características a evaluar y definir el criterio de aceptación.
3. Seleccionar el proyecto piloto.
4. Aplicar el método en el proyecto piloto (Caso de Estudio).
5. Asignar puntuación a las características a evaluar.
6. Analizar los resultados obtenidos y preparar el reporte de la evaluación.

La siguiente sección describe la ejecución de este método.

4.4 Evaluación del método propuesto

La presente sección presenta el diseño y ejecución de la evaluación del Método de Evaluación de la Calidad de un Sistema de HCE propuesto en el Capítulo 3 del actual trabajo.

4.4.1 Selección del Método a Evaluar

El método a evaluar, o sea el objeto de evaluación, es el método propuesto en el presente trabajo: Un Método para la Evaluación de la Calidad de Sistemas de Gestión de Historias Clínicas Electrónicas.

4.4.2 Identificación de Características a Evaluar y Criterios de Aceptación

Es necesario, para realizar la evaluación del método propuesto, definir qué aspectos o características del mismo son importantes para medir. Existen dos tipos de características que es posible tener en cuenta al evaluar un método o herramienta (Pérez Oliveros, 2007):

1. **Simples:** las cuales o están presentes o están ausentes. Estas características son evaluadas mediante una escala nominal simple del tipo SI/ NO.
2. **Compuestas:** son utilizadas cuando la existencia o conformidad de una característica puede ser medida con una escala ordinal⁷.

A continuación son presentadas las características a evaluar del método propuesto. Están divididas en Características Generales⁸ (Tabla 10) y Características Específicas (Tabla 11). Las primeras son aquellas propias de cualquier método en general, mientras que las segundas son aquellas aplicables al método en particular a evaluar. Junto a cada característica se encuentra su definición conceptual o descripción:

Tabla 10. Características Generales a Evaluar del Método Propuesto

Característica	Definición conceptual
Estructura	Un método es un conjunto de pasos bien definidos, con un punto de partida y otro de finalización; cuyo fin es alcanzar un objetivo perseguido y, en el mejor de

⁷ Escala en la cual los valores están organizados según un orden definido, pero sin representar una distancia entre ellos.

⁸ Adaptadas de (Grimán Padua, 2005).

	los casos, sobrepasarlo.
Equipo evaluador	El equipo evaluador es el encargado de aplicar el método de evaluación, llevando a cabo todos y cada uno de los entregables requeridos por éste y con el aporte de una colección y análisis de los resultados obtenidos.
Documentación	Las áreas claves del proceso forman la base del control de gestión de proyectos del software y establecen el contexto en el que se aplican los métodos técnicos, se obtienen productos del trabajo (modelos, documentos, datos, informes, formularios, etc.), se establecen hitos, se asegura la calidad y el cambio se gestiona adecuadamente.
Costos	La factibilidad del método comprende cuatro dimensiones sólidas: tecnología, financiamiento, tiempo y recursos. De allí se puede deducir que las cuatro dimensiones representan los costos que determinan la factibilidad.

Tabla 11. Características Específicas a Evaluar del Método Propuesto

Característica	Descripción
Pertinencia ⁺	El Método es adecuado o no dentro de un proceso de evaluación de la Calidad de Sistemas de Información en Salud.
Complejidad de las categorías planteadas ⁺	Las categorías: Tecnológicos, Humanos, Organizacionales y Beneficios Netos, dan cobertura total a los aspectos relacionados con un sistema de HCE.
Requisitos de la evaluación*	Toma en cuenta los requerimientos funcionales y no funcionales del sistema, además de estándares para la definición de los requerimientos de la evaluación.
Atributos de Calidad del sistema de HCE	Utilidad de los atributos propuestas para medir la calidad de un Sistema de HCE.
Métricas de evaluación de Calidad	Utilidad de las métricas propuestas para medir los atributos de Calidad.
Independencia Ciclo de Vida del sistema HCE	El Método de Evaluación de un Sistema de HCE se puede aplicar no importando la fase del ciclo de vida en que se encuentre el sistema de HCE en determinado momento.
Independencia de los aspectos a medir del sistema de HCE	El Método de Evaluación de un Sistema de HCE aplica para medir aspectos humanos, organizacionales, tecnológicos y/o de beneficios

	netos.
Utilidad del Método	Utilidad del método en un proceso de evaluación.
Coherencia del Método	Las tareas y pasos de las tareas definidas son coherentes (completitud, lógica, claridad) para un proceso de evaluación.

* Adaptado de (Grimán Padua, 2005), + Adaptado de (Pérez Oliveros, 2007)

Las características seleccionadas pueden ser evaluadas utilizando una escala ordinal, es decir, son Compuestas (según lo mencionado antes). Teniendo en cuenta esto ha sido tomada la siguiente escala para la estimación de las métricas:

Tabla 12. Escala de medición para evaluar el método propuesto.

Valor	Descripción	Definición
5	Excelente	La estimación de la característica supera y sobrepasa las expectativas.
4	Muy buena	La estimación de la característica supera las expectativas.
3	Buena	La estimación de la característica cubre todas las expectativas.
2	Deficiente	La estimación de la característica no cubre las expectativas.
1	Muy Deficiente	La estimación de la característica no cubre las expectativas y está lejos de hacerlo.
0	No aplica	La estimación de la característica no se puede realizar ya que no aplica para la característica evaluada.

Las métricas definidas para evaluar cada característica se relacionan a continuación:

Tabla 13. Métricas para evaluar el método propuesto.

Característica	Métricas
Estructura	El método tiene un punto de partida bien definido.
	El método tiene un punto de finalización claramente definido.
	El objetivo perseguido por el método de evaluación es alcanzado satisfactoriamente.
	El método propuesto tiene definidas claramente sus etapas.
Equipo evaluador	La cantidad de roles propuestos es adecuada.
	Los roles propuestos son adecuados.
Documentación	El método tiene definidos claramente sus entregables.
	Los sistemas de ayuda son fácilmente accesibles.
	La documentación es completa.
	La documentación es consistente o adecuada.
Costos	La aplicación del método NO requiere de una inversión financiera en hardware para su ejecución.
	La aplicación del método NO requiere de una inversión financiera en

	software para su ejecución.
	NO necesita algún tipo de inversión: pago de licencias, material complementario, etc.
	NO implica costos adicionales relativos al personal.
	NO requiere de un equipo evaluador experimentado.
	NO requiere de excesivo entrenamiento.
Pertinencia	El método de evaluación es adecuado dentro del proceso de evaluación de la calidad de un sistema de HCE.
	El método se adecua al contexto de la evaluación de un Sistema de HCE.
Complejidad de las categorías planteadas	Las categorías que tiene en cuenta el método para la evaluación (Tecnológica, Humana, Organizacional y de Beneficios Netos) dan cobertura total a los aspectos relacionados con un sistema de HCE.
Requisitos de la evaluación.	Para definir los requisitos de evaluación toma en cuenta los requerimientos Funcionales ⁹ del sistema.
	Para definir los requisitos de evaluación toma en cuenta los requerimientos No Funcionales ¹⁰ del sistema.
	Para definir los requisitos de evaluación toma en cuenta estándares internacionales para definir los requerimientos.
	Para definir los requisitos de evaluación considera los diferentes puntos de vista de los interesados: usuario, desarrollador, administrativos de la organización, etc.
	El método propone cómo priorizar los requerimientos de calidad.
Atributos de Calidad del Sistema de HCE.	Los atributos de Calidad propuestos para un Sistema de HCE que se presentan en el modelo son de utilidad.
Métricas de evaluación de calidad.	Las métricas presentadas en el método son útiles para medir los atributos de calidad.
Independencia Ciclo de Vida del sistema HCE.	El método es aplicable para cualquier fase del ciclo de vida en que se encuentre el sistema de HCE.
Independencia de los aspectos del sistema de HCE a medir.	El método es aplicable para evaluar atributos de calidad del sistema sin importar a qué categoría pertenece (Tecnológico, Humano, Organizacional o de Beneficios Netos).
Utilidad del método	El método propuesto es de utilidad en un proceso de evaluación.
Coherencia del método	<i>Complejidad de las tareas</i> Las tareas definidas en el método son las necesarias para llevar a cabo un proceso de evaluación.
	<i>Lógica de las tareas</i>

⁹ Se refiere a los requisitos en cuanto a operaciones que el Sistema debería realizar o funciones que debería proveer el sistema para que el usuario pueda realizar su trabajo.

¹⁰ Se refiere a características que el sistema debería poseer, aparte de las funciones normales (facilidad de uso, tolerancia a fallas, tiempo de respuesta, seguridad, etc.).

	Las tareas están lógicamente ordenadas de acuerdo a un proceso de evaluación.
	<p><i>Claridad del contenido del método.</i></p> <p>Los elementos del método (tareas, pasos, productos de trabajo, guías) están definidos y detallados de tal manera que no presentan ambigüedades y/o confusiones.</p>

Por último, deben ser establecidos los Criterios de Aceptación del método. La calificación de una característica será obtenida calculando un promedio del valor de las estimaciones realizadas por los evaluadores para cada métrica. La característica se considerará ACEPTABLE si la calificación es igual o superior a 3,5.

De la misma manera, una calificación global del método será obtenida calculando el promedio de las calificaciones de todas las características. El método se considerará ACEPTABLE si su calificación es igual o superior a 3,5.

4.4.3 Selección del Proyecto Piloto

Para aplicar el método propuesto fue seleccionado el Hospital Susana López de Valencia de la ciudad de Popayán (en adelante HSLV), dado que personal de esta organización está interesado en ejecutar un proyecto de evaluación de su Sistema de HCE implantado recientemente.

4.4.4 Aplicar el Método en el Proyecto Piloto (Caso de Estudio)

Para aplicar el método en un Caso de Estudio es necesario instanciar el método propuesto en la herramienta utilizada para su implementación (Eclipse Process Framework Composer o EPFC), para lo cual es necesario crear un proceso de evaluación. Un proceso de evaluación es una instanciación en la herramienta EPFC del método definido, que organiza la evaluación en Fases y Actividades, las cuales agrupan de manera lógica las *tareas* y *roles* del método, tales que al ser instanciados para un uso particular serán llamados *tareas en uso* y *roles en uso*.

A continuación son detallados los elementos del método (definidos en el Capítulo 3) instanciados durante la ejecución del proceso de evaluación llevado a cabo en el hospital.

4.4.4.1 Descripción general del Proceso de Evaluación.

En esta sección se presenta la descripción general del proceso de evaluación del Sistema de HCE del HSLV. Las Actividades definidas en el proceso de evaluación

contienen Tareas (Tareas en Uso) las cuales se agruparon en cada Actividad según la relación de sus objetivos. Asimismo, las Actividades están agrupadas por su naturaleza en fases: Análisis, Diseño, Ejecución y Cierre de la evaluación.

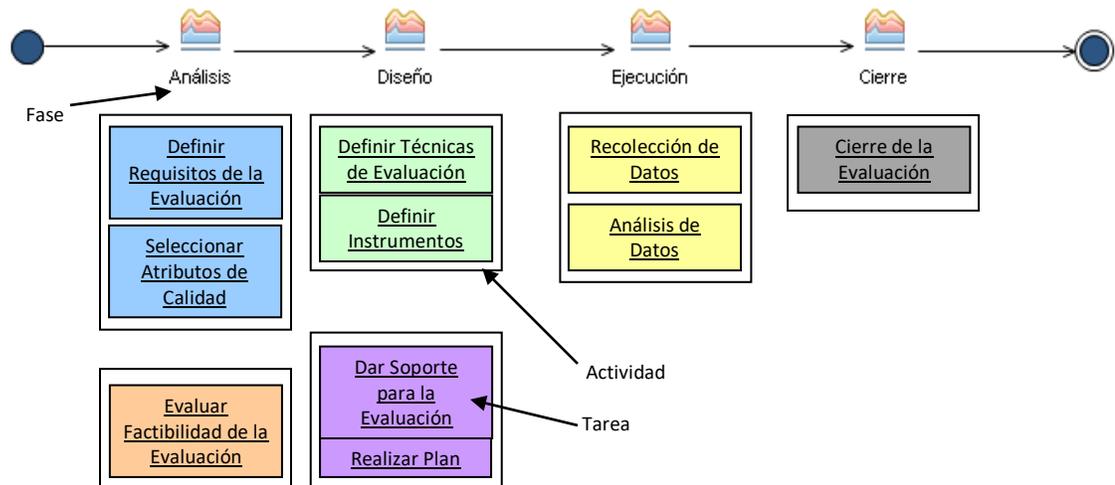


Figura 11. Presentación General del Proceso de la Evaluación.

1) Análisis

El objetivo de esta Fase es tener una visión clara del contexto en el que será realizada la evaluación del Sistema de Gestión de HCE. Esta fase se caracteriza por comprender los objetivos de la evaluación y verificar que el alcance de los mismos sea realista. Aquí es realizada la definición de los Requisitos de evaluación, la selección de los Atributos de Calidad y el Estudio de Factibilidad para saber si es conveniente realizar la evaluación o no.

Las actividades contenidas en esta fase son:

a) Especificación de Requisitos

Esta Actividad está compuesta por dos tareas, la primera realiza la definición de los requisitos de la evaluación, para esto se dispone de modelos funcionales de Sistemas de HCE (Ficschetti *et al.*, 2007; Handler *et al.*, 2003), que contienen las funcionalidades necesarias de cualquier sistema de HCE. Los requisitos deben ser documentados de manera detallada, ya que toda la evaluación está basada en este documento. En la segunda tarea deben seleccionarse los Atributos de Calidad a ser evaluados. Como recurso para esta selección se cuenta con una lista de atributos de calidad identificados en la literatura de evaluación en Sistemas de Información en Salud.

En esta Actividad intervienen dos roles el “Representante” y el “Interesado”. La Figura 12 muestra con detalle los elementos de la actividad:

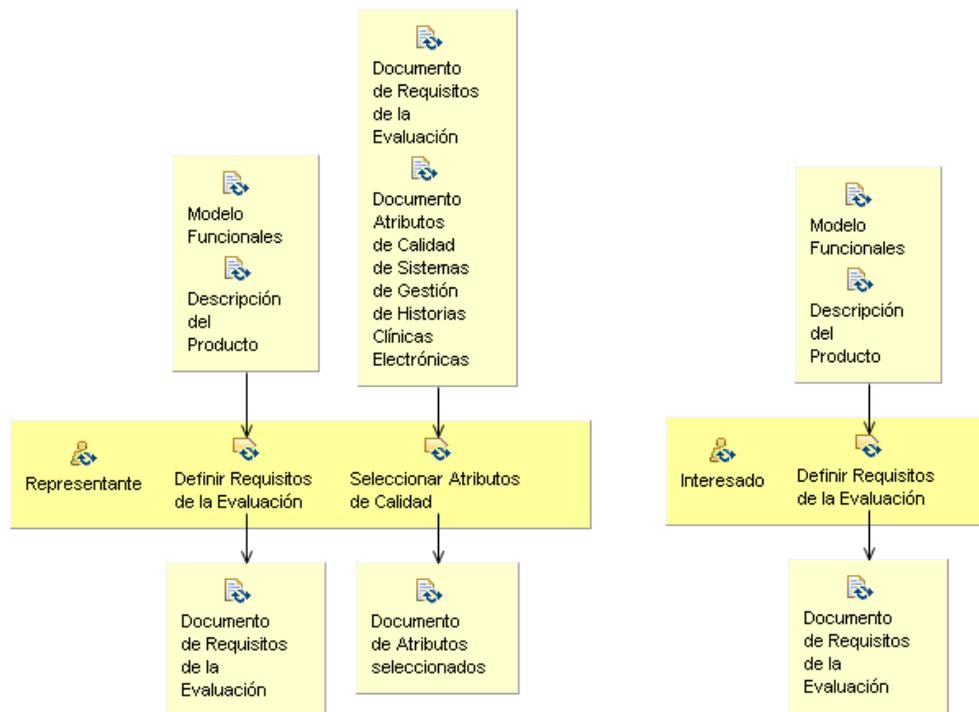


Figura 12. Actividad: Especificación de Requisitos de la Evaluación.

b) Estudio de Factibilidad

En esta Actividad es realizado el Estudio de Factibilidad con base en la definición de los requisitos de la evaluación. Se verifica que recursos como el personal, costos y aspectos técnicos sean acordes con la realidad actual del proyecto, además se realiza la identificación de posibles riesgos de la evaluación para controlar o mitigar sus efectos. Como resultado del análisis anterior es necesario definir si la evaluación continúa o no.

El Rol que interviene en esta Actividad es el “Analista de Factibilidad”. La Figura 13 muestra con detalle los elementos de la actividad.

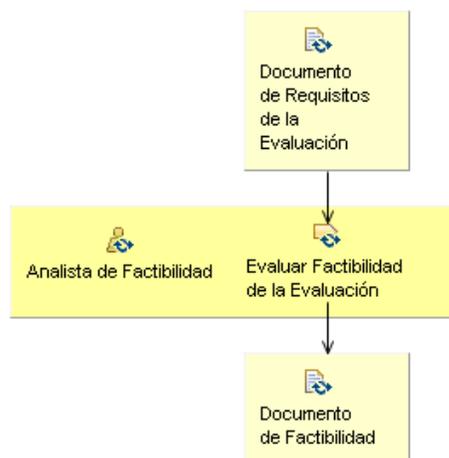


Figura 13. Actividad: Estudio de Factibilidad

2) Diseño

El objetivo de esta Fase es plantear los mecanismos para realizar una adecuada evaluación según los requisitos de evaluación definidos y a los Atributos Seleccionados. Los mecanismos son las técnicas de evaluación utilizadas, los instrumentos de evaluación que son utilizados para obtener los datos y los indicadores de calidad para interpretar las medidas.

Las actividades contenidas en esta fase son:

a) Definición de Técnicas e Instrumentos de evaluación

En esta Actividad es realizada la definición de cómo realizar la evaluación (Técnicas) de los Atributos Seleccionados y con qué va a ser realizada la medición (Instrumentos). Un instrumento contiene métricas e indicadores de calidad.

Para la selección de técnicas de evaluación, Brender en su libro “Manual de Métodos de Evaluación de Informática de la Salud” (Brender, 2006b) propone una colección de técnicas organizadas según la fase del ciclo de vida en el que se encuentre el sistema. Las técnicas más utilizadas son: observación, entrevistas, tabla de revisiones, cuestionarios, estudios de seguimiento, muestreo de trabajo, mediciones de tiempo, modelado y simulación. Esta colección es de gran ayuda ya que cuenta con una descripción de cada una de las técnicas, incluyendo fortalezas y debilidades.

Para la definición de los instrumentos a utilizar es necesario tener en cuenta las técnicas de evaluación seleccionadas, además de verificar que los instrumentos sean válidos para el contexto en el cual serán utilizados. En este punto el evaluador puede valerse de guías para la creación y validación de instrumentos.

El Rol que interviene en esta Actividad es el “Diseñador”. La Figura 14 muestra con detalle los elementos de la actividad.

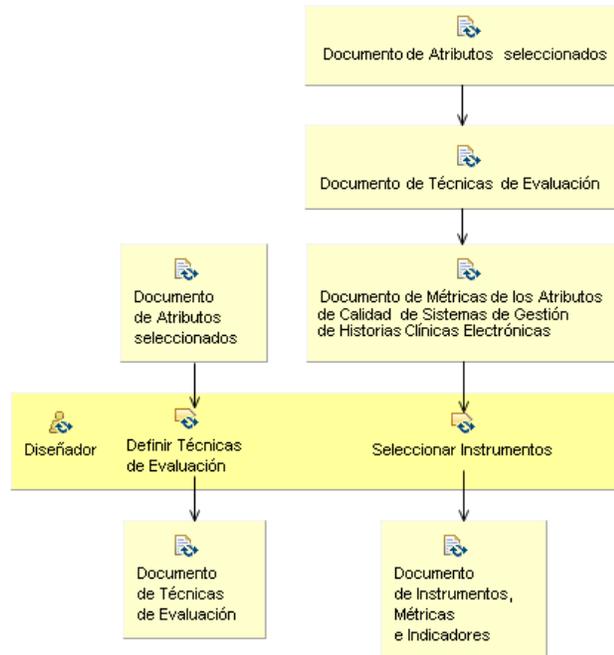


Figura 14. Actividad: Definición de Técnicas e Instrumentos de Evaluación.

b) Realización del Cronograma

En esta Actividad es realizado el Cronograma de actividades para la recolección y Análisis de los Datos. Antes de la definición del cronograma es necesario realizar un Soporte o Apoyo para la evaluación, que consta de realizar entrenamiento (cuando es necesario para la aplicación de una técnica o utilización de un instrumento), definir políticas (reglas que deben de seguirse con la finalidad de ordenar y controlar las actividades que van a ser realizadas) o asignar responsabilidades (cuando es necesario que un determinado actor del equipo de evaluación realice alguna tarea, por ejemplo, aprender a usar una técnica o instrumento de evaluación).

El Rol que interviene en esta Actividad es el “Planificador de Actividades”. La Figura 15 muestra con detalle los elementos de la actividad.

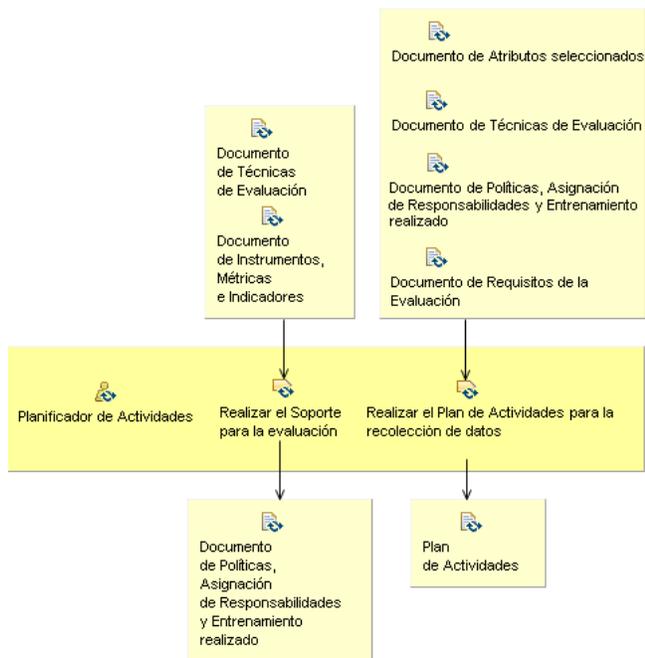


Figura 15. Actividad: Realización del Cronograma.

3) Ejecución

Fase caracterizada por la recolección de los datos utilizando las técnicas e instrumentos definidos anteriormente, una vez obtenidas las medidas se realiza un análisis de las mismas con base en los indicadores de calidad también definidos en la fase anterior. La actividad contenida en esta fase es:

a) Obtención y Análisis de Datos

En esta Actividad es ejecutado el Plan de Actividades desarrollado anteriormente cumpliendo con las políticas estipuladas. La Actividad está compuesta por 2 tareas. La primera consiste en obtener los datos necesarios en la evaluación aplicando las técnicas de evaluación e instrumentos establecidos. La segunda tarea tiene como propósito analizar los datos obtenidos con base en los indicadores de calidad definidos en una tarea anterior. Como resultado de esta tarea se genera un informe preliminar de evaluación.

Los Roles involucrados en esta Actividad son “Recolector de Datos” y “Analista de Datos”. La Figura 16 muestra con detalle los elementos de la actividad.

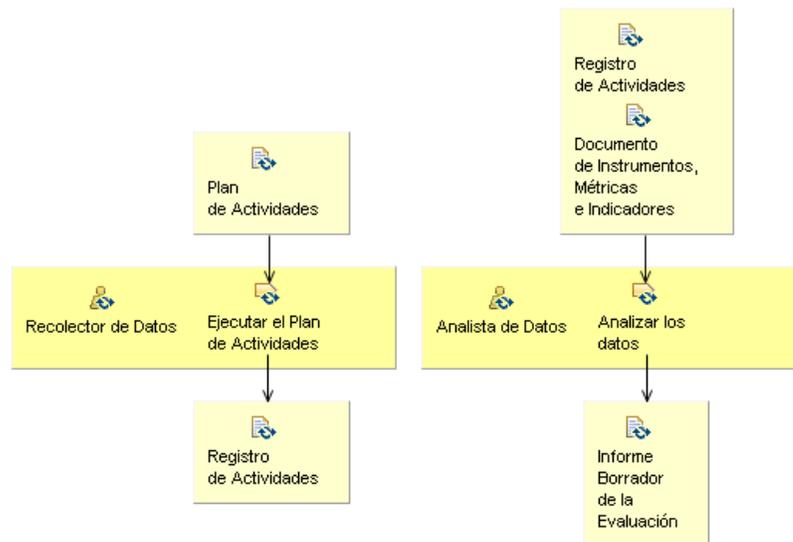


Figura 16. Actividad: Obtención y Análisis de Datos.

4) Cierre

Fase caracterizada por la generación del Informe que contiene los resultados de la evaluación realizada y por la revisión de los resultados conjuntamente con el Interesado. En esta fase finaliza el proceso de evaluación. La única actividad realizada es la siguiente:

a) Generación de Conclusiones de la Evaluación.

En esta Actividad son generadas las recomendaciones y conclusiones de la evaluación. Además los resultados son revisados conjuntamente con el Interesado, con lo cual finaliza la evaluación.

El Rol involucrado en esta Actividad es el “Representante”. La Figura 17 muestra con detalle los elementos de la actividad:

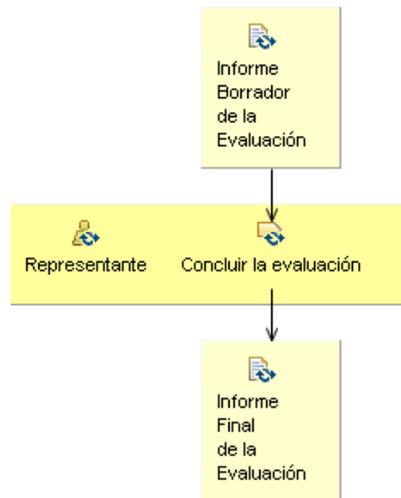


Figura 17. Actividad: Generación de Conclusiones de la Evaluación.

4.4.4.2 Evaluación del Sistema de HCE del HSLV

Para la evaluación del método propuesto fue necesario seguir el principio del “Tercero independiente” (Guía 1), es decir, que los evaluadores del método sean personas diferentes a sus desarrolladores. En consecuencia, los realizadores de la evaluación del método fueron los investigadores María Angélica Fernández y Juan Camilo Ospina del Grupo de Ingeniería Telemática de la Universidad del Cauca.

Dado que para poder evaluar el método propuesto los investigadores debían conocerlo y aplicarlo, fueron ellos los encargados de ejecutar el proceso de evaluación recién descrito (sección 4.4.4.1). Es decir, probaron el Método para la Evaluación de la Calidad Sistemas de Gestión de HCE en el proceso de evaluación del Sistema de HCE del Hospital Susana López de Valencia.

Como representante del hospital fue designado el ingeniero Helder Castrillón, quien tiene conocimiento de las funciones del Sistema y de los procesos que realiza el hospital.

Los roles asignados para el proceso de evaluación fueron los siguientes:

Rol	Persona
Interesado	Helder Castrillón
Representante	María Angélica Fernández
Analista de Factibilidad	María Angélica Fernández
Diseñador	Juan Camilo Ospina
Planificador de Actividades	Juan Camilo Ospina
Analista de Datos	María Angélica Fernández

La documentación generada durante el proceso de evaluación del Sistema de HCE del hospital, estará disponible temporalmente en la siguiente dirección web:

<http://esalud.unicauca.edu.co/MetodoEvaluacionSGHCE/>

El sitio web, además de la documentación, contiene la descripción completa del proceso de evaluación instanciado en la herramienta EPFC (sección 4.4.4.1) y la implementación del Método para la Evaluación de la Calidad de Sistemas de HCE propuesto (sección 0). Esta documentación, y la implementación del método en el EPFC, serán entregadas como un Anexo al presente trabajo de grado. Sin embargo, es importante mostrar aquí los atributos evaluados del Sistema de HCE del hospital y algunos resultados de la evaluación.

La selección de los atributos a evaluar se hizo en conjunto entre el Representante y el Interesado. Teniendo en cuenta que el tiempo de realización de la evaluación debía ser corto debido al alcance del proyecto, el Representante presentó al Interesado una lista de los atributos más importantes para la evaluación de un Sistema de HCE. Esta lista se obtuvo a partir del trabajo de Yusof (2008) en el cual presenta un conjunto de atributos críticos para tener en cuenta al evaluar (por ejemplo: facilidad de uso, utilidad, tiempo de respuesta, soporte técnico) y del aporte de McCall *et al.* (1977), quien identifica algunos atributos importantes a evaluar según el momento en que se encuentre el sistema en su ciclo de vida. Para el caso particular, el sistema se encuentra implementado y en operación y los atributos sugeridos por McCall para esta etapa fueron: usabilidad, seguridad, confiabilidad, corrección y eficiencia. El Interesado entonces, luego de revisar la lista de atributos propuesta, seleccionó los que a su parecer eran más importantes para su organización. Los atributos seleccionados finalmente fueron:

CATEGORÍA	ATRIBUTO
TECNOLÓGICOS <CALIDAD DEL SISTEMA>	USABILIDAD
	SEGURIDAD
	CONFIABILIDAD
	CORRECCIÓN
TECNOLÓGICOS <CALIDAD DE LA INFORMACIÓN>	ACCESIBILIDAD
TECNOLÓGICOS <CALIDAD DEL SERVICIO>	SOPORTE TÉCNICO
HUMANOS <ASPECTOS PERSONALES>	CONOCIMIENTO/EXPERIENCIA
BENEFICIOS NETOS <BENEFICIOS NETOS>	RESULTADOS CLÍNICOS

Algunos de los resultados de la evaluación del sistema son los siguientes:

- La Seguridad del sistema debe ser mejorada en cuanto a la pérdida ocasional de datos importantes.
- La Confiabilidad del sistema debe ser mejorada en cuanto a la recuperación cuando hay fallos.
- La Accesibilidad del sistema en cuanto a la facilidad de encontrar información cumple las expectativas.
- Las características de Soporte Técnico en general cumplen las expectativas: están disponibles los servicios de ayuda, las respuestas de soporte recibidas son útiles.
- Características de Conocimiento/Experiencia de los usuarios deben ser mejoradas: habilidades de tecnología informática, habilidad para usar software de ofimática, buscar información en el sistema.
- La Usabilidad del sistema es buena: diseño simple, agradable y fácil de entender, contenido bien clasificado y ordenado, ayuda y documentación asequible y entendible.

4.4.5 Asignación de Puntuaciones a las Características a Evaluar

Una vez concluido el caso de estudio, continúa la evaluación del Método de Evaluación de Sistemas de Gestión de Historias Clínicas Electrónicas. El paso siguiente corresponde a la calificación de las características de evaluación del método seleccionadas anteriormente. Tomando como base las métricas definidas en la sección 4.4.2 fue desarrollado un instrumento para realizar la recolección de datos de evaluación. Este instrumento fue utilizado por los evaluadores para, basados en la experiencia de aplicación del método en el caso de estudio, asignar puntuaciones a las diferentes métricas de cada característica. Los instrumentos y las puntuaciones asignadas por los evaluadores se encuentran en el Anexo 4.

4.4.6 Análisis de Datos y Reporte de la Evaluación

Los resultados finales de las puntuaciones o calificaciones para cada característica fueron los siguientes:

CARACTERÍSTICA	CALIFICACIÓN
Estructura	5.00
Equipo evaluador	5.00
Documentación	4.88
Costos	4.50
Pertinencia	5.00
Complejidad de las categorías planteadas.	4.50
Requisitos de la evaluación.	5.00

Atributos de Calidad del Sistema de HCE.	5.00
Métricas de evaluación de Calidad.	4.00
Independencia Ciclo de Vida del sistema HCE.	4.00
Independencia de los aspectos del sistema de HCE a medir.	5.00
Utilidad del Método	5.00
Coherencia del método	5.00

Teniendo en cuenta el Criterio de aceptación para cada categoría, el cual exigía que para ser aceptada la calificación debería ser mayor o igual a 3.5, se puede afirmar que todas las categorías del método han sido ACEPTABLES.

De la misma forma, el promedio de las calificaciones de las características informa sobre la calificación global del método. El resultado fue:

CALIFICACIÓN DEL MÉTODO
4,76

Esta calificación sobrepasa el límite para la aceptación (3.5) por un alto margen. El método, según el resultado de la evaluación aplicada, es ACEPTABLE.

Es importante tener en cuenta que esta evaluación no es suficiente para afirmar con seguridad que el método sea válido. Este debe ser sometido a continuas pruebas, debe ser aplicado en muchos más proyectos de evaluación y debe ser refinado en sus diferentes tareas, roles y demás elementos que lo integran para alcanzar un grado alto de validez.

4.5 Conclusiones

Este capítulo presentó el proceso de evaluación del Método para la Evaluación de Sistemas de Gestión de Historias Clínicas Electrónicas. El método propuesto fue aplicado en un Caso de Estudio por dos investigadores (diferentes a quienes proponen el método), para que posteriormente realizaran una evaluación de tipo cualitativa sobre este. Fue realizada una evaluación de Análisis de Características por Caso de Estudio. Este, a pesar de ser un método poco costoso, está limitado en la confiabilidad de los resultados de la evaluación. En consecuencia, es necesario que el método propuesto en este trabajo sea objeto de continua evaluación y validación.

Finalmente, el capítulo que sigue resume las conclusiones, lecciones aprendidas y trabajo futuro que sobre la temática del presente trabajo puede desarrollarse.

5. CONCLUSIONES, LECCIONES APRENDIDAS Y TRABAJO FUTURO

En este capítulo son presentadas las conclusiones obtenidas en el desarrollo de este trabajo, incluye los logros para cada objetivo y las dificultades encontradas. En seguida de las conclusiones se presentan las lecciones aprendidas, y por último son presentados los trabajos futuros en la línea de investigación del presente trabajo.

5.1 *Dificultades y Conclusiones*

En seguida se describen las dificultades encontradas y conclusiones generadas a partir del desarrollo del presente trabajo de grado:

- Durante la elaboración del presente trabajo los autores encontraron los siguientes inconvenientes: (1) existencia de definiciones de atributos de calidad poco claras, ausentes o contradictorias, (2) no existencia de definiciones de métricas de atributos de calidad formales, (3) inexistencia de indicadores de calidad para los Sistemas De Gestión De Historias Clínicas Electrónicas, (4) la falta de acceso a estándares (ISO) que eran importantes para el proyecto, (5) a causa de la reciente inclusión del sistema de HCE por parte del Hospital Susana López de Valencia (HSLV), no se disponía de una línea de base para realizar una evaluación por comparación del método, (6) a la hora de aplicar el método en el caso de estudio, el hospital se encontraba en proceso de acreditación, razón por la cual fue necesario aplazar esta actividad, (7) existen trabajos de investigación muy importantes para el presente trabajo a los cuales no fue posible acceder, y por último (8) en la evaluación del método fue requerida la inclusión de un tercero para que evaluara el método, este tercero no tenía la suficiente experiencia en evaluación como para obtener un resultado más preciso de la misma.
- Se propuso un conjunto de atributos de calidad comunes respecto a un sistema de HCE. La selección fue realizada mediante la revisión de diferentes disciplinas concernientes a la evaluación de Sistemas de Información, entre ellas la Ingeniería del Software y la Informática para la Salud. El avance en cuanto a la definición formal de métricas para la evaluación en el campo de la Salud está en sus etapas iniciales y, por tal razón, el aporte realizado por este trabajo brinda un punto de partida para la estandarización y formalización de los procesos evaluativos de Sistemas de Información en Salud.

- Varios autores de evaluación en sistemas de información en salud han agrupado de forma distinta los atributos de calidad, pero es posible lograr alguna correspondencia entre ellos. Este trabajo presenta una propuesta de categorización de los atributos de calidad, basado en distintos trabajos que tratan este asunto.
- Además, en este trabajo fue presentado un Método para evaluar un Sistema de HCE. Esta descripción contiene un conjunto de elementos (Roles, Productos de Trabajo, Guías y Tareas) que cubren todos los aspectos a tener en cuenta al evaluar un sistema tal. Para la realización de este método fueron tenidos en cuenta trabajos relacionados con evaluación de Sistemas de Información en Salud, Informática en Salud y Software. Los aspectos clave encontrados sirvieron para la definición de Tareas, Pasos, Productos de Trabajo y Guías propias para el contexto de evaluación del Sistema de Gestión de Historias Clínicas Electrónicas. Las contribuciones de los autores revisados fueron esenciales para la definición del método.
- Para la implementación del método propuesto se utilizó la herramienta Eclipse Process Framework Composer (EPFC), lo cual facilitó mucho este trabajo de implementación. Las características clave de SPEM 2.0 permiten que el método obtenido pueda ser aplicado a cualquier fase del ciclo de vida del sistema y que sea independiente del proceso de desarrollo empleado, ya que sus elementos pueden ser instanciados para un proyecto o problema particular. Para comprobar la validez o garantía de que el método propuesto es efectivo, es necesario aplicar el método en muchas evaluaciones para recibir retroalimentación y así corregir los inconvenientes que puedan presentarse.
- Por último, fue descrito el proceso de evaluación del Método para la Evaluación de Sistemas de Gestión de Historias Clínicas Electrónicas, usando la metodología DESMET, específicamente el método Análisis de Características por Caso de Estudio. Para obtener resultados más precisos y confiables de la evaluación del método es necesario aplicar el mismo a muchos más proyectos de evaluación. Con esto no solo se consigue retroalimentación para pulir el método sino también una valoración más acertada del mismo, para posteriormente, cuando el método sea más maduro, aplicarle una evaluación cuantitativa.

5.2 Lecciones Aprendidas

Ésta sección describe las lecciones aprendidas a lo largo del desarrollo del presente trabajo.

- Nunca se debe dar algo por terminado, si en realidad no se ha terminado. Por ejemplo, en el presente trabajo el primer objetivo tomó mucho más tiempo para cumplirlo que el estipulado inicialmente, entre otras cosas, porque se consideró un objetivo “casi terminado” en muchas ocasiones.
- Las traducciones de muchos trabajos no son muy fiables. Hay que verificar, en la medida de lo posible, si traduce realmente lo que quiso expresar el autor en las fuentes originales.
- Si bien se contó con la disposición por parte del HSLV y por el grupo de evaluadores, es difícil contar con el tiempo y ocupación de otros para la realización del trabajo.
- Las relaciones con actores de otras disciplinas no son tan fáciles de lograr, pero son muy importantes para la realización de este tipo de proyectos que requieren un enfoque multidisciplinar.
- Es importante obtener conocimiento acerca del contexto en el cual se va a realizar un determinado trabajo. En el caso particular, fue necesario aprender muchos términos, revisar varios estándares y entender conceptos básicos acerca del flujo de trabajo de una organización de Salud.

5.3 Trabajo Futuro

Finalmente, son descritos los trabajos que podrían realizarse siguiendo la línea de investigación del presente trabajo:

- Construir una ontología de atributos de calidad de un Sistema de HCE, que utilice las definiciones aquí mostradas y genere un consenso en la utilización de los atributos en trabajos de este campo.
- Realizar la definición formal de métricas para evaluaciones en este campo.
- Definición formal de indicadores de calidad para procesos de evaluación.
- Aplicar el método propuesto en muchos proyectos de evaluación para obtener retroalimentación y mejorarlo. Una vez alcance una madurez aceptable es posible evaluar el método con un enfoque cuantitativo, lo que genera un resultado más fiable de la evaluación.
- Construcción de una aplicación informática que ayude en todo el proceso de evaluación, esto incluye una guía para la aplicación del método, registro de datos, cálculo de medidas, generación de recomendaciones e informes.

REFERENCIAS

- Aarts, J., Ammenwerth, E., Berghold, A., Beuscart-Zéphir, M.-C., Brender, J., Bürkle, T. *et al.* (2006). Declaration of Innsbruck. Results from the European Science Foundation Sponsored Workshop on Systematic Evaluation of Health Information Systems (HIS-EVAL), April 4-6th, 2003. *Yearb Med Inform*, 121-123.
- Abascal, R. y Rumpler, B. (2005). Evaluación de Herramientas de Extracción Automática de Conceptos Dentro de un Ambiente de Biblioteca Digital *Revista Colombiana de Computación*, 6, 7-24.
- Altizer, G. y Goodwin, L. (2004). Evaluation of a Prototype Health Care Information System. *Evaluation of Healthcare Information System*. Duke University, Durham (North Carolina, USA).
- Ammenwerth, E., Brender, J., Nykanen, P., Prokosch, H. U., Rigby, M., Talmon, J. *et al.* (2004). Visions and strategies to improve evaluation of health information systems. Reflections and lessons based on the HIS-EVAL workshop in Innsbruck. *Int J Med Inform*, 73, 479-91.
- Ammenwerth, E. y De Keizer, N. (2005). An inventory of evaluation studies of information technology in health care: trends in evaluation research 1982-2002. *Methods Inf Med*, 44, 44-56.
- Anderson, J. G. y Aydin, C. E. (2005). *Evaluating the organizational impact of health care information systems*. Springer, New York.
- Arias, J. S., Granados, A., Guzmán, M. J., Villegas, M. L. y Ruiz, A. (2009). Implementación de una herramienta para la evaluación de la usabilidad de ambientes virtuales desarrollados en Java3D. *Revista Avances en Sistemas e Informática*, 6, 185-190.
- Bailey, J. E. y Pearson, S. W. (1983). Development of a Tool for Measuring and Analyzing Computer User Satisfaction. *Management Science*, 29, 530-545.

- Bakker, A. R. (1995). Setting the scene for the IMIA Working Group 10 working conference expanding HIS: fading boundaries. *International Journal of Bio-Medical Computing*, **39**, 3-7.
- Barki, H. y Huff, S. L. (1985). Change, attitude to change, and decision support system success. *Information & Management*, **9**, 261-268.
- Belden, J. L., Grayson, R. y Barnes, J. (2009). Defining and Testing EMR Usability: Principles and Proposed Methods of EMR Usability Evaluation and Rating. In: (M. Brodник *et al.* (eds.)) *HIMSS EHR Usability Taskforce*. Healthcare Information and Management Systems Society (HIMSS).
- Blobel, B. (2008). EHR architectures - comparison and trends. *Studies in Health Technology and Informatics*, **134**, 59-73.
- Boehm, B., Brown, J., Lipow, M., Macleod, G. y Merrit, M. (eds.) (1978). *Characteristics of Software Quality*, New York: North-Holland.
- Bolaños, L. P. y Navia, M. A. (2009). *MACMHA - Marco Conceptual de Atributos, Métricas y Heurísticas de Calidad de Software para la valoración del producto software Orientado a Objetos*. Trabajo de grado Ingeniero de Sistemas, Universidad del Cauca, Popayán (Colombia).
- Brender, J. (1999). Methodology for constructive assessment of IT-based systems in an organisational context. *Int J Med Inform*, **56**, 67-86.
- Brender, J. (2004). Evaluation of Health Information Applications in a Lifecycle Perspective. In: *Contribution of Medical Informatics to Health: Integrated Clinical Data and Knowledge to Support Primary, Secondary, Tertiary Home Care - MIE2004 Special Topics Conference Munich (Germany)* (B. Blobel *et al.* (Eds.)). pp. 7-14. IOS Press, Amsterdam (Netherlands).
- Brender, J. (2006a). Evaluation of health information applications--challenges ahead of us. *Methods Inf Med*, **45**, 62-66.
- Brender, J. (2006b). *Handbook of evaluation methods for health informatics*. Elsevier Academic Press, Burlington (MA, USA).

- Calahorrano Narváez, A. I. (2007). *Herramienta para evaluar la Calidad del Código Fuente generado en C ANSI*. Trabajo de grado Ingeniero de Sistemas Informáticos y Computación, Escuela Politécnica Nacional, Quito (Ecuador).
- CCEEM (1996). Evaluación y Registro del Software Médico. Ministerio de Salud Pública, Ciudad de la Habana (Cuba).
- CCEEM (2003). Evaluación del Software Médico - Guía para la Evaluación. Ministerio de Salud Pública, Ciudad de la Habana (Cuba).
- De Keizer, N. F. y Ammenwerth, E. (2008). The quality of evidence in health informatics: how did the quality of healthcare IT evaluation publications develop from 1982 to 2005? *Int J Med Inform*, **77**, 41-9.
- Delone, W. H. y Mclean, E. R. (1992). Information systems success: the quest for the dependent variable. *Information systems research*, **3**, 60-95.
- Delone, W. H. y Mclean, E. R. (2003). The DeLone and McLean Model of Information Systems Success: A Ten-Year Update. *Journal of Management Information Systems*, **19**, 9-30.
- Despont-Gros, C., Mueller, H. y Lovis, C. (2005). Evaluating user interactions with clinical information systems: A model based on human-computer interaction models. *Journal of Biomedical Informatics*, **38**, 244-255.
- Doll, W. J. y Ahmed, M. U. (1985). Documenting information systems for management: A key to maintaining user satisfaction. *Information & Management*, **8**, 221-226.
- Ficschetti, L., Mon, D., Ritter, J. y Rowlands, D. (2007). *Electronic Health Record-System Functional Model, Release 1*. Health Level 7.
- Friedman, C. P. y Wyatt, J. C. (2006). *Evaluation Methods in Biomedical Informatics*. Springer-Verlag, New York.
- García, F., Ruiz, F., Bertoa, M., Calero, C., Genero, M., Olsina, L. *et al.* (2004). Una ontología de la medición del software. *Universidad de Castilla-La Mancha, Technical report UCLM DIAB-04-02-2*.

- Ginzberg, M. J. (1981). Early Diagnosis of MIS Implementation Failure: Promising Results and Unanswered Questions. *Management Science*, **27**, 459-478.
- Gómez García, Ó. (2009). SQuaRE: Una unificación de normas para la especificación de requisitos y la evaluación de la calidad. *Curso de doctorado: Calidad de Sistemas de Información*. Universidad de Castilla-La Mancha.
- Goodhue, D. L. y Thompson, R. L. (1995). Task-technology fit and individual performance. *MIS Quarterly*, **19**, 213-236.
- Grémy, F. y Degoulet, P. (1993). Assessment of health information technology: which questions for which systems? Proposal for a taxonomy. *Informatics for Health and Social Care*, **18**, 185-193.
- Grimán Padua, A. C. (2005). *Evaluación Arquitectónica de la Calidad del Software*. Trabajo de Investigación para ascenso como Profesor Asociado, Universidad Simón Bolívar, Caracas, Venezuela.
- Handler, T., Holtmeier, R., Metzger, J., Overhage, M., Taylor, S. y Underwood, C. (2003). HIMSS Electronic Health Record Definitional Model Version 1.0. In: (Himss (ed.).
- Häyrinen, K., Saranto, K. y Nykänen, P. (2008). Definition, structure, content, use and impacts of electronic health records: A review of the research literature. *International Journal of Medical Informatics*, **77**, 291–304.
- Hersh, W. R. (2002). Medical informatics: improving health care through information. *JAMA*, **288**, 1955-8.
- Hoerbst, A. y Ammenwerth, E. (2009). A structural model for quality requirements regarding Electronic Health Records - State of the art and first concepts. *Proceedings of the 2009 ICSE Workshop on Software Engineering in Health Care*. IEEE Computer Society.
- Hoerbst, A., Schabetsberger, T., Hackl, W. y Ammenwerth, E. (2009). Requirements regarding quality certification of Electronic Health Records.

- In: *Studies in Health Technology and Informatics* (K.-P. Adlassnig *et al.* (Eds.)). Vol. 150, pp. 384-388. IOS Press, Amsterdam (Netherlands).
- IEEE (1998). *IEEE Std 830, IEEE Recommended Practice for Software Requirements Specifications*. New York, USA: Institute of Electrical and Electronics Engineers.
- Institute of Medicine (2003). *Key Capabilities of an Electronic Health Record System*. National Academy of Sciences, Washington, DC (U.S.).
- International Organization for Standardization (1991a). *ISO/IEC 9126 - 1, Software Engineering - Product Quality - Part 1: Quality model*. Geneva, Switzerland:
- International Organization for Standardization (1991b). *ISO/IEC 9126 - 2, Software Engineering - Product Quality - Part 2: External Metrics*. Geneva, Switzerland:
- International Organization for Standardization (1991c). *ISO/IEC 9126 - 3, Software Engineering - Product Quality - Part 3: Internal Metrics*. Geneva, Switzerland:
- ISO (1991). *ISO/IEC 9126 - 1, Software Engineering - Product Quality - Part 1: Quality model*. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization.
- ISO (1998). *ISO/IEC 14598-5, Information technology - Software product evaluation - Part 5: Process for evaluators*. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization.
- ISO (1999a). *ISO/IEC 14598-1, Information Technology - Software Product Evaluation - Part 1: General overview*. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization.
- ISO (1999b). *ISO/IEC 14598-4, Software Engineering - Product Evaluation - Part 4: Process for acquirers*. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization.

- ISO (2000a). *ISO/IEC 14598-2, Software engineering - Product evaluation - Part 2: Planning and management*. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization.
- ISO (2000b). *ISO/IEC 14598-3, Software Engineering - Product Evaluation - Part 3: Process for developers*. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization.
- ISO (2001). *ISO/IEC 14598-6, Software Engineering - Product evaluation - Part 6: Documentation of evaluation modules*. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization.
- ISO (2005a). *ISO/TR 20514, Health informatics—Electronic health record—Definition, scope, and context*. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization.
- ISO (2005b). *ISO/IEC 25000, Software engineering - Software product Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE)- Guide to SQuaRE*. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization.
- Ives, B., Olson, M. H. y Baroudi, J. J. (1983). The measurement of user information satisfaction. *Commun. ACM*, **26**, 785-793.
- Kaplan, B. (2001a). Evaluating informatics applications--clinical decision support systems literature review. *Int J Med Inform*, **64**, 15-37.
- Kaplan, B. (2001b). Evaluating informatics applications--some alternative approaches: theory, social interactionism, and call for methodological pluralism. *Int J Med Inform*, **64**, 39-56.
- Kitchenham, B. (1996). *DESMET: A method for evaluating Software Engineering methods and tools*. University of Keele, Staffordshire, U.K.
- Krobock, J. (1984). A taxonomy: Hospital Information Systems evaluation methodologies. *Journal of Medical Systems*, **8**, 419-429.
- Lærum, H. (2004). *Evaluation of electronic medical records - A clinical task perspective*. Doctor medicinæ Ph.D., Norwegian University of Science and Technology, Trondheim (Norway).

- Larrucea, X., Alonso, J., García, L. y Barcelona, M. Á. (2007). Entregable D2.1 - Especificación del metamodelo a utilizar. *Proyecto Vulcano - Promoción del desarrollo de SW libre en un entorno de calidad y confianza adaptando las metodologías, procesos, modelos de negocio y últimas tecnologías*. Iniciativa Española de Software y Servicios (INES).
- Lee, F., Teich, J. M., Spurr, C. D. y Bates, D. W. (1996). Implementation of Physician Order Entry: User Satisfaction and Self-Reported usage Patterns. *Journal of the American Medical Informatics Association*, **3**, 42-55.
- Lee, T. T., Mills, M. E. y Lu, M. H. (2009). The multimethod evaluation of a nursing information system in Taiwan. *Comput Inform Nurs*, **27**, 245-53.
- Leonard, K. y Sittig, D. F. (2004). Does Measurement Improve Performance? *To learn is human: Conference on the Failures of the Adoption of IT in Healthcare*. IMPROVE-IT Institute, Toronto, Canadá.
- Lippeveld, T., Sauerborn, R. y Bodart, C. (2000). *Design and implementation of health information systems*. World Health Organization, Geneva (Switzerland).
- Mccall, J. A. y Matsumoto, M. T. (1980). Software Quality Metrics Enhancements. General Electric Company, Atlanta, GA.
- Mccall, J. A., Richards, P. K. y Walters, G. F. (1977). Factors in Software Quality: Concepts and Definitions of Software Quality. General Electric Company, Sunnyvale (CA).
- Mckay, R. (2006). National Institutes of Health Systems Development Life Cycle Framework v1.0.
- Méndez, Y. A., Jimenez, J. E., Collazos, C. A. y González, M. (2008). Thinklets: Un Artefacto Útil para el Diseño de Métodos de Evaluación de la Usabilidad Colaborativa. *Revista Avances en Sistemas e Informática*, **5**, 147-154.
- Moreno, J., Andrade, H. y Bolaños, L. (2007). Compilación de un Modelo para Evaluar Atributos de Calidad en Productos Software. *Enlace Informático*, **6**, 99-111.

- Moreno, M. R., González, G. U. y Echartea, D. C. (2008). Evaluación de la Calidad en Uso de Sitios Web Asistida por Software: SW - AQUA. *Revista Avances en Sistemas e Informática*, **5**, 147-154.
- Nelson, R. R. y Cheney, P. H. (1987). Training End Users: An Exploratory Study. *Management Information Systems Research Center, University of Minnesota*, **11**, 547-559.
- Object Management Group (2008). *Version 2.0, Software & Systems Process Engineering Meta-Model Specification*
- Ospina, B., Sandoval, J., Aristizábal, C. y Ramírez, M. (2005). La escala de Likert en la valoración de los conocimientos y las actitudes de los profesionales de enfermería en el cuidado de la salud. Antioquia, 2003. *Investigación y Educación en Enfermería*, **23**, 14-29.
- Pagliari, C. (2007). Design and evaluation in eHealth: challenges and implications for an interdisciplinary field. *J Med Internet Res*, **9**, e15.
- Palmer, J. W. (2002). Web Site Usability, Design, and Performance Metrics. *Info. Sys. Research*, **13**, 151-167.
- Penichet, V., Calero, C., Lozano, M. y Piattini, M. (2006). Using WQM for classifying usability metrics. *Proceedings of the IADIS International Conference*. Citeseer, Murcia, Spain.
- Pérez Oliveros, R. B. (2007). *Modelo de Especificación de Calidad para sitios Web Universitarios (MOSCA WEB)*. Trabajo de Investigación para ascenso como Profesor Asistente, Universidad Nacional Abierta, Valencia, ESP.
- Pressman, R. S. (2002). *Ingeniería del Software - Un enfoque práctico*. McGraw-Hill.
- Rahimi, B. y Vimarlund, V. (2007). Methods to evaluate health information systems in healthcare settings: a literature review. *J Med Syst*, **31**, 397-432.
- Riascos, S. C. (2008). Modelo para la evaluación de la efectividad de la tecnología informática en el entorno empresarial. *Revista Ingeniería e Investigación*, **28**, 158-166.

- Rivière, V., La Salle, A. J., Khorramshahgol, R. y Gousty, Y. (1999). Hospital Information Systems Quality: A Customer Satisfaction Assessment Tool. *In. Thirty-Second Annual Hawaii International Conference on System Sciences, 1999, Maui, Hawaii, USA*. IEEE.
- Rigby, M. (2006). Evaluation--the Cinderella science of ICT in health. *Yearb Med Inform*, 114-20.
- Roderer, N. K. (2004). Outcome measures in clinical information systems evaluation. *Stud Health Technol Inform*, **107**, 1096-100.
- Rueda-Clausen Pinzón, C. E. (2006). La historia clínica informatizada. Evaluación de los casos colombiano y español. *MedUNAB*, **9**, 63-71.
- Ruiz, F. y Verdugo, J. (2008). Guía de Uso de SPEM 2 con EPF Composer. Universidad de Castilla-La Mancha.
- Ruiz, G. A., Peña, A., Castro, C. A., Alaguna, A., Areiza, L. M. y Rincón, R. D. (2006). Modelo de Evaluación de Calidad de Software Basado en Lógica Difusa, Aplicada a Métricas de Usabilidad de Acuerdo con la Norma ISO/IEC 9126. *Avances en Sistemas e Informática*, **3**, 25-29.
- Sanders, G. L. y Courtney, J. F. (1985). A Field Study of Organizational Factors Influencing DSS Success. *Management Information Systems Research Center, University of Minnesota*, **9**, 77-93.
- Sanders, G. L., Courtney, J. F. y Loy, S. L. (1984). The impact of DSS on organizational communication. *Information & Management*, **7**, 141-148.
- Sapirie, S. (2000). Assessing health information systems. *In: Design and implementation of health information systems* (T. Lippeveld *et al.* (Eds.)). Chap. 5, pp. 73-87. World Health Organization, Geneva (Switzerland).
- Saravia Aramayo, R. (2007). Evaluación del Producto Software: ISO 14598. Universidad Mayor de San Andrés - Facultad de Ciencias Puras y Naturales, La Paz - Bolivia.

- Scalone, F. (2006). *Estudio comparativo de los modelos y estándares de Calidad del Software*. Maestría en Ingeniería en Calidad M.Sc., Universidad Tecnológica Nacional, Buenos Aires (Arg.).
- Seddon, P. y Kiew, M.-Y. (1996). A Partial Test and Development of Delone and Mclean's Model of IS Success. *Australasian Journal of Information Systems*, **4**, 90-109.
- Serrano, C. E. (2008). *Modelo integral para el profesional en Ingeniería (2a Ed.)*. Universidad del Cauca, Popayán (Cauca, Colombia).
- Shannon, R. H. (1979). *Hospital Information Systems: An International Perspective on Problems and Prospects*. North-Holland Pub. Co., Elsevier Science Inc., New York, USA.
- Shaw, N. T. (2002). 'CHEATS': a generic information communication technology (ICT) evaluation framework. *Computers in Biology and Medicine*, **32**, 209-220.
- Stefanou, C. J. (2003). System Development Life Cycle. In: *Encyclopedia of Information Systems* (B. Hossein. (Ed.), pp. 329-344. Elsevier, New York.
- Stoop, A. P. y Berg, M. (2003). Integrating quantitative and qualitative methods in patient care information system evaluation: guidance for the organizational decision maker. *Methods Inf Med*, **42**, 458-62.
- Turunen, P. (2003). A framework for evaluation of medical information systems. *Stud Health Technol Inform*, **95**, 611-616.
- Van Der Loo, R. P., Van Gennip, E. M. S. J., Bakker, A. R., Hasman, A. y Rutten, F. F. H. (1995). Evaluation of automated information systems in health care: an approach to classifying evaluative studies. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, **48**, 45-52.
- Van Der Meijden, M. J., Tange, H. J., Troost, J. y Hasman, A. (2003). Determinants of Success of Inpatient Clinical Information Systems: A Literature Review. *J Am Med Inform Assoc*, **10**, 235-243.

- World Health Organization (2000). The World health report 2000 - Health Systems: Improving performance. *World Health Report*. World Health Organization, Geneva, Switzerland.
- World Health Organization (2007). *Everybody Business - Strengthening Health Systems to improve health outcomes: who's framework for action*. World Health Organization, Geneva, Switzerland.
- Yildiz, O. y Demirors, O. (2009). Adopting software quality measures for healthcare processes. *Stud Health Technol Inform*, **150**, 394-8.
- Yusof, M. M. (2008). *The evaluation of Health Information Systems adoption in Clinical Practice*. Doctor of Philosophy, Brunel University, London, UK.
- Yusof, M. M., Kuljis, J., Papazafeiropoulou, A. y Stergioulas, L. K. (2008a). An evaluation framework for Health Information Systems: human, organization and technology-fit factors (HOT-fit). *Int J Med Inform*, **77**, 386-98.
- Yusof, M. M., Papazafeiropoulou, A., Paul, R. J. y Stergioulas, L. K. (2008b). Investigating evaluation frameworks for health information systems. *Int J Med Inform*, **77**, 377-85.