



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

EXTENSIÓN LATACUNGA

**MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE SOFTWARE
SEGUNDA PROMOCIÓN**

**“TÉCNICA PARA EL ANÁLISIS DE REQUISITOS DE
SOFTWARE BASADA EN LA GESTIÓN DEL
CONOCIMIENTO, PARA LA EMPRESA DE DESARROLLO
DE SOFTWARE KRUGER”**

ING. CECILIA MILENA HINOJOSA RAZA

Tesis presentada como requisito previo a la obtención del grado de:

MAGÍSTER EN INGENIERÍA DE SOFTWARE

AÑO 2014

**UNIVERSIDAD DE LA FUERZAS ARMADAS – ESPE
EXTENSIÓN LATACUNGA**

MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE SOFTWARE

CERTIFICADO

JORGE GEOVANNY RAURA RUIZ

CERTIFICA

Que el trabajo titulado **TÉCNICA PARA EL ANÁLISIS DE REQUISITOS DE SOFTWARE BASADA EN LA GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO, PARA LA EMPRESA DE DESARROLLO DE SOFTWARE KRUGER** realizado por la Ing. Cecilia Milena Hinojosa Raza, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple normas estatutarias establecidas por la ESPE, en el Reglamento de Estudiantes de la Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE.

Debido a que se trata de una investigación original, el análisis de la teoría permitió determinar el paralelismo entre dos disciplinas. Propone una técnica para el análisis de requisitos del software, en base a la gestión del conocimiento y su validez fue probada utilizando el caso de estudio como método empírico de investigación. Por lo expuesto si recomienda su publicación.

El mencionado trabajo consta de un documento empastado y un disco compacto el cual contiene los archivos en formato portátil de Acrobat (pdf).

Autoriza a la Ing. Cecilia Milena Hinojosa Raza que lo entregue al Ing. Lucas Rogerio Garcés Guayta, en su calidad de Director del programa de postgrado.

Latacunga, 10 de febrero de 2014

Ing. Jorge Geovanny Raura Ruiz MSc.

DIRECTOR

**UNIVERSIDAD DE LA FUERZAS ARMADAS – ESPE
EXTENSIÓN LATACUNGA**

MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE SOFTWARE

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

CECILIA MILENA HINOJOSA RAZA

DECLARO QUE:

El proyecto de grado denominado TÉCNICA PARA EL ANÁLISIS DE REQUISITOS DE SOFTWARE BASADA EN LA GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO, PARA LA EMPRESA DE DESARROLLO DE SOFTWARE KRUGER, ha sido desarrollado en base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan el pie de las páginas correspondiente, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mi autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Latacunga, 10 de febrero de 2014

Ing. Cecilia Milena Hinojosa Raza

**UNIVERSIDAD DE LA FUERZAS ARMADAS – ESPE
EXTENSIÓN LATACUNGA**

MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE SOFTWARE

AUTORIZACIÓN

Yo, CECILIA MILENA HINOJOSA RAZA

Autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas la publicación, en la biblioteca virtual de la Institución del trabajo “TÉCNICA PARA EL ANÁLISIS DE REQUISITOS DE SOFTWARE BASADA EN LA GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO, PARA LA EMPRESA DE DESARROLLO DE SOFTWARE KRUGER”, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Latacunga, 10 de febrero de 2014

Ing. Cecilia Milena Hinojosa Raza

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por acompañarme en cada momento, por brindarme la oportunidad de vivir experiencias que han aportado a mi desarrollo personal y profesional.

Un profundo agradecimiento a mi familia, por su comprensión y apoyo; a los directivos de la empresa auspiciante; a los docentes y estudiantes de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE; a mis amigos y compañeros por compartir generosamente sus conocimientos y colaborar en el desarrollo del presente trabajo.

DEDICATORIA

A mi esposo Byron

A mis hijos: Byron, Ana Belén, Iván

Por ser el impulso de mi superación

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | |
|--|-----|
| CERTIFICADO | ii |
| DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD | iii |
| AUTORIZACIÓN | iv |
| AGRADECIMIENTOS | v |
| DEDICATORIA | vi |
| ÍNDICE DE CONTENIDOS | vii |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | x |
| ÍNDICE DE TABLAS | xi |
| RESUMEN | 1 |
| ABSTRACT..... | 3 |
| CAPÍTULO 1..... | 5 |
| INTRODUCCIÓN | 5 |
| 1.1. Título del proyecto..... | 5 |
| 1.2. Antecedentes..... | 5 |
| 1.3. Planteamiento del Problema..... | 6 |
| 1.4. Descripción resumida del proyecto..... | 7 |
| 1.5. Justificación e importancia..... | 7 |
| 1.6. Objetivos | 9 |
| 1.6.1 Objetivo general..... | 9 |
| 1.6.2 Objetivos Específicos..... | 9 |
| CAPÍTULO 2..... | 10 |
| MARCO TEÓRICO..... | 10 |
| 2.1 DEFINICIONES | 10 |
| 2.1.1 Requisito | 10 |
| 2.1.2 Requisito en el ámbito Informático..... | 10 |
| 2.1.3 Stakeholder | 11 |
| 2.1.4 Ingeniería de Requisitos..... | 11 |
| 2.1.5 Objetivos de la Ingeniería de Requisitos..... | 13 |
| 2.1.6 Las dimensiones de la Ingeniería de Requisitos | 13 |
| 2.1.7 Proceso de Ingeniería de Requisitos | 15 |
| 2.1.8 Técnicas de análisis de requisitos | 18 |
| 2.1.9. Características de la Especificación de Requerimientos de Software..... | 18 |
| 2.1.10 Tipos de Requisitos..... | 20 |

| | |
|--|----|
| 2.1.11 Características de los ingenieros de requisitos | 22 |
| 2.2. GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO | 25 |
| 2.2.1 Relación entre dato, información, conocimiento y sabiduría | 25 |
| 2.2.2 Definición de conocimiento | 26 |
| 2.2.5 Criterios para Evaluar la Calidad de los Conocimientos | 27 |
| 2.2.6 Tipos de conocimiento | 29 |
| 2.2.7 Definición de Gestión del Conocimiento | 32 |
| 2.2.7 Proceso de Gestión del Conocimiento | 34 |
| 2.2.8 Modelo SECI de Nonaka y Takeuchi..... | 37 |
| 2.3 CASO DE ESTUDIO | 39 |
| CAPÍTULO 3..... | 41 |
| TÉCNICA PARA EL ANÁLISIS DE REQUISITOS BASADA EN LA GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO..... | 41 |
| 3.1 INTRODUCCIÓN | 41 |
| 3.2 ANÁLISIS COMPARATIVO | 41 |
| 3.2.1 Análisis de los atributos de calidad..... | 42 |
| 3.2.2 Análisis de los procesos de la gestión del conocimiento e ingeniería de requisitos ... | 43 |
| 3.3 DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA | 45 |
| 3.3.1 Analizar las fuentes de información..... | 46 |
| 3.3.2 Analizar el aporte de los requisitos a los objetivos del sistema | 49 |
| 3.3.3 Verificar que el conocimiento tácito se ha plasmado en explícito | 50 |
| 3.3.4 Clasificar los requisitos por afinidad y prioridad | 52 |
| 3.3.5 Difundir el conocimiento y retroalimentar..... | 53 |
| CAPÍTULO 4..... | 54 |
| DESARROLLO DEL CASO DE ESTUDIO | 54 |
| 4.1 Título..... | 54 |
| 4.2 Autor | 54 |
| 4.3 Resumen..... | 54 |
| 4.4 Introducción | 55 |
| 4.4.1 Planteamiento del problema..... | 55 |
| 4.4.2 Objetivos de la investigación | 56 |
| 4.4.3 Contexto..... | 56 |
| 4.5 Trabajos relacionados | 56 |
| 4.5.1 Trabajos recientes | 56 |

| | |
|---|----|
| 4.5.2 Marco teórico | 57 |
| 4.6 Diseño del caso de estudio | 57 |
| 4.6.1 Pregunta principal de la investigación | 57 |
| 4.6.2 Preguntas secundarias de la investigación | 57 |
| 4.6.3 Selección de casos y unidades de análisis | 58 |
| 4.6.4 Consideraciones éticas, legales y profesionales | 59 |
| 4.6.5 Procedimiento | 60 |
| 4.6.6 Recolección de datos | 60 |
| 4.6.7 Análisis de datos | 61 |
| 4.6.8 Generación de informes | 62 |
| 4.7 Resultados | 63 |
| 4.7.1 Resultados cuantitativos | 63 |
| 4.7.2 Resultados cualitativos | 66 |
| CAPÍTULO 5 | 74 |
| CONCLUSIONES | 74 |
| Bibliografía | 77 |
| ANEXOS | 82 |
| Anexo A | 83 |
| Anexo B | 84 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1.1 Costos relativos de corregir un error | 8 |
| Figura 2.1. Dimensiones de la Ingeniería de Requerimientos | 14 |
| Figura 2.2: Temas del área de conocimiento Requisitos del Software | 15 |
| Figura 2.3 Clasificación de los requisitos | 20 |
| Figura 2.4: Relación entre datos, información, conocimiento y sabiduría..... | 26 |
| Figura 2.5: Continuo del conocimiento..... | 32 |
| Figura 2.6: Fases de la gestión del conocimiento | 36 |
| Figura 2.7: Fases para la creación de conocimiento | 37 |
| Figura 3.1: Matriz verificación y validación de fuentes de información | 48 |
| Figura 3.2: Matriz requisitos / objetivos del sistema | 50 |
| Figura 3.3: Formato mapa conceptual..... | 51 |
| Figura 4.1: Esquema de los casos de estudio y unidades de análisis | 59 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 2.1 Definiciones de conocimiento..... | 27 |
| Tabla 2.2 Taxonomía del conocimiento..... | 29 |
| Tabla 2.3 Subprocesos de la gestión del conocimiento, según varios autores | 35 |
| Tabla 3.1 Atributos de calidad de los conocimientos y los requisitos de software | 42 |
| Tabla 3.2 Comparación de las fases de los procesos de la GC e IR | 45 |
| Tabla 3.3 Actividades propuestas para el análisis de requisitos | 46 |
| Tabla 4.1 Errores detectados en los requisitos, ámbito académico | 64 |
| Tabla 4.2 Errores detectados en los requisitos, ámbito empresarial | 65 |
| Tabla 4.3 Opinión de los ingenieros, aspectos positivos de la técnica..... | 66 |
| Tabla 4.4 Actividades vs. objetivos del análisis de requisitos | 69 |
| Tabla 4.5 Actividades vs. atributos de calidad de los requisitos..... | 70 |
| Tabla 4.6 Actividades vs. objetivos del análisis de requisitos, visión ingenieros sénior | 71 |
| Tabla 4.7 Actividades vs. atributos de calidad de los requisitos, visión ingenieros sénior..... | 72 |

RESUMEN

La construcción y mantenimiento de software demandan un trabajo intenso en conocimiento, el personal técnico debe demostrar solvencia en Ingeniería de Software, técnicas, métodos, procesos organizacionales y otros aspectos que son altamente dinámicos y demandan un esfuerzo permanente de aprendizaje. Al ser la Gestión del Conocimiento una disciplina que, mediante un proceso sistemático, busca gestionar el conocimiento útil y válido; su estudio permitirá que de los ingenieros de requisitos, realicen un trabajo eficaz y eficiente; lo cual tendrá un alto impacto en la calidad del proceso y producto software.

El presente trabajo se plantea con el objetivo de crear una técnica para el análisis de requisitos basada en la gestión del conocimiento. Para el efecto se realizó un estudio comparativo de la ingeniería de requisitos y la gestión del conocimiento, llegándose a determinar que existe un alto grado de coincidencia en sus objetivos, ya que las dos buscan a obtener conocimientos válidos y útiles; de igual manera sus procesos son iterativos e incrementales con actividades similares. También se analizaron los atributos de calidad de los requisitos y conocimientos, identificando que hay un paralelismo entre los mismos. Con este contexto teórico se diseñó la técnica para el análisis de requisitos.

La validación de la técnica propuesta se realizó utilizando el caso de estudio como método de investigación en Ingeniería de Software, de manera documentada y sistemática se demostraron las fortalezas y debilidades de la propuesta. Se cumplieron a cabalidad los objetivos planteados. La técnica fue aplicada exitosamente por personal experimentado y novato, se demostró que la integración de elementos de la gestión del

conocimiento en las técnicas de análisis de requisitos aportó a mejorar la calidad de los mismos; específicamente a la completitud, claridad, consistencia, pertinencia y exactitud.

Índice de Términos: Ingeniería de requisitos, Gestión del conocimiento, Análisis de requisitos, Ingeniería de Software.

ABSTRACT

Software construction and maintenance demand an intense work related to knowledge. The technical staff must show soundness in Software Engineering, techniques, methods, organizational processes, and other highly dynamical aspects which demand a permanent learning effort. Since the Knowledge Management in a discipline which tries to manage the valid and useful knowledge through a systematic process, its study will allow that requirements engineering carry on an effective and efficient work; which will have a high impact in the quality of the process and the software.

The present work is proposed with the objective of creating a technique to develop requirements analysis based on the knowledge management. To make this possible, it was done a comparative study of the requirement engineering and the knowledge management, and it was determined that it exist a high degree of coincidence on their objectives. Indeed, both of them pretend to obtain valid and useful knowledge. Similarly, their processes are interactive and incremental with similar activities. Additionally, there were analyzed the quality attributes of the requirements and knowledge, and it was identified that there is a similitude in both. With this theoretical context it was designed the technique for the requirements analysis.

The validation of the proposed technique was done through the use of the case study as a research method in Software Engineering. Furthermore, the strengths and weaknesses of this proposal were proved in documented and systematic ways. Moreover, the proposed aims were accomplished. The technique was successfully applied by experimented and rookie staff. It was shown that the integration of elements

of the knowledge management in the requirements analysis techniques contributed to improve the quality of the requirements; specifically to the completeness, clarity, consistency, relevance and exactitude.

Terms: Requirement Engineering, Knowledge Management, Requirements Analysis, Software Engineering.

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

En este capítulo se presenta la información general del trabajo de fin de Máster, se argumenta la importancia del estudio de la Ingeniería de Requisitos y la pertinencia de la investigación realizada.

1.1. Título del proyecto

“Técnica para el análisis de requisitos de software basada en la gestión del conocimiento, para la empresa de desarrollo de software Kruger”

1.2. Antecedentes

Es incuestionable que los requisitos son la esencia del proceso de desarrollo de software, determinan la calidad del diseño y la implementación, son elementos clave para cumplir con las necesidades y expectativas del cliente. Una fase crucial en el proceso de desarrollo de software es la “*Ingeniería de requisitos*” (IR) (Zapata, 2009). Es fundamental que los diferentes mundos, de donde provienen los clientes, los usuarios y los técnicos, esto es, los involucrados en el proceso de requisitos, armonicen y lleguen a acuerdos sobre lo que necesitan y esperan del producto software resultante, por lo tanto, se requiere de un proceso formal que permita asegurar que los requisitos son recopilados con precisión, revisados, documentados y aprobados (Info-Tech Group Research, 2007) . Para obtener requisitos de calidad, es preciso seguir un proceso bien definido, así también utilizar en cada fase las técnicas que aporten a la calidad de los resultados y a la eficiencia del proceso.

1.3. Planteamiento del Problema

La calidad de los requisitos puede determinar la diferencia entre el éxito o el fracaso de un proyecto, independientemente del grado de complejidad del mismo. Para (Jones, 1996) los requisitos deficientes son la principal causa del fracaso de proyectos de software. Luego de analizar cientos de organizaciones, llegó a determinar que el proceso de ingeniería de requisitos es deficiente en más del 75 por ciento de las mismas.

El informe "Chaos Report 2009" publicado por Standish Group, cita que tan solo el 32% de los proyectos de desarrollo de software, se pueden considerar exitosos, ya que fueron entregados a tiempo, dentro del presupuesto, con las características necesarias y la funcionalidad pactada, el 44% se entregaron fuera de plazo, excedieron su presupuesto no cubrieron la totalidad de las características y funciones y el 24% de los proyectos fueron cancelados. (Group, 2009). En este mismo estudio se puntualiza que el principal factor para el fracaso de un proyecto de desarrollo de software radica en la mala calidad de los requerimientos.

Algunos de los desafíos que se presentan al momento de realizar la IR son: la dificultad intrínseca que reviste la identificación de los requisitos, la comprensión de la complejidad del dominio del problema, la difícil interacción entre usuarios y desarrolladores, la falta de precisión en las expresiones de los usuarios, la perspectiva con que cada involucrado visualiza el problema, la terminología propia de cada persona; a esto se suma la calidad de las fuentes de información. Con todas estas variables, realizar el análisis de requisitos resulta una tarea compleja que requiere del apoyo de técnicas adecuadas que permitan alcanzar el objetivo de una manera eficiente.

1.4. Descripción resumida del proyecto

El presente proyecto contempla el desarrollo de la investigación bibliográfica inicial, tanto del análisis de requisitos, como de la gestión del conocimiento, luego se formula una técnica para el análisis de requisitos, en la cual se integran los elementos pertinentes de la gestión del conocimiento. La validez de la técnica propuesta se demostró mediante el desarrollo de un caso de estudio, en los contextos académico y empresarial.

1.5. Justificación e importancia

El desarrollo de software es una actividad compleja ya que trata de crear un producto intangible que depende principalmente del esfuerzo intelectual y de la creatividad de las personas que lo realizan. Las fases genéricas de un proceso de desarrollo de software son: Ingeniería de Requisitos, Análisis, Diseño, Codificación, Prueba e Implantación; de éstas la Ingeniería de Requisitos es la más crítica y difícil de un proyecto (Pandey, Suman, & Ramani, 2010) (Hofman & Lehner, 2001). Su objetivo es recoger de manera correcta las necesidades de los interesados. La IR es la base para planificar el proyecto, para diseñar el software, para la entrega – recepción del producto, en resumen, se constituye en los cimientos para determinar la calidad del producto.

Si se analizan los costes relativos a los errores en el proceso de desarrollo de software, tomando como referencia los datos recopilados por (Boehm, 1981), se puede apreciar que los costos relacionados con la detección y corrección guardan una estrecha relación con la fase del proceso en la que son detectados, como se aprecia en la Figura 1.1. Esto es, si prevenimos y detectamos errores en la fase de IR, los beneficios directos para el proyecto serán, por un lado la disminución de costos y tiempo, por otro lado

incrementar la satisfacción del cliente en general; consecuentemente contar con un proceso eficiente y efectivo.

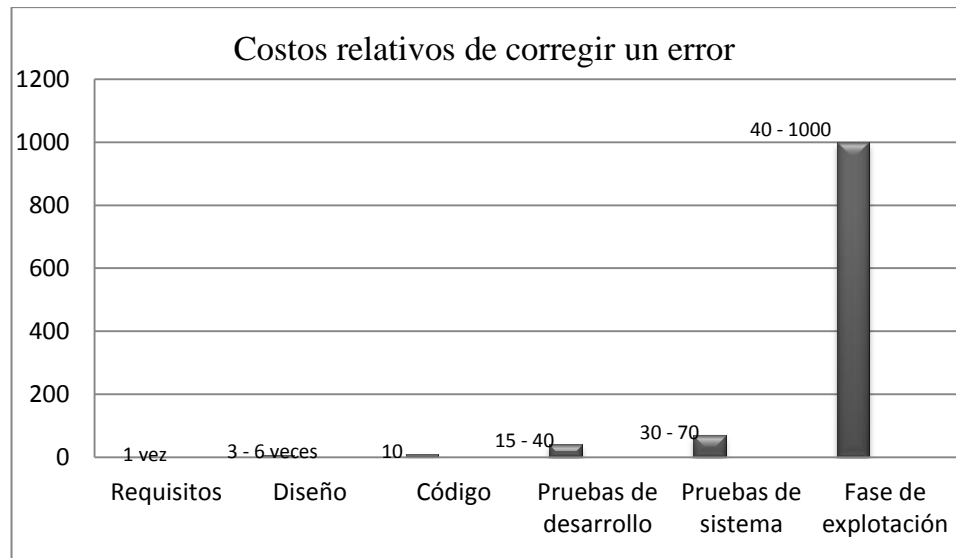


Figura 1.1 Costos relativos de corregir un error (Boehm, 1981)

Ante la relevancia del análisis de requisitos y el impacto que puede tener en el proyecto, al momento de dejar pasar requisitos que no correspondan u omitir alguno, las técnicas conocidas vienen a ser insuficientes; por lo que resulta evidente la necesidad de un mayor esfuerzo de investigación para garantizar la calidad de los requisitos, especialmente por la complejidad que reviste el trabajo con los involucrados y por su heterogeneidad.

Por lo tanto, buscar alternativas que contribuyan a mejorar la calidad de los requisitos, es una actividad necesaria y claramente justificada. El presente proyecto es pertinente y cobra importancia ya que se contribuye con la propuesta de una técnica que permite realizar un trabajo de manera eficiente y eficaz.

1.6. Objetivos

1.6.1 Objetivo general

Proponer una técnica para el análisis de requisitos de software basada en la gestión del conocimiento, para la empresa de desarrollo de software Kruger.

1.6.2 Objetivos Específicos

- Investigar los fundamentos y principios de la gestión del conocimiento y el proceso de ingeniería de requisitos, específicamente estudiar las técnicas que se aplican en el Análisis de Requisitos.
- Determinar los factores que aportan a fortalecer las actividades del análisis de requisitos.
- Describir la técnica propuesta para el análisis de requisitos de software.
- Validar la técnica propuesta mediante un caso de estudio.
- Determinar las ventajas de la técnica propuesta.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

El presente capítulo recopila los fundamentos teóricos que sustentan el desarrollo del trabajo de investigación y la propuesta de la técnica para el análisis de requisitos basada en la gestión del conocimiento.

2.1 DEFINICIONES

2.1.1 Requisito

Según la Real Academia Española de la Lengua, requisito es “Circunstancia o condición necesaria para algo” (RAE, 2012).

2.1.2 Requisito en el ámbito Informático

En el ámbito Informático la definición del término requisito no se ha consensuado, así se pueden encontrar varias definiciones, inclusive en documentos de un mismo organismo, en este caso de la IEEE.

Para (IEEE, 2002), requisito es:

“(1) Una condición o capacidad que un usuario necesita para resolver un problema o lograr un objetivo. (2) Una condición o capacidad que debe tener un sistema o un componente de un sistema para satisfacer un contrato, una norma, una especificación u otro documento formal. (3) Una representación en forma de documento de una condición o capacidad como las expresadas en (1) o en (2).”

Para (IEEE, 1998), requisito es:

“Una declaración que identifica las características o restricciones operativas, funcionales, o de diseño de un producto o proceso, las cuales deben ser: no ambiguas, verificables o cuantificables, y que son necesarias para que el producto o proceso sea

aceptado por los clientes o que concuerde con las directrices internas de garantía de calidad.”

2.1.3 Stakeholder

Este término en particular, tiene varias traducciones al español, tales como: “partes interesadas”, o “involucrados” y son las personas que tienen intereses directos o indirectos en el sistema y que pueden influir al momento de: identificar, determinar y validar los requisitos. Son las personas que van a interactuar con el sistema, ya sea como usuarios o administradores; pueden ser profesionales especializados que deben involucrarse, según la naturaleza del sistema (Young, 2004). Son la principal fuente de información para la educación, análisis de requisitos y posteriormente son actores importantes para la validación de los mismos y recepción del producto software resultante.

2.1.4 Ingeniería de Requisitos

En la literatura se pueden encontrar diversas definiciones de Ingeniería de Requisitos, a continuación se citan algunas, las cuales aportan elementos relevantes para la definición que se formula posteriormente.

Para (Hsia, Davis, & Kung, 1993) la Ingeniería de Requisitos se define como:

“Todas las actividades relacionadas con:

- Identificación y documentación de las necesidades de clientes y usuarios.
- Creación de un documento que describe la conducta externa y las restricciones asociadas que satisfará dichas necesidades.
- Análisis y validación del documento de requisitos para asegurar consistencia, compleción y viabilidad.
- Evolución de las necesidades.”

Para (Pohl, 1994), la ingeniería de requisitos es:

“...un proceso participativo, iterativo e incremental de construcción de los requisitos, en el que se avanza desde especificaciones iniciales, que no poseen las propiedades deseadas, hasta especificaciones finales que tienen características ideales, esto es: completas, acordadas entre los involucrados y documentadas con un nivel adecuado de formalidad”.

Para (Loucopoulos & Karakostas, 1995), la ingeniería de requisitos es:

“un proceso sistemático de desarrollo de requerimientos, a través de un proceso iterativo, cooperativo de analizar del problema, documentar las observaciones resultantes en una variedad de representaciones y comprobar la exactitud de la comprensión obtenida”.

Para (Pohl, 2010) la Ingeniería de Requisitos es:

“...el proceso de la obtención de las necesidades individuales y las necesidades de las partes interesadas, creando una documentación detallada, de los requisitos acordados y especificados, de tal manera que puedan servir de base para todas las otras actividades de desarrollo del sistema”.

Para (Hull, Jackson, & Dick, 2011) la Ingeniería de Requisitos es:

“...el subconjunto de la Ingeniería de Sistemas que se ocupa del descubrimiento, desarrollo, seguimiento, análisis, clasificación, comunicación y gestión de requisitos que definen el sistema y los niveles sucesivos de abstracción”.

Por lo tanto, la Ingeniería de Requisitos es un proceso cooperativo, iterativo e incremental, en el cual se descubren, analizan, documentan, comunican, validan y gestionan las características o restricciones operativas y funcionales que se esperan del sistema, las cuales deben ser: documentadas, completas y acordadas entre los involucrados (stakeholders); de tal manera que sean la base para las posteriores fases del desarrollo del sistema.

2.1.5 Objetivos de la Ingeniería de Requisitos

Para (Pohl, 2011) la Ingeniería de Requisitos es un enfoque sistemático y disciplinado, mediante el cual se obtienen y gestionan los requisitos para conseguir los siguientes objetivos:

- Conocer los requisitos relevantes, logrando la participación activa de los stakeholders, asegurándose que ese conocimiento sea explícito.
- Lograr un acuerdo entre los stakeholders sobre los requisitos del sistema.
- Documentar los requisitos, al nivel de detalle adecuado, conforme a los formatos y normas acordados.
- Gestionar los requisitos de manera sistemática.
- Minimizar el riesgo de desarrollar un sistema que no satisfaga a los stakeholders.

2.1.6 Las dimensiones de la Ingeniería de Requisitos

Para (Pohl, 1994), el proceso de la IR puede ser visto como la transformación de unas entradas en un conjunto deseado de salidas, esta transformación inicia con una comprensión vaga del problema, y un conjunto de visiones heterogéneas de las personas involucradas, las cuales se encuentran representadas utilizando lenguaje informal. Al final del proceso de IR se obtiene la especificación de requisitos del software tan completa como sea posible, de manera que sea la base para las fases posteriores del desarrollo del sistema. El proceso debe incluir actividades que garanticen que al final se ha obtenido un nivel aceptable en las tres dimensiones de la IR, esto es: Compleción, Acuerdo, Especificación / Formalidad. En la Figura 2.1, se pueden apreciar de manera gráfica las citadas dimensiones.

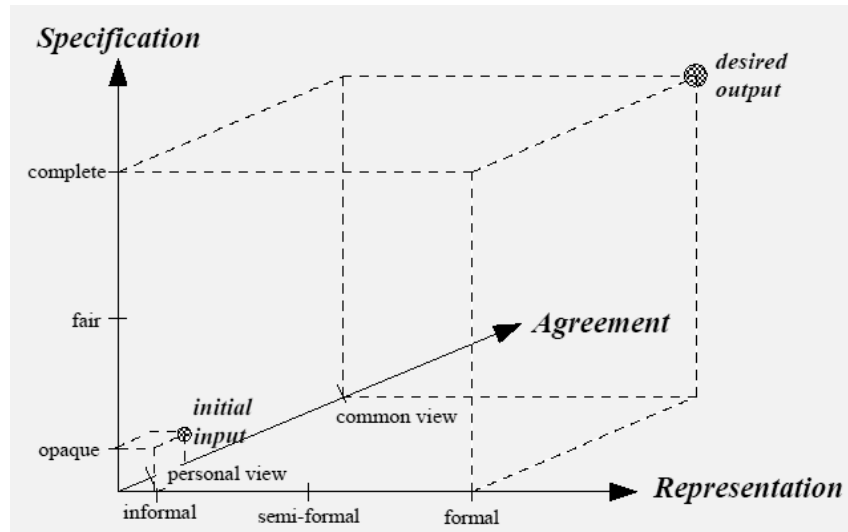


Figura 2.1. Dimensiones de la Ingeniería de Requerimientos (Pohl, 1994)

2.1.6.1 Especificación (Specification): Este dominio se conoce también como completación y considera los factores que influyen en el grado de constitución del conocimiento sobre el sistema que se desea desarrollar. Al inicio del proceso de IR, se tiene una visión “opaca” de los requisitos y sólo unos pocos son conocidos, la comprensión de estos es generalmente imprecisa y la mayoría de detalle, son desconocidos. Al final del proceso, todos los requisitos son conocidos y comprendidos al nivel de detalle adecuado. Mediante la IR se pasa de unos requisitos incompletos y poco conocidos a unos completos y con un alto nivel de conocimiento.

2.1.6.2 Acuerdo (Agreement): se refiere al nivel de acuerdo alcanzado entre las partes interesadas, acerca de los requisitos conocidos. Cada uno de los involucrados tienen sus propias necesidades y expectativas del sistema, consecuentemente surgen conflictos, que deben ser resueltos mediante consensos o con decisiones bien fundamentadas, de esta manera se minimizará el riesgo de fracaso del sistema y que al momento de la entrega – recepción el cliente no se encuentre satisfecho con el servicio

y producto recibidos; en otras palabras, es necesario llegar a consensos y es en este momento que se vuelve crítica la participación de los stakeholders.

2.1.6.3 Representación (Representation): esta dimensión se ocupa de documentar, con el grado de formalismo adecuado, la representación del conocimiento alcanzado de los requerimientos. Por lo general, la documentación desarrollada en las fases iniciales de la ingeniería de requisitos es informal, ya sea como: una nota, boceto, dibujo, o manuscrito; posteriormente, los requisitos se documentan y se especifican de acuerdo a los formatos y normas definidas.

2.1.7 Proceso de Ingeniería de Requisitos

El proceso de requisitos de software, es un proceso iterativo e incremental, mediante el cual se logran identificar, documentar y gestionar los requisitos del producto software.

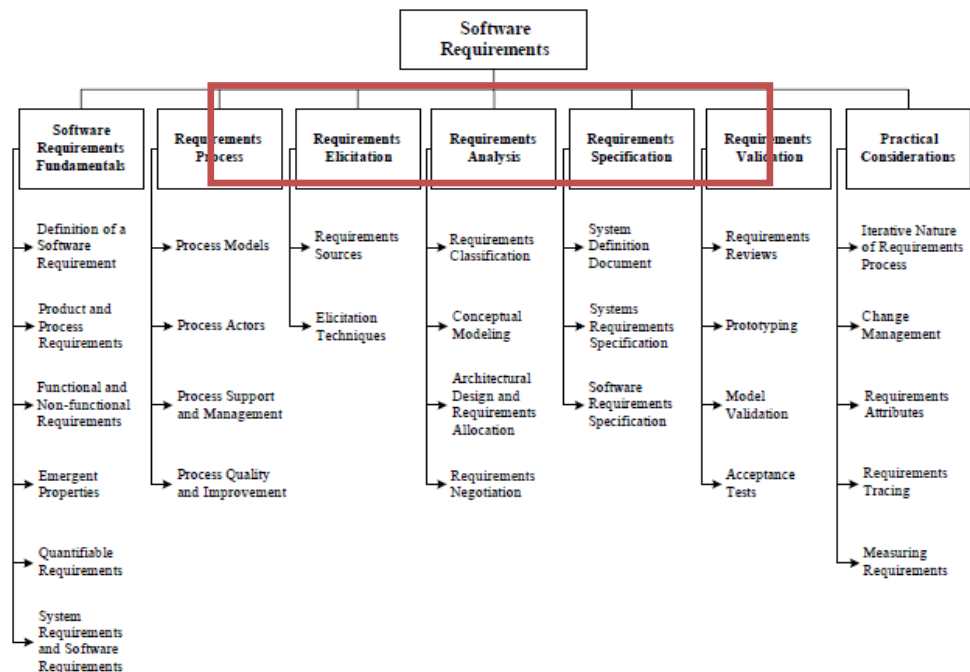


Figura 2.2: Temas del área de conocimiento Requisitos del Software (IEEE Computer Society, 2004)

En la Figura 2.2, se pueden apreciar los tópicos que propone el “*Software Engineering Body of Knowledge – SWEBOK*” (IEEE Computer Society, 2004) para el área de conocimiento de Requisitos del Software. De éste se puede inferir que las fases genéricas del proceso son: Elicitación, Análisis, Especificación y Validación.

2.1.7.1 Elicitación de requisitos: Esta es una actividad fundamentalmente humana. También se la conoce como “captura de requisitos”, “descubrimiento de requisitos” o “adquisición de requisitos”. En esta fase se cumplen las siguientes actividades:

- Comprender el problema que resolverá el software
- Identificar a los involucrados

Es importante que el especialista en requisitos tenga la capacidad de comunicarse eficazmente ya que debe mediar entre los involucrados y armonizar las necesidades que se originan en los diferentes niveles de la organización.

2.1.7.2 Análisis de requisitos: En la elicitación se recolectó información, parte de ella no constituyen verdaderos requisitos, en el análisis se deben realizar las actividades tendientes a asegurar la calidad de los mismos, lo cual constituye una tarea compleja, ya que los requisitos deben responder a las diversas visiones de los actores, a los diferentes niveles de la organización y al entorno con el que interactuará y en el cual operará. Entre los objetivos que se persiguen en esta fase están:

- *Determinar la información útil:* Resulta muy beneficioso en esta fase clasificar la información, separando aquella que verdaderamente constituye una

característica deseable del producto software que se desarrollará, de aquella que no lo es.

- Gestionar el conocimiento del dominio del problema: mediante un proceso claramente definido llegar a que todos los involucrados, esto es: clientes, usuarios y personal técnico tengan el mismo nivel de conocimiento del producto a desarrollar, tanto de la parte funcional, como de los aspectos no funcionales.
- Detectar conflictos en los requisitos: Debido a que la información proviene de distintas fuentes, se pueden presentar contradicciones o ambigüedades, las cuales deberán resolverse oportunamente aplicando las técnicas necesarias para este fin.
- Establecer las bases para el diseño: los modelos conceptuales utilizados en el análisis resultan una importante guía para el desarrollo de los modelos del sistema.

2.1.7.3 Especificación de requisitos: En esta fase se documentan los requisitos resultantes del análisis. El resultado es un documento llamado especificación de requisitos del software, las buenas prácticas recomiendan seguir una norma para el desarrollo de este documento, por ejemplo la norma IEEE 830, la cual indica las características que debe cumplir cada requisito.

2.1.7.4 Verificación y validación de requisitos: En esta fase los involucrados revisan los productos obtenidos, verifican que reflejen sus expectativas y necesidades, que se exprese claramente y defina el producto deseado, a fin de que se cuente con una base sólida para las siguientes fases del proceso de desarrollo.

2.1.8 Técnicas de análisis de requisitos

Algunas de las técnicas que se utilizan para el análisis de requisitos se describen a continuación:

2.1.8.1 Modelo conceptual: Se caracterizan porque favorecen la comprensión de las necesidades del usuario y de los requisitos del software. Describen el entorno que rodea al software, esto es: datos, tareas, reglas del negocio.

2.1.8.2 Checklist de análisis: Se puede utilizar para cualquier tipo de sistema. Consiste en un conjunto de preguntas que son planteadas por el analista y se refieren a los criterios o atributos de calidad de los requisitos. El objetivo que se persigue es localizar y comunicar los errores en la descripción de los requisitos.

2.1.8.3 Matriz de interacción: Al igual que la técnica anterior, se puede utilizar para cualquier tipo de sistema y consiste en una matriz de doble entrada, donde se comparan todos los requisitos entre sí, permitiendo de esta manera detectar contradicciones o conflictos entre los mismos.

2.1.9. Características de la Especificación de Requerimientos de Software

El objetivo del análisis de requisitos es garantizar la calidad de los mismos. Los requisitos poseen una calidad adecuada cuando cumplen con los criterios o atributos establecidos, esto es: no ambigüedad, completitud, corrección, comprensibilidad, verificabilidad, entre otros, los cuales se encuentran descritos en (IEEE, 1998), esta norma determina las características deseables de una buena especificación de

requerimientos del software (ERS). Si bien la norma establece los atributos que debe cumplir el documento de ERS, como tal, también la mayoría de ellos son aplicables a cada requisito, de manera individual.

Correcto: Debe reflejar las necesidades reales de los involucrados.

No Ambiguo: Debe estar expresado de manera que tenga una única interpretación.

Completo: se refiere al conjunto de requisitos y debe incluir todos los requisitos significativos del software (relacionados con la funcionalidad, ejecución, diseño, atributos de calidad o interfaces externas).

Verificable: Debe garantizar que existe algún proceso no costoso por el cual una persona o una máquina puedan chequear que el software satisface cada requerimiento.

Consistente: Una ERS es consistente si y sólo si, ningún conjunto de requisitos descritos en ella son contradictorios o entran en conflicto.

Clasificado: Los requisitos deben estar clasificados, ya sea por importancia, estabilidad u otros criterios.

Modificable: Debe garantizar que cualquier cambio puede realizarse de manera fácil, completa y consistente.

Trazable: Debe permitir identificar las referencias hacia atrás, esto es el origen y hacia adelante, cuando un requisito se desglosa o deriva de otro requisito. Estas referencias son especialmente importantes, para el mantenimiento del software y evitar la degradación del mismo.

Mantenible: Deben estar expresados de tal manera que sean utilizables durante las tareas de mantenimiento y uso, lo cual supone una correcta documentación.

2.1.10 Tipos de Requisitos

De las múltiples propuestas que se han planteado para la clasificación de los requisitos, se tomó aquella que considera tres dominios: por el ámbito, por la característica y por la audiencia (Gómez, 2011), como se aprecia en la Figura 2.3.

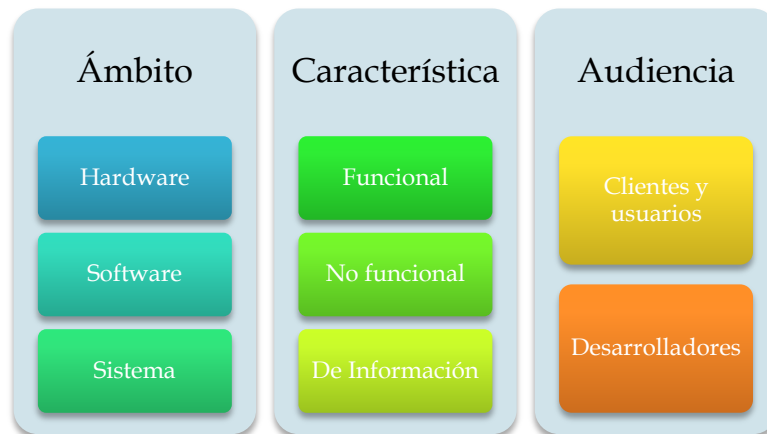


Figura 2.3: Clasificación de los requisitos

2.1.10.1 Requisitos Funcionales

Son declaraciones detalladas de los servicios que el sistema debería proporcionar. Los requisitos funcionales de un sistema, deben describir claramente cada una de las funciones que el sistema proveerá. Constituyen una parte crucial del documento de especificación de requisitos del software.

2.1.10.2 Requisitos No Funcionales

Los requisitos no funcionales son las características de un sistema, las cuales no se pueden expresar como funciones, se refieren a aspectos relativos a los atributos de calidad del producto, como por ejemplo: los requisitos de: mantenibilidad, portabilidad, facilidad de uso, el número máximo de usuarios simultáneos, el tiempo y rendimiento. Los requisitos no funcionales también pueden incluir características de fiabilidad,

precisión de los resultados, interfaz hombre-máquina o limitaciones en la implementación del sistema.

Los requisitos no funcionales son a menudo críticos, ya que el incumplimiento de alguno de ellos puede ser considerado como un fallo y por lo tanto, el cliente puede considerarlo como un sistema inaceptable.

Los requisitos no funcionales son obligaciones no negociables que deben ser soportadas por el sistema. La norma IEEE 830 detalla cuatro tipos de requisitos no funcionales:

- Requisitos de interfaz externa
- Requisitos de desempeño
- Restricciones
- Atributos de software del sistema

2.1.10.3 Requisitos de Información

Los requisitos de información son formas especializadas de requisitos, constituyen declaraciones de la forma en que guardará la información. Por ejemplo: el sistema guardará información de los afiliados: cédula de identidad, nombre, etc.

2.1.10.4 Requisitos de Clientes y Usuarios

Los requisitos de clientes y usuarios son los proporcionados por el cliente al inicio de del desarrollo de software. Pueden estar especificados en, en una solicitud de información, propuesta o cotización o en una declaración de trabajo, también conocida como SOW de las siglas “Statement of Work”.

2.1.10.5 Requisitos de Desarrolladores

Los requisitos reales deben ser establecidos por los desarrolladores y deben garantizar que reflejan las necesidades y expectativas comprobadas de los usuarios para un determinado sistema.

Los requisitos deben ser filtrados por un proceso de clarificación de su significado mediante un esfuerzo conjunto de: clientes, usuarios y el personal técnico. Por su parte los clientes y los usuarios necesitan el apoyo de profesionales técnicamente capacitados y con experiencia, para garantizar una comunicación eficaz. Los desarrolladores necesitan tener esa comprensión de manera que la solución que definan responda a las necesidades de todos los involucrados. Los malentendidos agregan al proyecto esfuerzo inútil y retrabajo.

Si bien unos requisitos son fácilmente identificados en las fases iniciales, otros resultan "incognoscibles" en el comienzo de un esfuerzo de desarrollo, ya que se ven afectados por las nuevas capacidades que se incluirá en el nuevo sistema. Esto sugiere la necesidad de planificar los nuevos requisitos y mantener un adecuado control de cambios para proporcionar un grado de flexibilidad.

La identificación de las necesidades reales requiere un proceso iterativo e incremental, con el apoyo de: prácticas eficaces, procesos, mecanismos, métodos, técnicas y herramientas.

2.1.11 Características de los ingenieros de requisitos

Para (Young, 2004) el ingeniero de requisitos debe tener las siguientes características: capacidad para trabajar de manera colaborativa, capacidad para trabajar efectivamente con clientes y usuarios en la gestión del cambio de nuevos

requerimientos, aptitud para investigar nuevas tecnologías; características y habilidades que le permitirán tener un desempeño adecuado. A continuación un detalle de las mismas:

2.1.11.1 Capacidad para trabajar de manera colaborativa

Únicamente mediante el trabajo colaborativo entre clientes, usuarios, arquitectos de sistemas y diseñadores, es posible identificar los requerimientos reales de un sistema.

El principal problema que debe afrontar la IR, es la dificultad de identificar los requerimientos reales antes de iniciar las actividades del desarrollo de sistemas. Una práctica común del personal informático es apresurarse e iniciar tempranamente el trabajo de programación, constituyéndose en la causa raíz de retrabajo. Al respecto, el ingeniero de requisitos necesita tomar más conciencia y definir una estrategia para desterrarla. Para enfrentar este problema, se sugiere articular los requisitos iniciales de los clientes y usuarios con los objetivos del negocio y buscar la evolución de los mismos, de tal manera de conseguir los requisitos reales y priorizar las necesidades del sistema.

Las actividades relacionadas con el desarrollo de este trabajo son:

- Identificar las principales necesidades de los clientes y usuarios.
- Estudiar los objetivos del negocio para el sistema propuesto.
- Colaborar con los clientes y usuarios, propiciando un entorno cooperativo de trabajo y usar las herramientas tecnológicas correspondientes.
- Involucrar a arquitectos de sistemas en el desarrollo de los sistemas, iterando los requerimientos propuestos.

- Documentar utilizando diagrama de flujos de alto nivel, Integration Definition for Function Modeling (IDEF0) y diagramas de casos de uso de alto nivel.

2.1.11.2 Capacidad para trabajar efectivamente con clientes y usuarios en la gestión del cambio de nuevos requerimientos

Para que el proyecto esté bajo control, es imperativo gestionar los cambios. Este es un elemento crítico para el éxito del proyecto. Los datos de la industria indican que el 20% de los cambios en los requerimientos, duplicarán el costo del desarrollo del proyecto, por lo tanto, sin un efectivo mecanismo de control de cambios de los requerimientos, el proyecto estará fuera de control en términos de agenda y de costos, consecuentemente se deben considerar las siguientes acciones:

- La importancia de control de cambios de los requerimientos deberá ser explicada a clientes, usuarios y desarrolladores.
- Los desarrolladores deben ser capacitados para no aceptar cambios de requisitos no autorizados.
- Todos los pedidos de cambios, deben ser canalizados por el control de cambios, sin importar lo triviales que sean.
- El mecanismo de control de cambios debe contar con un equipo conjunto que incluya personas con capacidad de tomar decisiones que representen a clientes y desarrolladores.
- Asegurarse que el contrato provee tiempo adicional y presupuesto para todos los cambios. Este es un mecanismo para mantener buenas relaciones a lo largo del contrato. Los cambios cuestan tiempo y dinero. Esto debe ser reconocido y reflejado en el contrato.

2.1.11.3 Aptitud para investigar nuevas tecnologías

El equipo que realice el análisis de requisitos podría desempeñarse de mejor manera si está al tanto de la evolución de las herramientas tecnológicas actuales y cómo sus bondades pueden aprovecharse en la mejora del trabajo. También puede resultar beneficioso incorporar diseñadores de sistemas que revisen los requisitos, costos y agenda, así también considerar el uso de estudios técnicos para desarrollar alternativas. Es importante mantener al cliente involucrado en estas actividades, de tal manera que cuando sea necesario, el cliente estará dispuesto a trabajar con el equipo, para realizar recomendaciones y tomar decisiones en conjunto.

2.2. GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO

2.2.1 Relación entre dato, información, conocimiento y sabiduría

Para comprender la relación existente entre estos cuatro conceptos se ha tomado un gráfico propuesto por (Shedroff N. , 2004) quien presenta de una manera didáctica la interrelación existente entre los mismos y así se puede apreciar que la sabiduría se deriva del conocimiento, el conocimiento se deriva de la información, así como la información se deriva de los datos.

Para que los datos puedan convertirse en información es necesario que pasen por un proceso de transformación que les proporcione sentido y utilidad. En este proceso se les proporciona un contexto, se organizan, clasifican. Para que la información pueda convertirse en conocimiento debe intervenir la persona conocedora con sus experiencia y vivencias, darle sentido y utilidad a la información y provocar acciones. Una vez que los conocimientos se han sometido a procesos de evaluación e interpretación, se puede

decir que es sabiduría; se trata de un meta-conocimiento que se construye en base a los procesos personales de contemplación, evaluación, retrospección e interpretación.

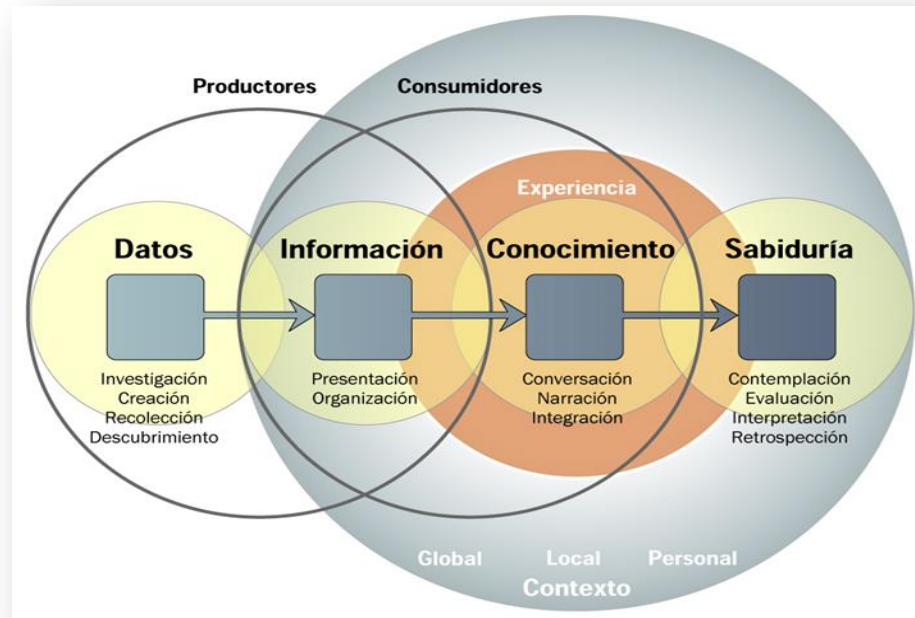


Figura 2.4: Relación entre datos, información, conocimiento y sabiduría. (Shedroff N. , 2004)

2.2.2 Definición de conocimiento

Alvin Toffler (Toffler, 1993) en su obra “La tercera ola”, puntualiza que a lo largo de la historia, cada era ha señalado un elemento determinante del desarrollo, actualmente, en la sociedad postindustrial, es el conocimiento. El conocimiento como proceso humano dinámico, requiere de la persona concedora, y como proceso colectivo requiere de las interrelaciones entre grupos y comunidades, medios y una estructura de relaciones sociales que posibiliten su utilización.

En (Del Moral, Pazos, Rodríguez, Rodríguez-Patón, & Sonia, 2007) se presenta un compendio de definiciones de varios autores.

Tabla 2.1 Definiciones de conocimiento

| Autor, (año) | Descripción |
|-----------------------------------|--|
| Sowa (1984) | El conocimiento acompaña las restricciones implícitas y explícitas establecidas sobre objetos y entidades, operaciones y relaciones junto con heurísticas generales y específicas, y los procedimientos de inferencia implicados en la situación que está siendo modelizada. |
| Wolf (1990) | Información organizada aplicada a la solución de problemas. |
| Turan (1992) | Información que ha sido organizada y analizada para hacerla entendible y aplicable a la solución de problemas o a la toma de decisiones. |
| Beckman (1977) | Es el razonamiento acerca de la información y los datos para, activamente, permitir efectuar la solución de problemas, toma de decisión, aprendizaje y experiencia. |
| Van der Speck & Spijkevert (1997) | Es el conjunto total de perspicacia, experiencia y procedimientos que se consideran correctos y verdaderos y que por lo tanto guían los pensamientos, los comportamientos y las comunicaciones de las personas. |

Fuente: (Del Moral, Pazos, Rodríguez, Rodríguez-Patón, & Sonia, 2007)

2.2.5 Criterios para Evaluar la Calidad de los Conocimientos

La calidad de los conocimientos depende de sus fuentes y de la forma en que se procesan. Como entrada a un proceso de decisiones, los conocimientos tienen que ser **válidos y útiles** (Del Moral, Pazos, Rodríguez, Rodríguez-Patón, & Sonia, 2007).

2.2.5.1. Validez

Para que un conocimiento sea válido debe cumplir con atributos como: exactitud, consistencia, certidumbre. Evaluar estos atributos puede ser no factible en ciertas ocasiones.

La Gestión del Conocimiento puede y debe contribuir en mejorar la validez de los conocimientos implicados en la toma de decisiones, para el efecto debe: retener los conocimientos exactos, precisar las inconsistencias en los conocimientos, analizar las incertidumbres, estableciendo múltiples conjuntos de conocimientos para diferentes personas y distintos contextos.

2.2.5.2. Utilidad

Los atributos de la utilidad de los conocimientos son: claridad, significado, relevancia e importancia. La utilidad de un conocimiento se puede evaluar únicamente en relación con quien es el conocedor y el problema que se aborda concretamente.

2.2.5.3. Claridad

Concierne a cuánto esfuerzo debe emplear el conocedor en la interpretación de alguna representación de los conocimientos. Si los conocimientos se representan de manera incomprensible, entonces resultan poco útiles.

2.2.5.4. Significado

Naturalmente, lo que es claro para una persona puede resultar indescifrable para otra persona. Un elemento de conocimiento puede ser más significativo para una persona que para otra.

2.2.5.5. Pertinencia

Que sea correspondiente al problema a resolver.

2.2.5.6. Importancia

Actualidad, disponibilidad, trascendencia en el contexto en el que se usa.

2.2.6 Tipos de conocimiento

En la literatura se encuentran varias taxonomías relacionadas con el conocimiento, a continuación la taxonomía propuesta por (Alavi & Leidner, 2001). En la Tabla 2.2 se presenta de manera resumida los tipos de conocimiento y una breve descripción

Tabla 2.2 Taxonomía del conocimiento

| Tipo de conocimiento | Descripción |
|-----------------------------|---|
| Tácito | Conocimiento enraizado en las acciones, experiencias y contextos específicos |
| Tácito cognitivo | Modelos mentales |
| Tácito técnico | Saber hacer aplicable a un trabajo específico |
| Explícito | Conocimiento articulado y generalizado |
| Individual | Conocimiento creado por e inherente al individuo |
| Social | Conocimiento creado por e inherente a la colectividad y a las acciones de grupo |
| Declarativo | Conocer acerca de |
| Procedimental | Conocer el cómo hacer |
| Causal | Conocer el por qué |
| Condicional | Conocer el cuándo |

Fuente: (Encyclopedia of Knowledge Management, 2007)

(Biggs, 2011) clasifica los conocimientos en: declarativo, procedimental, condicional y funcional; a continuación una breve descripción de cada uno.

2.2.6.1 Conocimiento Declarativo

También se lo conoce como conocimiento proposicional o conocimiento de contenido: Se refiere al “saber qué” sobre las cosas, eventos o un tema, se expresa en sistemas de símbolos, generalmente de forma verbal. El conocimiento declarativo es de conocimiento público, con sujeción a reglas de evidencia que hacen que sea verificable, replicable y lógicamente consistente, está en las bibliotecas y los libros de texto y en Internet. Por ejemplo, una clase teórica en la cual el aprendiz interioriza el conocimiento pre-existente de manera significativa. Este conocimiento se incrementa con la investigación.

2.2.6.2 Conocimiento Procedimental

Se enfoca al “saber hacer” y se incrementa con la experiencia, está basado en destrezas y carece de fundamentos declarativos de nivel superior; se trata de seguir rigurosamente las secuencias de las actividades ante determinadas circunstancias.

2.2.6.3 Conocimiento Condicional

Agrega los dos tipos anteriores de conocimiento, busca que la persona conocedora sepa qué, cuándo, por qué y en qué condiciones utilizar el conocimiento para la acción.

2.2.6.4 Conocimiento Funcional

Incorpora el conocimiento declarativo, procedimental y condicional. Se basa en actuaciones fundamentadas en la comprensión para resolver problemas. El conocimiento funcional requiere un sólido fundamento declarativo, saber cómo, cuándo, por qué y en qué condiciones de aplica para resolver problemas. El aprendiz participa activamente al aplicar el conocimiento en la práctica, utiliza la teoría para fundamentar sus decisiones sobre lo que debe hacer en su contexto. Se incrementa con la experiencia.

Para (Nonaka & Takeuchi, 1995), desde la perspectiva epistemológica el conocimiento se clasifica en tácito y explícito.

2.2.6.5 Conocimiento Tácito

Este tipo de conocimiento no es fácilmente visible ni expresable, está formado por las habilidades técnicas (know how) y por las dimensiones cognitivas: modelos mentales, costumbres y creencias arraizadas en las personas.

Para (Leonard & Sensiper, 1998) el conocimiento tácito es la capacidad de la mente humana para dar sentido al conjunto de experiencias vividas y para conectar pautas desde el pasado al presente y al futuro. Es el conocimiento semiconsciente o inconsciente, presente en la mente y en el ser de las personas. El conocimiento tácito se encuentra enraizado en la experiencia. Polanyi resume el fundamento del conocimiento tácito en la frase "sabemos más de lo que podemos decir". El conocimiento tácito también se puede diferenciar entre individual y colectivo, este último se construye en la comunidad a lo largo del tiempo, mediante las interacciones entre los individuos que la conforman.

2.2.6.6 Conocimiento Explícito

Es aquel que puede ser expresado mediante palabras, números, gráficos, se encuentra estructurado y esquematizado: facilitando su comunicación, difusión y transmisión, ya sea en forma de datos, fórmulas u otros. Es el conocimiento almacenado en medios físicos, también se conoce como "conocimiento codificado" y se puede expresar con palabras, por lo que es fácil de transmitir y almacenar. Se presume que entre el 15 y 20 % del conocimiento que se tiene individualmente o en una empresa,

suele resultar valioso y está capturado y codificado en forma de libros, bases de datos, videos y otros medios.

(Leonard & Sensiper, 1998) Proponen un “continuo del conocimiento, en un extremo se encuentra el conocimiento completamente tácito, en el extremo opuesto, se encuentra el conocimiento completamente explícito, es decir el conocimiento codificado, estructurado y accesible a personas distintas de las que lo generaron. La mayoría del conocimiento se sitúa entre estos dos extremos. Los elementos explícitos son objetivos y racionales; mientras que los elementos tácitos son subjetivos y basados en la experiencia. En la Figura 2.5 se representa el continuo del conocimiento.



Figura 2.5: Continuo del conocimiento

2.2.7 Definición de Gestión del Conocimiento

A continuación algunas definiciones revisadas en la literatura sobre gestión del conocimiento.

Para (Núñez Paula, 2002) la gestión del conocimiento no es una actividad natural o innata de los miembros de una organización, es la gerencia quien debe propiciar e inspirar para que la organización cultive y explote su conocimiento.

“La Gestión del Conocimiento (GC) es un enfoque gerencial (no una tarea más), orientado a crear una cultura de la organización en la cual se aprende como modo de ser

en la solución de cada oportunidad y de cada problema, abordado en equipos, con comunicación abierta y fluida, en un clima de confianza, optimismo, autoestima, satisfacción, sentido de identidad y de pertenencia, y otras capacidades, valores y principios más específicos...” (Núñez Paula, 2002).

Un aporte de (Garvin, 1998) es la identificación de las fases de la gestión del conocimiento y enfatiza que su objetivo es transformar a la empresa en una organización inteligente.

“La gestión del conocimiento obtiene y comparte bienes intelectuales, con el objetivo de conseguir resultados óptimos en términos de productividad y capacidad de innovación de las empresas. Es un proceso que engloba generar, recoger, asimilar y aprovechar el conocimiento con vistas a generar una empresa más inteligente y competitiva” (Garvin, 1998).

Víctor Izunza (Izunza, 2010) indica que el conocimiento puede residir en cualquier lugar y precisa las actividades para gestionar el conocimiento.

“Proceso de identificación y captura de la pericia colectiva de una compañía cualquiera que sea el lugar donde resida (bases de datos, papel o cabeza de las personas) y su distribución hacia cualquier lugar donde ayude a producir los mejores resultados. Tiene por finalidad capturar, administrar, clasificar y estudiar el conocimiento generado en la organización”.

(Soto y Barrios, 2006) en su definición de la Gestión del Conocimiento destacan la necesidad de contar con recursos humanos, información y tecnología, como los recursos que posibilitan su ejecución.

“La gestión del conocimiento es un proceso integrador en que convergen la gestión de información, la tecnología y los recursos humanos que implica el perfeccionamiento de los procesos y el uso intensivo de tecnologías”.

En (Hinojosa, 2011), se recalca que la gestión del conocimiento es un proceso cíclico, el cual mediante iteraciones permite incrementar el conocimiento.

“La gestión del conocimiento es un proceso iterativo e incremental mediante el cual se: captura, analiza, almacena, organiza y difunde el conocimiento con el fin de mejorar una la organización, un proceso o una comunidad en general”.

Los autores (Tissen, Andriessen, & Lekanne, 2000) clasifican la gestión del conocimiento en funcional y estratégica:

“Gestión funcional del conocimiento: las compañías, conscientes de la necesidad de distribuir información en la organización, están empleando una serie de técnicas de gestión funcional del conocimiento con la principal preocupación de conectar a las personas con el sistema que se utiliza para la distribución y la transferencia de conocimiento.

Gestión estratégica del conocimiento: establece un equilibrio del conocimiento de una compañía con su estrategia empresarial prestando atención al impacto de la informática y a la necesidad de diseñar la estructura de la organización en conformidad”.

Con estos aportes se propone una definición de la Gestión del Conocimiento.

La gestión del conocimiento es un proceso de responsabilidad de la alta gerencia, la cual debe propiciar ambientes que atraigan y sostengan la creación, uso y accesibilidad del nuevo conocimiento, con el fin de que se ahorre tiempo, se mejore la productividad, propicie la innovación y apoye a la gestión de procesos. Este conocimiento puede ser tácito o explícito, también se lo puede encontrar en forma de “buenas prácticas” o “lecciones aprendidas”.

2.2.7 Proceso de Gestión del Conocimiento

No existe un acuerdo entre los estudiosos de la gestión del conocimiento, sobre el proceso a seguir en esta disciplina, (Al-Ghassani, Carrillo, & Anumba, 2001) realiza

un resumen de los subprocesos que comprende la gestión del conocimiento, según varios autores, como se puede ver en la Tabla 2.3.

La gestión del conocimiento es un proceso cíclico, mediante el cual se: captura, analiza, almacena, organiza, difunde y se crea nuevo conocimiento con el fin de mejorar una organización o una comunidad. Mejora la accesibilidad al conocimiento y la información por parte de los miembros de la organización y con ello el proceso de aprendizaje y facilita un proceso de colaboración e investigación constante. Es de responsabilidad de la alta gerencia o del líder del proyecto.

Tabla 2.3 Subprocesos de la gestión del conocimiento, según varios autores

| Autor, año | Subprocesos | | | | |
|--------------------------|----------------------------------|---------------------------|---------------|-------------------|----------------|
| Ruggles, 1997 | Generación | Codificación | Transferencia | | |
| Davenport & Prusak, 1998 | Generación | Codificación | Uso | Transferencia | |
| Jackson, 1998 | Recolección | Almacena- miento | Comunicación | Disemina- ción | Síntesis |
| Garvin, 1998 | Generar | Recoger | Asimilar | Aprovechar | |
| Laudon & Laudon, 1998 | Creación | Captura y codificación | Distribución | Compartir | |
| Patel et al, 2000 | Generación | Representa- ción | Recuperación | Compartir | |
| Anumba et al, 2001 | Obtener nuevo conocimiento | Ubicar y accesar | Transferir | Mantener | Modifi- car |
| Hinojosa, 2011 | Capturar | Analizar | Almacenar | Organizar | Difundir |

Fuente: Modificado de (Al-Ghassani, Carrillo, & Anumba, 2001)

En base a los aportes de los autores y a la definición formulada, se representa de manera gráfica la gestión del conocimiento en la Figura 2.6.

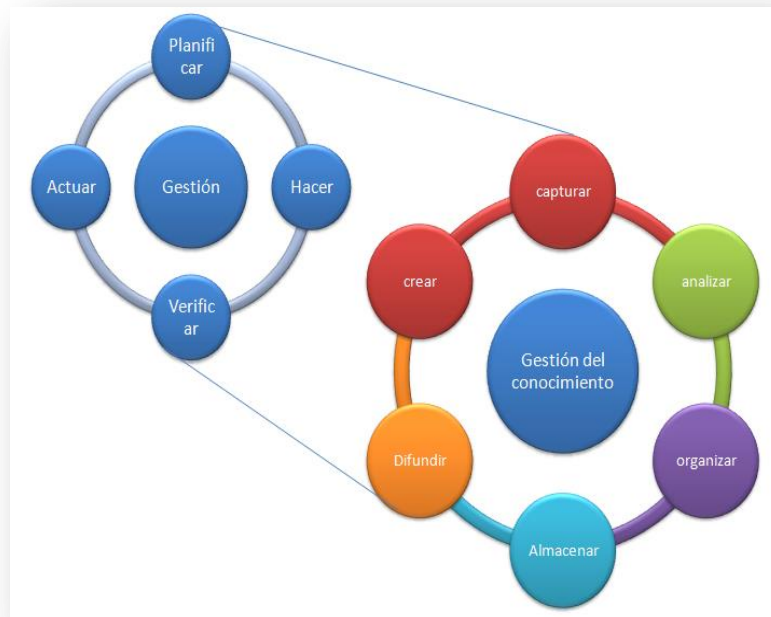


Figura 2.6: Fases de la gestión del conocimiento

En el esquema se presentan las fases de una propuesta para la gestión del conocimiento, en la que se integran ciclo de la mejora continua “P-H-V-A”, planificar, hacer, verificar, actuar; ideado por Shewhart y divulgado por Edward Deming (GONZÁLEZ, DOMINGO, & SEBASTIÁN, 2013); con las fases de la gestión del conocimiento.

Este ciclo propicia la mejora continua de los procesos, su implementación contribuye a una mejora integral incrementando continuamente la calidad. En este caso particular, se espera que mediante su aplicación se mejoren los conocimientos obtenidos a través del proceso de la gestión del conocimiento.

2.2.8 Modelo SECI de Nonaka y Takeuchi

De acuerdo a (Nonaka & Takeuchi, 1995), indican que el conocimiento se crea mediante una espiral de transformación del mismo, este proceso integra las interacciones entre la dimensión epistemológica: conocimiento tácito y explícito; y la dimensión ontológica: individuo, grupo, organización e inter-organizaciones.

La interrelación entre las citadas dimensiones da lugar a un espiral ascendente, en el que los individuos, grupos, organizaciones amplían, extienden y transforman sus propios conocimientos. Este proceso consta de cuatro fases: socialización, externalización, combinación e internalización, las cuales se pueden apreciar en la Figura 2.7.

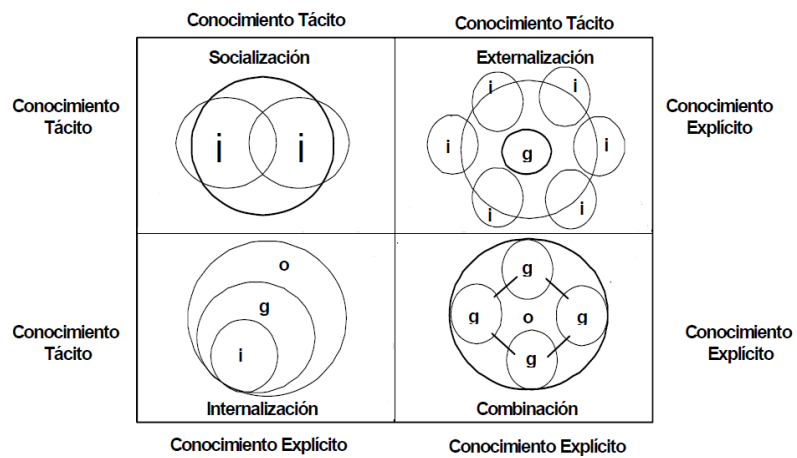


Figura 2.7: Fases para la creación de conocimiento (Nonaka & Takeuchi, 1995)

La espiral inicia, con el individuo que a través de la experiencia crea conocimiento tácito, éste se conceptualiza, mediante técnicas deductivas e inductivas convirtiéndolo en explícito individual. Mediante la recopilación, reflexión y síntesis lo comparte convirtiéndose en conocimiento explícito social. En la fase de internalización,

se comparten las experiencias comunes, transformando el conocimiento explícito social en tácito individual, de esta manera, las organizaciones y las personas que las conforman amplían y transforman su conocimiento.

- **Socialización:** En esta fase hay transferencia de conocimiento, de tácito a tácito, se produce cuando se comparten experiencias e información. Se da cuando las personas comunican el conocimiento tácito. Dentro de este proceso, el compartir conocimiento se lleva a cabo sin producir conocimiento explícito mediante una comunicación “cara-a-cara”.

- **Externalización:** En esta fase hay conversión de conocimiento, de tácito a explícito. Un ejemplo de esta conversión es la creación de conocimiento organizacional. Toma forma de metáforas, analogías, conceptos, hipótesis o modelos, por ejemplo manuales de procesos o procedimientos, los cuales mediante lenguaje simbólico expresan ideas y conocimiento.

- **Combinación:** En esta fase hay creación de conocimiento, de explícito a explícito. Las personas utilizan el conocimiento explícito existente clasificando, agregando, suprimiendo, reordenando, recategorizándolo, dando lugar a nuevo conocimiento.

- **Internalización:** en esta fase hay transferencia de conocimiento explícito a conocimiento tácito. Se produce cuando las personas asimilan e incorporan el conocimiento que se encuentra explícito. Este proceso está relacionado con el aprendizaje a través de la práctica. Existen varias estrategias que propician la interiorización del conocimiento, una ellas los modelos mentales.

En este contexto, es importante que todos los miembros de una organización estén dispuestos a compartir su conocimiento para poder incrementar el proceso de aprendizaje organizacional. Es preciso que todos los miembros de la organización (subordinados y superiores) compartan responsabilidades para poder construir la base del conocimiento (Riesco González, 2006) .

2.3 CASO DE ESTUDIO

Para (Runeson, Host, Rainer, & Regnell, 2012) el “caso de estudio” es el análisis de la particularidad y complejidad de un caso singular, para llegar a comprender su actividad o comportamiento en circunstancias importantes. Es un método empírico orientado a investigar los fenómenos contemporáneos en su contexto.

Sus características son: la frontera entre el fenómeno y su contexto pueden ser poco claras, la información puede ser recolectada de pocas entidades (personas, grupos, organizaciones). Además en este método falta control experimental.

La investigación-acción está estrechamente relacionada con el método de investigación “caso de estudio”, con el propósito de "influir o cambiar algún aspecto de lo que es el foco de la investigación." Más estrictamente, un caso de estudio es puramente observacional, mientras que la investigación-acción se centra y participa en la mejora del proceso de cambio. En la mejora del proceso de software y estudios de transferencia tecnológica, el método de investigación puede ser caracterizado como investigación – acción, si el investigador participa activamente en las mejoras.

El investigador cualitativo destaca las diferencias sutiles, la secuencia de los acontecimientos en su contexto, la globalidad y las situaciones personales.

Sin embargo, cuando se estudian los efectos de un cambio, por ejemplo en pre y post eventos estudiados, clasificamos la metodología como un caso de estudio.

El caso es algo específico, es algo complejo, en funcionamiento, el caso es un sistema integrado. Un caso de estudio puede contener elementos de otros métodos de investigación, por ejemplo una encuesta puede ser conducida dentro de un caso de estudio, una investigación bibliográfica puede preceder a un caso de estudio y el análisis de archivos puede ser parte de la colección de datos. El método etnográfico como entrevistas y observación son principalmente usados para la recolección de datos en los casos de estudio. Los estudios etnográficos suelen ser considerados como un tipo especializado de casos de estudios con enfoques en las prácticas culturales, o estudios de larga duración con una gran cantidad de observadores participantes.

Las características de un caso de estudio son:

- Es un método de investigación flexible que afronta las características y complejas de los fenómenos del mundo real, como en la ingeniería de software.
- Sus conclusiones se basan en evidencias cualitativas o cuantitativas, recolectadas de diversas fuentes, de una manera consistente y planificada.
- Beneficia el desarrollo de las teorías previas, las que guían la recolección y análisis de datos.

Un caso de estudio nunca proveerá conclusiones con significancia estadística. Contrariamente, suministrará otra clase de evidencia: figuras, declaraciones, documentos vinculados entre sí, los cuales soportan una fuerte y relevante conclusión.

CAPÍTULO 3

TÉCNICA PARA EL ANÁLISIS DE REQUISITOS BASADA EN LA GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO

3.1 INTRODUCCIÓN

Como se puede apreciar en el marco teórico, capítulo 2, la ingeniería de requisitos, es una actividad crítica y de alto impacto en los proyectos de desarrollo de software. Se deben conjugar varios elementos que garanticen el éxito de esta fase, entre ellos, la metodología, las técnicas, las herramientas que se usan y de manera especial el compromiso y la participación de todos los involucrados.

Llegar a conocer las necesidades y expectativas del cliente y los usuarios para desarrollar un bien lógico y cuya elaboración demanda exclusivamente trabajo intelectual es una tarea altamente compleja, por lo que se ha creído conveniente apoyarse en la gestión del conocimiento a fin de mejorar la calidad de los requisitos, obtenidos en esta fase.

3.2 ANÁLISIS COMPARATIVO

En este punto se realiza un análisis comparativo de los atributos de calidad de los requisitos y de los conocimientos, así también, se estudia rigurosamente los procesos genéricos de la Ingeniería de Requisitos y Gestión del Conocimiento, con el fin de determinar las similitudes y diferencias de los mismos.

3.2.1 Análisis de los atributos de calidad

Uno de los factores críticos para la toma de decisiones y la solución de problemas en general, es la calidad de los conocimientos. La calidad de los conocimientos depende de las fuentes y de la manera en que se procesa la información. A la hora de determinar si un conocimiento es de calidad, se deben evaluar su utilidad y su validez.

De igual manera para desarrollar un producto software que cumpla con las expectativas de clientes y usuarios, es necesario contar con requisitos de calidad. Para determinar la calidad de los mismos deben ser evaluados varios atributos.

En la Tabla 3.1 se puede apreciar que existe un alto grado de concordancia entre los atributos de calidad de los conocimientos y de los requisitos. Respecto de la validez, tanto conocimientos, como requisitos comparten los mismos atributos. En referencia a la utilidad, los conocimientos y los requisitos coinciden parcialmente, los atributos coincidentes son: exactitud, consistencia, certidumbre, organizado y fácil de usar.

Tabla 3.1 Atributos de calidad de los conocimientos y los requisitos de software

| ATRIBUTOS | | |
|--------------|----------------------------------|-------------------------------------|
| Conocimiento | | Requisito |
| Validez | Exacto | No ambiguo |
| | Consistente | Consistente |
| | Cierto / verdadero | Correcto / verificable |
| Utilidad | Organizado | Clasificado |
| | Fácil de usar | Trazable / modificable / mantenible |
| | Claro (facilidad de comprensión) | |
| | Pertinente | Completo |
| | Disponible | |

Fuente: Autoría propia

Los conocimientos adicionalmente especifican como atributos para la calidad de los mismos: claridad, pertinencia, y disponibilidad y para los requisitos se agrega completitud.

- *Claridad:* Se refiere al esfuerzo que debe emplear el conocedor para comprender un conocimiento. Si se encuentra representado o expresado de manera incomprensible, el conocimiento resulta de poca utilidad.
- *Pertinencia:* Si el conocimiento analizado no es relevante para la solución del problema, o se encuentra fuera de contexto, tampoco es de utilidad.
- *Disponibilidad:* Si un conocimiento no se encuentra disponible, no puede ser usado.

Los atributos de calidad analizados, no solo son relevantes para los conocimientos, también contribuyen a mejorar la calidad de los requisitos. Si un requisito no es claro, pertinente y disponible, tampoco podrá considerarse como un requisito válido y útil.

3.2.2 Análisis de los procesos de la gestión del conocimiento e ingeniería de requisitos

A continuación se analizarán los procesos de las dos disciplinas, en base a las siguientes definiciones las cuales constituyen aproximaciones fundamentadas en el marco teórico del capítulo 2.

La **ingeniería de requisitos** es un proceso cooperativo, iterativo e incremental, en el cual se descubren, analizan, documentan, comunican, validan y gestionan las características o restricciones operativas y funcionales que se esperan del sistema, las

cuales deben ser completas y acordadas entre los involucrados (stakeholders); de tal manera que sean la base para las posteriores fases del desarrollo del sistema.

La **gestión del conocimiento** es un proceso cíclico, mediante el cual se: captura, analiza, almacena, organiza, difunde y crea nuevo conocimiento con el fin de mejorar: procesos, organizaciones o comunidades. Incrementa la accesibilidad al conocimiento y a la información y con ello potencializa procesos de aprendizaje y desarrollo personal, mediante la colaboración e investigación constantes. La gestión del conocimiento es parte de la estrategia organizacional, por lo que demanda el liderazgo de la alta gerencia.

Las dos disciplinas son procesos cíclicos, iterativos e incrementales. Esto es, mediante la repetición se completan y mejoran los productos resultantes. En el caso de la IR, se obtienen los requisitos finales luego de varias iteraciones.

En la Tabla 3.2 se presentan de manera organizada los subprocesos o fases de las dos disciplinas. Para el efecto se han recopilado los términos utilizados por diversos autores. Como se puede apreciar, tanto el proceso de gestión del conocimiento, como el proceso de ingeniería de requisitos tienen un alto grado de coincidencia. Las tres primeras fases son iguales. La cuarta fase difiere en que la gestión del conocimiento incluye la difusión o transferencia del conocimiento y en el proceso de ingeniería de requisitos propone de manera explícita la validación.

Se puede afirmar que los objetos nucleares de las dos disciplinas analizadas, esto es, el conocimiento y los requisitos demandan las mismas características de calidad. Así también, los procesos de la gestión del conocimiento y la ingeniería de requisitos tienen un alto nivel de coincidencia en las fases propuestas.

Tabla 3.2 Comparación de las fases de los procesos de GC e IR

| PROCESOS | | |
|-----------------|-------------------------------------|---------------------------------|
| No. | Gestión del Conocimiento | Ingeniería de Requisitos |
| 1 | Crear / Capturar / recolectar | Descubrir / elicitar / educir |
| 2 | Analizar / Organizar | Analizar |
| 3 | Almacenar / codificar / representar | Documentar / especificar |
| 4 | Difundir / distribuir / transferir | |
| 5 | | Validar |

Fuente: Autoría propia

3.3 DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA

La técnica para el análisis de requisitos basada en la gestión del conocimiento, pretende alcanzar los siguientes objetivos específicos:

- Determinar si la información recolectada en la elicitación es válida y útil
- Gestionar el conocimiento del dominio del problema
- Establecer bases sólidas para el diseño del software

Con el fin de cumplir con los objetivos descritos, se ha diseñado un conjunto de actividades que permitan realizar un tamizaje de los requisitos candidatos, discriminar los verdaderos requisitos de los que no lo son. De esta manera será posible intervenir oportunamente, minimizando el retrabajo y disminuyendo los costos de los proyectos de desarrollo de software.

El análisis de los diferentes elementos considerados en la técnica, propicia desde una perspectiva holística e integradora, la comprensión global del sistema, la reflexión de sus objetivos y cómo cada requisito aporta al cumplimiento de los mismos.

Tabla 3.3 Actividades propuestas para el análisis de requisitos

| Actividades | Resultado |
|--|--|
| Analizar la calidad de las fuentes de información | Matriz informantes, relación con el sistema |
| Analizar el aporte de los requisitos a los objetivos del sistema | Matriz requisitos preliminares - objetivos del sistema |
| Verificar que el conocimiento tácito se ha plasmado en explícito | Mapas conceptuales / mapas mentales |
| Clasificar requisitos según afinidad y prioridad | Lista de requisitos clasificados |
| Difundir el conocimiento | Lista de requisitos conocidos y aprobados por los stakeholders |

Fuente: Autoría propia

De igual manera, la técnica favorece la activa participación de los involucrados o “stakeholders”, esto es: clientes, usuarios y personal técnico, quienes desde las diversas visiones, enriquecerán, clarificarán y compartirán el conocimiento del producto software a desarrollar. A continuación se describe cada una de las actividades.

3.3.1 Analizar las fuentes de información

Tiene por objetivo determinar si se consideraron las fuentes de información pertinentes, verificar si que se han tomado en cuenta a todos los stakeholders, de tal manera que el conjunto de requisitos demuestren unidad y coherencia.

Procedimiento: Utilizando el formato verificación y validación de fuentes de información, que se presenta en la Figura 3.1, se analizará si los roles relevantes fueron considerados en la elicitación de requisitos. En la fila “Roles del sistema” se listan los actores del sistema. En la columna “Informantes” se listan las personas que fueron

entrevistadas o grupos de personas que fueron encuestados. Se analiza la relación de cada informante y se marca con una X en la celda de la intersección. Se analizará si alguno de los roles no ha sido considerado entre los informantes para emprender en las acciones correctivas del caso. De igual manera, si alguno de los roles no corresponde, se revisarán los motivos por los cuales fue considerado como informante.

Luego se procede a analizar la documentación relacionada, esto es, la base legal relacionada y documentos propios del dominio del problema. En este caso se debe registrar el nombre del documento, la ubicación y los argumentos que justifican su análisis.

En el caso de que alguno de los involucrados o “stakeholders” no haya sido considerado, se deberán tomar las acciones correctivas, de igual forma si no se han considerado el análisis de la base legal o documentos relacionados con metodologías de trabajo, normas sobre los procesos que abordará el software, etc.

Los criterios de calidad a los que aporta esta actividad son: exactitud, pertinencia y completitud. Generalmente los analistas no cuentan con un conocimiento profundo del dominio del problema, los futuros usuarios son los expertos de los procesos que el software va a automatizar, por lo que se espera que expresen sus necesidades con los términos exactos de la disciplina y propios de la cultura organizacional, siendo este último un factor importante a la hora de la transición del sistema a los usuarios. Mediante esta actividad también se contribuye a minimizar el riesgo de que los requisitos estén incompletos. La garantía de involucrar a los diferentes actores como informantes aporta a que desde múltiples visiones se han identificado todos los requisitos del sistema.

| Informantes | Actores del sistema | | |
|---------------------|---------------------|------------|------------|
| | <Actor 1> | < Actor 2> | < Actor n> |
| <nombre informante> | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

| Documentación relacionada | Ubicación | Argumentos para considerarla |
|---------------------------|-----------|------------------------------|
| <nombre documento> | | |
| | | |
| | | |
| | | |

| Otras fuentes | Ubicación | Argumentos para considerarla |
|---------------|-----------|------------------------------|
| | | |
| | | |

ANÁLISIS

| Novedades encontradas | Acciones a tomar |
|-----------------------|------------------|
| <novedad detectada> | <acción a tomar> |
| | |

Figura 3.1: Matriz verificación y validación de fuentes de información

3.3.2 Analizar el aporte de los requisitos a los objetivos del sistema

Esta actividad tiene por objetivo determinar que los requisitos son pertinentes y aportan al cumplimiento de los objetivos específicos del software. Se constituye un elemento para el análisis de la completitud de los mismos y permite sugerir una prioridad de implementación.

Procedimiento: Utilizando el formato requisitos / objetivos del sistema, que se presenta en la Figura 3.2, se procede a analizar el nivel de aporte de los requisitos, de esta manera se puede determinar si algún objetivo no ha sido considerado, o también se pueden identificar requisitos que no aporten a los objetivos. En la fila “Requisitos” se listan los mismos. En la columna “Objetivos específicos del sistema” se listan los objetivos que persigue el software. Se analiza la relación de cada requisito con el objetivo y se registra en la celda de la intersección, dependiendo del nivel de correspondencia: 0 = no aplica, 1 = bajo, 2 = medio, 3 = alto. En la columna “Prioridad sugerida”, se registrará la sumatoria de la fila, o de los aportes de cada requisito. Aquellos requisitos que fueron calificados con “no aplica” y que obtuvieron un total de cero, son candidatos para ser revisados y si fuera el caso, ser descartados. Los requisitos con los valores de prioridad sugerida más altos, son los candidatos a ser considerados de mayor importancia para su implementación.

Los criterios de calidad a los que aporta esta actividad son: pertinencia, completitud y organización. Los requisitos deben ser coherentes con los objetivos específicos del software. En caso de que algún requisito no aporte a un objetivo del sistema, se trata de un requisito no válido; por lo tanto debería ser descartado y si un objetivo no tiene requisitos asociados, es un indicador que los requisitos están incompletos. Mediante la prioridad sugerida se contribuye a organizar los requisitos.

| Requisitos preliminares | Objetivos específicos del sistema | | | Prioridad sugerida |
|-------------------------|-----------------------------------|----------|----------|--------------------|
| | <Obj. 1> | <Obj. 2> | <Obj. n> | |
| <código del requisito> | <valor> | <valor> | <valor> | <∑ fila> |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

0 = No aplica 1 = Bajo 2 = Medio 3 = Alto

ANÁLISIS

| Novidades encontradas | Acciones a tomar |
|-----------------------|------------------|
| <novedad detectada> | <acción a tomar> |
| | |

Figura 3.2: Matriz requisitos / objetivos del sistema

3.3.3 Verificar que el conocimiento tácito se ha plasmado en explícito

El objetivo de esta actividad es organizar y clasificar los requisitos, así también facilitar la comunicación y comprensión de los mismos, por parte de los involucrados.

Para este efecto se ha decidido utilizar organizadores gráficos, ya que son una herramienta que aporta al aprendizaje, a la comprensión y a la transmisión de ideas y conocimientos. Mediante el uso de constructores transforman el conocimiento tácito en explícito de una manera visual y simplificada.

Procedimiento: Para esta actividad se propone una plantilla de un mapa conceptual, en la Figura 3.3. Un proceso general para su construcción, en el contexto del análisis de requisitos sería el siguiente:

- El software a desarrollar se considerará el concepto central.

- Se identificará el tema o dominio superior, en este caso viene a ser el sistema mayor del cual es parte el sistema que se está analizando.
- Se procede a identificar los temas principales del software y se los ubica como conceptos principales.
- Los temas secundarios se ubicarán en el segundo nivel.
- De esta manera se desagregarán los temas que corresponden al tercero y cuarto nivel.
- Luego se identificarán las relaciones entre los temas y se colocarán como palabras de enlace.

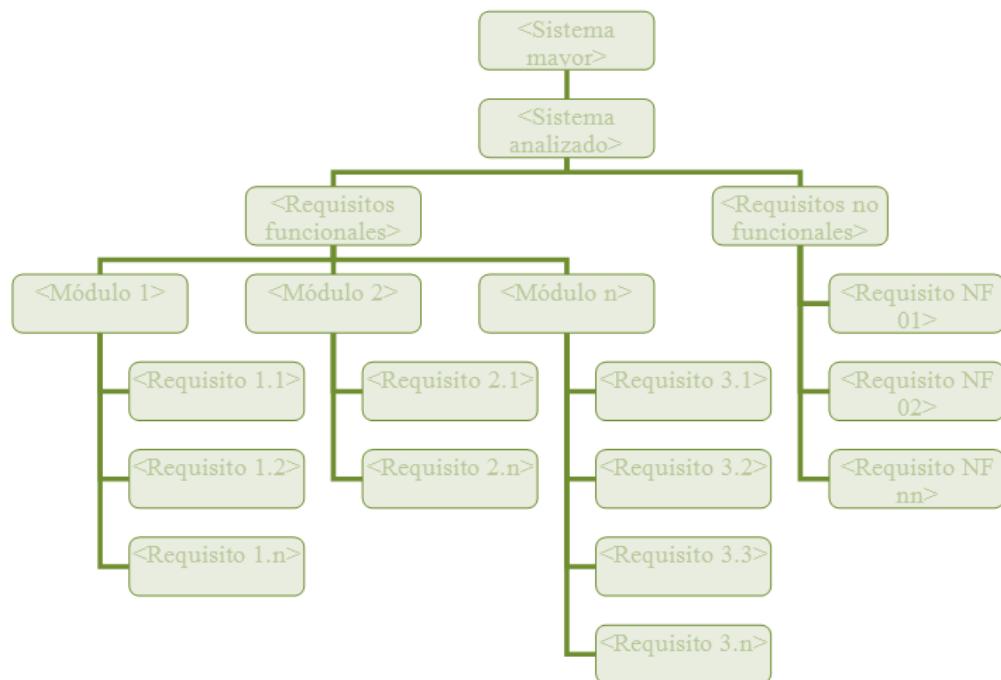


Figura 3.3: Formato mapa conceptual

Esta actividad aporta a mejorar los criterios de calidad: consistencia, completitud, organización. Mediante los mapas conceptuales se facilita visualizar de manera gráfica y abreviada la coherencia entre los diferentes requisitos, es una ayuda

para detectar si los requisitos están completos. En general, los organizadores gráficos contribuyen a identificar la organización del sistema, ubicando los requisitos en los correspondientes niveles. Resultan también de utilidad a la hora de identificar los subsistemas o módulos y las relaciones entre los mismos. De esta manera un organizador gráfico viene a ser una herramienta que transforma el conocimiento tácito en conocimiento explícito, a fin de facilitar la transmisión, procesamiento y almacenamiento del conocimiento.

3.3.4 Clasificar los requisitos por afinidad y prioridad

Esta actividad busca organizar y clasificar los requisitos en consenso con el cliente, a fin de que en la fase de entrega recepción del producto software no existan inconvenientes.

Procedimiento: Se contrasta la información obtenida en la columna “Prioridad sugerida” de la Matriz requisitos / objetivos del sistema (Figura 3.2), con la clasificación generada en el mapa conceptual (Figura 3.3) y en consenso con el cliente, se determina la prioridad de implementación. Así se puede confirmar con los “stakeholders”, aquellos requisitos que realmente se mantienen y si fuera el caso se desecharán aquellos requisitos que no justifican su implementación o no cumplen con los atributos esperados. Se debe recordar que para el cumplimiento de cada requisito, se utilizan recursos y tiempo; por lo tanto se realizará un análisis costo beneficio si es necesario argumentar una decisión. De esta manera se obtiene la lista de requisitos depurados y clasificados por afinidad.

3.3.5 Difundir el conocimiento y retroalimentar

El objetivo de esta actividad es generar conocimiento válido y útil en el contexto del dominio del problema a enfrentar. Aporta a mejorar la disponibilidad de los requisitos. Los requisitos son válidos y útiles cuando se encuentran disponibles para todos los involucrados, de esta manera cada uno puede profundizar en su comprensión y aportar de manera efectiva al proceso en general.

Procedimiento: La lista de requisitos obtenida en la actividad anterior, se debe informar a todos los involucrados, y si fuera el caso utilizando alguna herramienta de la Web 2.0 para obtener sus observaciones y aprobación.

CAPÍTULO 4

DESARROLLO DEL CASO DE ESTUDIO

4.1 Título

Caso de estudio de la evaluación de la técnica para el análisis de requisitos basada en la gestión del conocimiento.

4.2 Autor

Cecilia Milena Hinojosa Raza

4.3 Resumen

El presente caso de estudio se desarrolló con el fin de validar la técnica de análisis de requisitos basada en la gestión del conocimiento, reporta los resultados obtenidos tanto en el ámbito académico, como en el ámbito empresarial.

A. En el ámbito académico, participaron ingenieros principiantes (junior).

La técnica se aplicó a dos proyectos de desarrollo de software.

B. En la empresa auspiciante, participaron ingenieros experimentados (sénior). La técnica se aplicó en dos proyectos, los cuales constituyen módulos que se integrarán con un sistema mayor, desarrollado por la misma empresa y se encuentra en la fase de operación.

La técnica resultó efectiva para el análisis de requisitos en general, los resultados fueron más alentadores en el ámbito académico, por lo que se puede inferir que resultó más beneficiosa para personal principiante.

4.4 Introducción

4.4.1 Planteamiento del problema

Con el fin de determinar el problema de manera precisa, se aplicaron las siguientes técnicas: entrevista al Gerente Técnico, entrevistas semiestructuradas a cuatro líderes de proyecto (ingenieros séniores), análisis de documentación, observación de tareas.

Se identificaron los siguientes problemas originados por el inadecuado proceso de análisis de requisitos:

- Insatisfacción del cliente con el producto software recibido
- Retrabajo
- Retraso en la entrega del producto software
- Incremento de los costo
- Desmotivación del equipo de desarrolladores
- Disminución de la productividad

Se determinaron los siguientes motivos como la causa raíz de los problemas arriba indicados:

- Falta de participación de los usuarios, las personas que entregan los requisitos, no son los usuarios del software.
- Desconocimiento del proceso y de los objetivos por parte de las personas que indican los requisitos.
- Falta de claridad de los requisitos.
- Requisitos incompletos.

- No se toman en cuenta o analizan otros procesos que pueden ser afectados por el sistema.

4.4.2 Objetivos de la investigación

El objetivo principal de la investigación es evaluar la aplicabilidad de la técnica de análisis de requisitos de software basada en la gestión del conocimiento, con el propósito de minimizar errores, desde el punto de vista de varios actores.

La presente investigación se ubica en las categorías de exploratorio – descriptivo. El estudio exploratorio permitió aumentar el grado de familiaridad y obtener información sobre el proceso de requisitos que se está investigando. Se constituyó en la base para el posterior análisis, de los datos obtenidos en la aplicación de la técnica propuesta.

4.4.3 Contexto

El presente caso de estudio se desarrolló en dos ámbitos. En primera instancia se aplicó la técnica, en el ámbito académico, lo cual permitió refinar algunos detalles de los formatos que se diseñaron para el análisis de requisitos; en este ámbito se contó con la participación de ingenieros junior. La técnica se aplicó en dos proyectos, cada uno constituyó una unidad de análisis. Posteriormente se aplicó la técnica en dos proyectos de la empresa auspiciante, con la participación líderes de proyectos experimentados.

4.5 Trabajos relacionados

4.5.1 Trabajos recientes

Si bien existen algunos textos sobre la gestión del conocimiento en la ingeniería de software, en general; no existe una propuesta específica para mejorar el análisis de requisitos en base a la gestión del conocimiento. A nivel del Ecuador no se cuenta con

evidencia bibliográfica que reporte el desarrollo de trabajos relacionados con mejoras al proceso de ingeniería de requisitos, basados en la gestión del conocimiento. Para la empresa auspiciante, este trabajo de investigación constituye un primer esfuerzo por mejorar su proceso de ingeniería de requisitos.

4.5.2 Marco teórico

El marco teórico en el que se sustenta el presente caso de estudio, parte del análisis de dos disciplinas, la Ingeniería de Requisitos y la Gestión del Conocimiento. Luego de su estudio, se llegó a determinar que entre las dos hay un alto grado de coincidencia. Con los fundamentos teóricos de las dos disciplinas se planteó una técnica para el análisis de requisitos, la cual consta de una serie de actividades que tienen como objetivo mejorar el nivel de conocimiento de los involucrados, facilitar la obtención de una base de conocimientos que oriente a determinar los requisitos válidos y útiles. El detalle del marco teórico se encuentra en el capítulo 3.

4.6 Diseño del caso de estudio

4.6.1 Pregunta principal de la investigación

La integración de elementos de la gestión del conocimiento en las técnicas de análisis de requisitos, aportó a mejorar la calidad de los mismos.

4.6.2 Preguntas secundarias de la investigación

La integración de los elementos de gestión del conocimiento permitirá definir una nueva técnica para el análisis de requisitos?

La técnica propuesta para el análisis de requisitos ayudará a minimizar el número requisitos errados?

La técnica propuesta podrá ser aplicada por personal técnico, experimentado y novato?

4.6.3 Selección de casos y unidades de análisis

Con el fin de probar los beneficios de la técnica de análisis de requisitos, basada en la gestión del conocimiento, se determinaron dos escenarios.

En el ámbito académico se seleccionaron dos proyectos de desarrollo de software: Sistema de apoyo al proceso de graduación de los estudiantes de la Carrera de Ingeniería de Sistemas e Informática de la ESPE y Sistema de control de proyectos.

En el ámbito empresarial se seleccionaron dos módulos que son parte de un sistema mayor, el cual se encuentra operando en las instalaciones del cliente. Los módulos son: Factura electrónica y Sistema de pedidos.

Debido a que en el proceso de análisis de requisitos influyen numerosos aspectos, se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones, con el fin minimizar el impacto de otras variables y evidenciar las fortalezas y debilidades de la técnica propuesta:

A. Para la validación y verificación de la técnica en el ámbito académico se seleccionaron ingenieros junior.

B. Para la validación y verificación de la técnica en el ámbito empresarial se seleccionaron ingenieros sénior, con una experiencia promedio de seis años en el desarrollo de software y actividades de ingeniería de requisitos.

Se dispuso de toda la información sobre el dominio del problema, la que se encontraba registrada en actas de reuniones que se levantaron al momento de realizar la elicitación de requisitos. Participó personal “experto del dominio”, el cual tiene amplio conocimiento en el dominio del problema y estuvo en capacidad de solventar las inquietudes de los analistas. En la Figura 4.1 se representa los casos de estudio y las unidades de análisis investigados.



Figura 4.1: Esquema de los casos de estudio y unidades de análisis

4.6.4 Consideraciones éticas, legales y profesionales

Con la empresa auspiciante se firmó un acuerdo de confidencialidad de la información de sus clientes y de los proyectos de desarrollo, con el fin de asegurar que la información no se divulgue.

Los líderes entrevistados fueron designados por el gerente técnico de la empresa. Durante las entrevistas se mantuvo una actitud comprensiva y sensible con los entrevistados, a fin de que no se sintieran incómodos al momento de citar alguna debilidad del proceso actual o tema similar. Se guardó prudencia cuando ellos no quisieron manifestar totalmente sus preocupaciones sobre el tema analizado. El desarrollo de la documentación técnica que se entregó a la empresa, se realizó con la

coordinación del personal técnico de la misma.

La responsabilidad de la investigadora es entregar los resultados del estudio a la gerencia y la divulgación de los mismos al interior de la empresa está a cargo de la gerencia técnica, al igual que el proceso de implantación y seguimiento de la técnica.

4.6.5 Procedimiento

Elicitación de requisitos: Los requisitos elicitados se encontraban registrados en actas de reunión, por lo que se contó con la lista de requisitos preliminares.

Análisis de requisitos: Los dos equipos fueron capacitados en la técnica de análisis de requisitos, luego procedieron a su aplicación. Los expertos asignados a cada grupo registraron los aspectos relevantes del análisis de requisitos. Se obtuvieron los siguientes resultados:

- Documento de novedades encontradas.
- Documento de observaciones del experto el cual incluye el tiempo que emplearon los analistas.
- Entrevistas a los técnicos, al finalizar la tarea de análisis de requisitos.

4.6.6 Recolección de datos

Los datos fueron recolectados a través de varias fuentes y métodos, lo cual permitió fortalecer las conclusiones del caso de estudio. Se utilizaron los siguientes métodos de recolección:

Métodos directos o de primer nivel: La investigadora estuvo en contacto con los sujetos y la recolección de datos se realizó en tiempo real. En primera instancia se aplicó una entrevista semiestructurada, ésta tuvo una duración de 30 minutos

aproximadamente y su objetivo fue conocer la formación y experiencia de los ingenieros participantes; el formato se encuentra en el Anexo A. Durante la aplicación de la técnica la investigadora aplicó la observación y se solventaron directamente algunas dudas de los participantes. Al finalizar se aplicó una encuesta orientada a conocer la percepción de los ingenieros sobre los aspectos relevantes de la técnica; su formato se encuentra en el Anexo B.

Método de análisis independiente o de tercer nivel: La investigadora utilizó datos ya disponibles y compilados. Los documentos generados por los expertos e ingenieros se constituyeron en las fuentes de datos para el análisis. Específicamente: los documentos de requisitos generados por los analistas: lista preliminar de requisitos y la lista final de requisitos. Los reportes generados por los expertos: documento de novedades encontradas. Se puso especial atención en el tiempo que toma cada equipo en desarrollar las actividades de análisis (hora de inicio, hora de finalización), también se documentaron las apreciaciones sobre el comportamiento de los analistas al desarrollar el análisis de requisitos.

4.6.7 Análisis de datos

Mediante un trabajo sistemático y documentado se realizó el análisis de los datos, tendiente a identificar patrones o relaciones en los mismos. Las principales actividades del análisis de datos fueron las siguientes:

- Identificación y organización de la información obtenida en la fase de elicitación de requisitos de los proyectos candidatos para aplicar la técnica.

- Organización de la información de las entrevistas iniciales, en busca de perfiles de los ingenieros candidatos que participarían en el ejercicio de aplicación de la técnica. Esto permitió seleccionar líderes de proyectos con similar formación y experiencia, a fin de minimizar las variables externas que podrían afectar en los resultados finales. Este instrumento permitió también identificar los problemas que causaban un inadecuado análisis de requisitos; información que fue de fundamental importancia para el diseño de la técnica.
- Organización y codificación de la documentación generada en la aplicación de la técnica. El análisis se focalizó en el número de requisitos que habían sido: modificados, eliminados y nuevos requisitos identificados.
- Identificar y procesar la percepción de las personas que aplicaron la técnica y su aporte a los objetivos del análisis de requisitos.

El análisis de datos fue mayoritariamente cualitativo, en relación a los beneficios percibidos por los ingenieros sobre la aplicación de la nueva técnica. Respecto del número de errores se realizó un análisis cuantitativo. Los resultados obtenidos se presentan en la sección 4.7 de este documento.

4.6.8 Generación de informes

Los reportes producidos durante el desarrollo del caso de estudio, tanto para el ámbito académico, como para la empresa auspiciante, se detallan a continuación:

- En el ámbito académico, un capítulo de la tesis de maestría constituye el caso de estudio.
- Se realizó la exposición de un artículo técnico en el IV Congreso de Informática de la Universidad Técnica de Machala. El artículo describe el estudio

comparativo de las características de calidad de los requisitos, los conocimientos, los procesos de la Ingeniería de Requisitos y la Gestión del Conocimiento, en este estudio se determinó un alto grado de coincidencia entre las dos disciplinas. También se describe la técnica propuesta.

- Se está preparando también un artículo técnico el cual será sometido para un congreso internacional, en que se reportará específicamente el caso de estudio.
- Para la empresa se desarrolló un manual técnico, en el que se detalla el proceso de la técnica para el análisis de requisitos basada en la gestión de conocimiento.
- Una copia de la tesis de maestría se ha entregado a la empresa auspiciante.

4.7 Resultados

Los resultados de la esta investigación se presentan por separado, los obtenidos en el ámbito académico, con la participación de ingenieros junior y los obtenidos en el contexto empresarial, con la participación de ingenieros sénior. Primero se presentan los resultados alcanzados en el análisis cuantitativo, luego los obtenidos en el análisis cualitativo.

4.7.1 Resultados cuantitativos

En la investigación se obtuvieron resultados cuantitativos en relación al número de requisitos errados que la técnica permitió detectar. En la Tabla 4.1 se resumen los resultados obtenidos en los dos proyectos considerados para verificar y validar la técnica en el entorno académico.

Luego de aplicar la técnica se modificaron el 33% de requisitos en el proyecto SAPGIS y 30% de requisitos en el proyecto SPG, también se identificó que el 17% de requisitos del proyecto SAPGIS y 15% del proyecto SPG no eran verdaderos requisitos, con lo que se demostró que la técnica aportó a la *exactitud*, *corrección* y *pertinencia* de los mismos. Se identificaron 13% de nuevos requisitos en el proyecto SAPGIS y 45% de nuevos requisitos en el proyecto SGP; de esta manera se demostró que la técnica contribuyó a la *completitud* de los requisitos. Por lo tanto, la técnica aportó a mejorar los criterios de: exactitud, corrección, pertinencia y completitud de los requisitos; en el contexto académico.

Tabla 4.1 Errores detectados en los requisitos, ámbito académico

| Proyecto | SAPGIS | | SGP | |
|--------------------------|--------|-----|-----|-----|
| No. requisitos iniciales | 24 | | 20 | |
| Novedades | No. | % | No. | % |
| Requisitos modificados | 8 | 33% | 6 | 30% |
| Requisitos nuevos | 3 | 13% | 9 | 45% |
| Requisitos eliminados | 4 | 17% | 3 | 15% |
| <i>Autoría propia</i> | | | | |

En el ámbito empresarial se probó la técnica en dos módulos de un sistema mayor, el cual se encuentra en la fase de operación. Los resultados obtenidos luego de la aplicación de la técnica fueron:

Tabla 4.2 Errores detectados en los requisitos, ámbito empresarial

| Proyectos | SFE | | SPE | |
|--------------------------|-----|-----|-----|-----|
| No. requisitos iniciales | 40 | | 35 | |
| Novedades | No. | % | No. | % |
| Requisitos modificados | 8 | 20% | 10 | 29% |
| Requisitos nuevos | 4 | 10% | 6 | 17% |
| Requisitos eliminados | 2 | 5% | 2 | 6% |
| <i>Autoría propia</i> | | | | |

Los resultados obtenidos luego de aplicar la técnica en el contexto empresarial fueron: 20% de requisitos se modificaron en el proyecto SFE y 29% de requisitos en el proyecto SPE, también el 2% de requisitos de los dos proyectos fueron eliminados, con lo que se demostró que la técnica aportó a la *exactitud*, *corrección* y *pertinencia* de los requisitos. Se identificaron 4% de nuevos requisitos en el proyecto SFE y 6% de nuevos requisitos en el proyecto SPE; de esta manera se demostró que la técnica contribuyó a la *completitud* de los requisitos. Por lo tanto, la técnica contribuyó a mejorar los criterios de: exactitud, corrección, pertinencia y completitud de los requisitos.

Por lo expuesto, queda demostrado que la técnica resultó efectiva para mejorar los criterios de: exactitud, corrección, pertinencia y completitud de los requisitos; en los contextos académico y empresarial, obteniendo resultados más alentadores en el contexto académico.

4.7.2 Resultados cualitativos

Con el fin de conocer la opinión de los ingenieros sobre la técnica, se aplicó una encuesta, cuyo formato se presenta en el Anexo B, se solicitó a los ingenieros que citaran tres aspectos positivos y tres aspectos negativos que apreciaron en la técnica. Luego se les solicitó que evalúen el aporte de las actividades a los objetivos del análisis y a los atributos de calidad de los requisitos. A continuación los resultados obtenidos:

Tabla 4.3 Opinión de los ingenieros, aspectos positivos de la técnica

| Problemas detectados | Opinión de los ingenieros Aspectos positivos de la técnica |
|---|---|
| Falta de participación de los usuarios | <ul style="list-style-type: none"> • Permite identificar desde las fases tempranas de desarrollo a todos los actores del sistema |
| Falta de claridad de los requisitos | <ul style="list-style-type: none"> • Permite validar las fuentes de información • Sustenta herramientas de organización claras y precisas • Tener requisitos más detallados • Tener requisitos más claros |
| Requisitos incompletos | <ul style="list-style-type: none"> • Ayuda a identificar nuevos requisitos |
| No se toman en cuenta o analizan otros procesos que pueden ser afectados por el sistema | <ul style="list-style-type: none"> • Permite tener una visión más detallada del alcance del sistema • Aporta a comprender el dominio del problema |
| | <p style="text-align: center;">ADICIONALES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Permite priorizar los requisitos de manera objetiva • Muestra una manera práctica para determinar las prioridades, en base a los objetivos • Determinar las prioridades • El trabajo del análisis es más efectivo • Se cuenta con documentación más específica • Aporta a aplicar de forma correcta la Ingeniería de Software |

Autoría propia

4.7.2.1 Aspectos positivos de la técnica

Mediante una encuesta se recabó información para conocer la percepción de los ingenieros sobre los aspectos positivos de la técnica.

En la Tabla 4.3 se presenta la información organizada, con lo que se demuestra que la técnica soluciona los problemas detectados y que se citan en la sección 4.4.1 del presente documento. Además ofrece otras bondades que han sido organizadas bajo el subtítulo “Adicionales”. Esta es una evidencia más de que se cumplieron con los objetivos del estudio y que será conveniente implantar la técnica en la empresa auspiciante y considerarla en ámbito académico para fortalecer el aprendizaje de los estudiantes de la ingeniería de requisitos.

4.7.2.2 Aspectos negativos de la técnica

En referencia a los aspectos negativos, los ingenieros coincidieron en que la técnica incrementa el tiempo del análisis. Otro ingeniero indicó que no brinda apoyo para determinar errores en requisitos no funcionales. Otro ingeniero manifestó que el mapa conceptual demanda mucho tiempo y no se mira la relación con las otras actividades de la técnica.

4.7.2.3 Elementos que se agregaría a la técnica

Para conocer si sería necesario agregar alguna actividad, se consultó a los ingenieros si les parece que se debería complementar la técnica con alguna actividad adicional. En esta pregunta solamente un ingeniero indicó que se debería incluir el análisis de riesgo a los requisitos; los demás indicaron que no era necesario incluir ninguna actividad.

4.7.2.3 Secuencia de las actividades

Otro criterio consultado fue si les parecía adecuada la secuencia propuesta de las actividades. Los ingenieros coincidieron en que es adecuada, de manera explícita respondieron estar de acuerdo con la misma.

4.7.3 Aporte de la técnica a los objetivos del análisis de requisitos

En la encuesta se solicitó a los ingenieros que indiquen su criterio respecto de cómo contribuyen las actividades de la técnica al cumplimiento de los objetivos del análisis de requisitos. Se les indicó que califiquen con “A” si el aporte es alto, con “M” si el aporte es medio y con “B” si consideran que el aporte es bajo. Con el fin de obtener la media, se procedió a asignar equivalentes numéricos a las respuestas. En la Tabla 4.4 se presentan los resultados obtenidos sobre la percepción de los ingenieros en relación al aporte de las actividades al cumplimiento de los objetivos del análisis de requisitos, en el ámbito académico.

Como se puede apreciar, las actividades contribuyen de manera directa, a asegurar la calidad de los requisitos del software, se obtuvo un promedio 2.78 sobre 3 puntos. Respecto de los otros objetivos, se obtuvo una calificación de 2.17, 2.28 y 2.34 sobre 3 puntos, lo cual resulta beneficioso para el análisis de requisitos.

4.7.3.1 Opinión en el ámbito académico

Desde la perspectiva de los ingenieros junior, la técnica aporta de manera importante al cumplimiento del primer objetivo “asegurar la calidad de los requisitos”; en cambio su aporte a los demás objetivos de mediano impacto. En la Tabla 4.5 se presenta el detalle de los resultados alcanzados.

Tabla 4.4 Actividades vs. objetivos del análisis de requisitos

| Actividades de la técnica | Objetivos del Análisis de Requisitos | | | |
|---|---|----------------------------------|---|--|
| | Asegurar la calidad de los requisitos | Precisar los límites del sistema | Precisar la interacción sistema - entorno | Trasladar los requisitos del usuario a requisitos del software |
| Analizar la calidad de las fuentes de información | A (2,7) | A (2,3) | M (1,7) | A (2,7) |
| Analizar el aporte de los requisitos a los objetivos del sistema | A (3,0) | A (2,3) | M (2,0) | A (2,3) |
| Verificar que el conocimiento tácito se ha plasmado en conocimiento explícito | A (3,0) | M (2,0) | A (2,7) | A (2,7) |
| Clasificar requisitos según afinidad y prioridad | A (3,0) | M (2,0) | A (2,3) | A (2,3) |
| Contrastar la lista de requisitos resultantes de la elicitación con los mapas mentales o conceptuales | A (3,0) | A (2,3) | A (2,7) | A (2,3) |
| Difundir el conocimiento | M (2,0) | M (2,0) | A (2,3) | M (1,7) |
| Promedio | A(2,78) | M(2,17) | M(2,28) | A(2,34) |

Autoría propia

En relación a contribución de la técnica a mejorar los atributos de calidad de los requisitos de software, desde la perspectiva de los ingenieros junior, la técnica aporta de manera importante a obtener requisitos de calidad. Las actividades propuestas contribuyeron a mejorar los requisitos, de manera importante los criterios de calidad: “completitud” y “claridad”, estos atributos obtuvieron la calificación más alta (15/18);

le siguen en importancia “exactitud”, “consistencia” y “pertinencia” estos atributos obtuvieron (13/18).

Tabla 4.5 Actividades vs. atributos de calidad de los requisitos

| Actividades de la técnica | Atributos de calidad de los requisitos | | | | | | | | |
|---|--|-------------|---------------------------------|-----------|--------------------------|--------------------------|-----------|------------|------------|
| | Exacto - No ambiguo | Consistente | Cierto – Correcto - Verificable | Completo | Organizado - Clasificado | Fácil de usar - Trazable | Claro | Pertinente | Disponible |
| Analizar la calidad de las fuentes de información | 2 | 1 | 3 | 3 | 0 | 0 | 2 | 2 | 1 |
| Analizar el aporte de los requisitos a los objetivos del sistema | 3 | 2 | 0 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| Verificar que el conocimiento tácito se ha plasmado en conocimiento explícito | 2 | 3 | 1 | 3 | 0 | 1 | 2 | 2 | 1 |
| Clasificar requisitos según afinidad y prioridad | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 |
| Contrastar la lista de requisitos resultantes de la elicitación con los mapas mentales o conceptuales | 1 | 1 | 3 | 2 | 2 | 1 | 3 | 3 | 2 |
| Difundir el conocimiento | 2 | 1 | 1 | 3 | 2 | 3 | 2 | 1 | 3 |
| | A | A | M | A | M | M | A | A | M |
| Total | 13 | 13 | 11 | 15 | 10 | 9 | 15 | 13 | 11 |

Autoría propia

4.5.3.2 Opinión en el ámbito empresarial

Desde la perspectiva de los ingenieros sénior, la técnica aporta de manera importante al cumplimiento del primer objetivo “asegurar la calidad de los requisitos”;

en cambio su aporte a los demás objetivos de mediano impacto. Si se toman en cuenta los valores de la calificación, son ligeramente menores a los obtenidos en el ámbito académico. Al analizar en categorías alto, medio o bajo, coincide con los resultados obtenidos en el contexto académico. En la Tabla 4.6, el detalle de los resultados.

Tabla 4.6 Actividades vs. objetivos del análisis de requisitos, visión ingenieros sénior

| Actividades de la técnica | Objetivos del Análisis de Requisitos | | | |
|---|---------------------------------------|----------------------------------|---|--|
| | Asegurar la calidad de los requisitos | Precisar los límites del sistema | Precisar la interacción sistema - entorno | Trasladar los requisitos del usuario a requisitos del software |
| Analizar la calidad de las fuentes de información | A (3,0) | A (2,5) | A (2,5) | M (1,8) |
| Analizar el aporte de los requisitos a los objetivos del sistema | M (2,0) | A (3,0) | M (1,8) | B (1,5) |
| Verificar que el conocimiento tácito se ha plasmado en conocimiento explícito | M (2,3) | M (1,8) | A (2,5) | A (2,8) |
| Clasificar requisitos según afinidad y prioridad | M (2,3) | M (2,0) | B (1,5) | A (2,0) |
| Contrastar la lista de requisitos resultantes de la elicitación con los mapas mentales o conceptuales | A (2,5) | M (1,8) | B (1,3) | M (2,0) |
| Difundir el conocimiento | M (2,3) | B (1,5) | A (2,8) | M (2,0) |
| Promedio | A(2,4) | M(2,1) | M(2,0) | M(2,0) |

Autoría propia

Desde la perspectiva de los ingenieros sénior, la técnica contribuye de manera importante a obtener requisitos de calidad. Las actividades propuestas aportaron a

obtener requisitos “completos” y “claros”, estos atributos obtuvieron la calificación más alta (14/18) y (13/18) respectivamente; le sigue en importancia el atributo “exacto” que obtuvo la calificación de (12/18).

Tabla 4.7 Actividades vs. atributos de calidad de los requisitos, visión ingenieros sénior

| Actividades de la técnica | Atributos de calidad de los requisitos | | | | | | | | |
|---|--|-------------|---------------------------------|----------|--------------------------|--------------------------|-------|------------|------------|
| | Exacto - No ambiguo | Consistente | Cierto – Correcto - Verificable | Completo | Organizado - Clasificado | Fácil de usar – Trazable | Claro | Pertinente | Disponible |
| Analizar la calidad de las fuentes de información | 2 | 1 | 3 | 3 | 0 | 0 | 2 | 2 | 1 |
| Analizar el aporte de los requisitos a los objetivos del sistema | 3 | 2 | 0 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| Verificar que el conocimiento tácito se ha plasmado en conocimiento explícito | 2 | 3 | 1 | 3 | 0 | 1 | 2 | 2 | 1 |
| Clasificar requisitos según afinidad y prioridad | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 |
| Contrastar la lista de requisitos resultantes de la elicitación con los mapas mentales o conceptuales | 1 | 1 | 3 | 2 | 2 | 1 | 3 | 3 | 2 |
| Difundir el conocimiento | 2 | 1 | 1 | 3 | 2 | 3 | 2 | 1 | 3 |
| | M | M | M | A | M | M | A | M | M |
| Total | 12 | 10 | 10 | 14 | 8 | 7 | 13 | 10 | 10 |

Autoría propia

En resumen, se puede afirmar que la técnica aportó de manera importante a superar los problemas que fueron puntualizados en la sección 4.4.1, en los dos contextos estudiados, esto es, académicos y empresariales. En la Tabla 4.7 se presenta el resumen de la contribución de la técnica.

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES

En el presente trabajo se propuso una técnica para el análisis de requisitos de software basada en la gestión del conocimiento, para el efecto se investigaron los fundamentos y principios de la gestión del conocimiento y el proceso de ingeniería de requisitos.

Del estudio y análisis comparativo de la Ingeniería de Requisitos y la Gestión del Conocimiento, se concluye que las dos disciplinas tienen un alto grado de similitud en las fases del proceso. Así también las características de calidad de los conocimientos y los requisitos son coincidentes.

El objetivo principal de Análisis de Requisitos es asegurar la calidad de los requisitos y los objetivos secundarios son: precisar los límites del sistema, precisar la interacción entre el sistema y el entorno y trasladar los requisitos del usuario a requisitos del software. La técnica para el análisis de requisitos permitió alcanzar los objetivos de esta disciplina. Mediante herramientas simples, de fácil uso u comprensión, tal como matrices y organizadores gráficos contribuyó a la comprensión del dominio del problema desde una visión holística e integradora.

El caso de estudio resultó el método de investigación adecuado para demostrar la validez de la técnica propuesta. De una manera sistemática permitió afrontar las características complejas del trabajo de la ingeniería de requisitos y mediante la cadena de evidencias cualitativas y cuantitativas se obtuvieron conclusiones relevantes para la investigación.

Tanto la pregunta principal, como las preguntas secundarias de investigación planteadas en el caso de estudio se confirmaron plenamente. Se demostró que la integración de elementos de la gestión del conocimiento en las técnicas de análisis de requisitos aportó a mejorar la calidad de los mismos; los resultados obtenidos en los ámbitos académico y empresarial demostraron mejoras en la calidad de los requisitos alcanzados luego de la aplicación de la técnica planteada.

Se demostró que la técnica fue aplicada exitosamente por personal técnico, experimentado y novato. Según la encuesta aplicada, la técnica resultó beneficiosa para las dos categorías de profesionales, sin embargo, los ingenieros junior le otorgaron una evaluación más alta: por lo tanto, se puede inferir que la técnica resulta más beneficiosa para ingenieros junior.

La técnica propuesta enfrenta eficientemente los problemas detectados en la empresa auspiciante. Los ingenieros que verificaron y validaron la técnica identificaron aspectos positivos, entre los que se pueden citar:

- Permite identificar desde las fases tempranas de desarrollo a todos los actores del sistema.
- Permite validar las fuentes de información
- Sustenta herramientas de organización claras y precisas
- Tener requisitos más detallados
- Tener requisitos más claros
- Ayuda a identificar nuevos requisitos
- Permite tener una visión más detallada del alcance del sistema
- Aporta a comprender el dominio del problema

- Permite priorizar los requisitos de manera objetiva
- Muestra una manera práctica para determinar las prioridades, en base a

los objetivos

- Determinar las prioridades
- El trabajo del análisis es más efectivo
- Se cuenta con documentación más específica
- Aporta a aplicar de forma correcta la Ingeniería de Software

Bibliografía

Alavi, M., & Leidner, D. (2001). *Knowledge Management and Knowledge Management Systems: Conceptual Foundations and Research Issues*.

Al-Ghassani, A., Carrillo, P., & Anumba, C. R. (2001). Software requirements for knowledge management in construction organizations. *17th Annual ARCOM Conference* (págs. 199-206). Salford: Association of Researchers in Construction.

Biggs, J. (2007). *Teaching for quality learning at university*. London: Open University Press.

Boehm, B. (1981). *Software Engineering Economics*. Prentice Hall.

Carrizo, D. (2004). Selección de las técnicas de educación de requisitos: una visión conjunta de la Ingeniería de Software y la Ingeniería del Conocimiento. *Proceedings JIISIC '04*. Madrid.

Chikh, A. (2011). A knowledge Management Framework in Software REquirements Engineering Based on the SECI Model. *4*(12).

CMS. (s.f.). Obtenido de <http://www.nerves.es/blog/razones-para-usar-gestor-contenidos/>

CMSMatch. (s.f.). *CMSMatch*. Obtenido de <http://www.cmsmatch.com/>

CMSMatrix. (s.f.). *CMSMatrix*. Obtenido de <http://cmsmatrix.org/matrix/cms-matrix>

Dalkir, K. (2005). *Knowledge Management in Theory and Practice*.

Davenport, T., & Prusak, L. (1998). *Working Knowledge: "How Organizations Manage What they know"*. Harvard Business School Press.

Del Moral, A., Pazos, J., Rodríguez, E., Rodríguez-Patón, A., & Sonia, S. (2007). *Gestión del Conocimiento*. Madrid: Thomson.

- Durán, A. (23 de 10 de 2012). *Tesis doctorales Universidad de Sevilla*. Obtenido de <http://www.buenastareas.com/ensayos/Tecnicas-Para-El-Analisis-De-Requerimientos/2542475.html>
- Garvin, D. (1998). Building a learning organization. *Harvard Business Review*, 78-91.
- Gómez, M. (2011). *Notas del curso de Análisis de Requisitos*. Méjico: Universidad Metropolitana.
- GONZÁLEZ, C., DOMINGO, R., & SEBASTIÁN, M. (2013). *Técnicas de mejora de la calidad*. Madrid: UNED.
- Group, T. S. (23 de 04 de 2009). *Standish Group report*. (The Standish Group) Recuperado el 30 de 08 de 2011, de http://www1.standishgroup.com/newsroom/chaos_2009.php
- Hinojosa, C. (2011). *De las redes sociales a las redes del conocimiento*. Madrid: Anaya .
- Hofman, H., & Lehner, F. (2001). Requirements Engineering as a Success Factor in Software Projects. *IEEE Software*, 58.66.
- Hsia, P., Davis, A., & Kung, D. (1993). Status report: requirements engineering. *IEEE Software*, 75-79.
- Hull, E., Jackson, K., & Dick, J. (2011). *Requirements Engineering*. London: Springer.
- IEEE. (1998). *IEEE 1220-1998 Standard for Application and Management of the Systems Engineering Process*. New York: The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
- IEEE. (1998). *IEEE Recommended Practice for Software Requirements Specifications*. New York: IEEE.
- IEEE. (2002). *IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology*. New York: The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.

IEEE Computer Society. (2004). *Guide to the Software Engineering Body of Knowledge*. California: IEEE.

Info-Tech Group Research. (20 de 02 de 2007). *Get Requirements Right the First Time*. Obtenido de Info-Tech Group Research:
<http://www.infotech.com/research/get-requirements-right-the-first-time>

Izunza, V. (10 de 2010). *Gestión del conocimiento, definiciones*. Recuperado el 10 de 2010, de <http://www.a3net.net/es/gescon/definiciones.htm>

Jones, C. (1996). *Applied software measurement: assuring productivity and quality*. New York: McGraw Hill.

Kruger Corporation. (s.f.). *Kruger*. Recuperado el 30 de 04 de 2013, de Kruger Corporation: <http://www.kruger.com.ec/>

Leonard, D., & Sensiper, S. (1998). The role of tacit knowledge in group innovation. *California Management Review*, 112-132.

Loucopoulos, P., & Karakostas, V. (1995). *System Requirements Engineering*. McGraw-Hill.

Montesdeoca, B. (28 de 04 de 2013). Ing. (C. Hinojosa, Entrevistador)

MORIN, E. (2003). *Los siete saberes necesarios para la educación del futuro*. Quito: Santillana.

Morin, E. (2006). *La mente bien ordenada*. Madrid: Seix Barral.

Nonaka, I., & Takeuchi, H. (1995). *La organización creadora de conocimiento. Cómo las compañías japonesas crean la dinámica de la innovación*. México: Oxford University Press.

Núñez Paula, I. A. (2002). Bases para la introducción de la gestión del conocimiento en Cuba. *CITMA*.

Pandey, D., Suman, U., & Ramani, A. (2010). An Effective Requirement Engineering Process Model for Software Development and Requirements Management. *I(978-1-4244-8093-7)*.

Ping, C., Yan, C., & Yuli, Z. (2011). Analysis on knowledge flow mechanism of software requirement development. *E-Business and E-Government*.

Pohl, K. (06 de 1994). *The Three Dimensions of Requirements Engineering*.

Recuperado el 20 de 04 de 2012, de

http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleListURL&_method=list&_ArticleListID=1951381899&_sort=r&_st=13&view=c&_acct=C000228598&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=d7e61ec8ebe990c4917bd50bd9116db4&searchtype=a

Pohl, K. (2010). *Requirements Engineering*. London: Springer.

Pohl, K. (2011). *Title Requirements Engineering Fundamentals*. London: Rocly Nook.

RAE. (08 de 08 de 2012). *DICCIONARIO DE LA LENGUA ESPAÑOLA - Vigésima segunda edición*. Obtenido de <http://lema.rae.es/drae/?val=requisito>

Riesco González, M. (2006). *El Negocio es el Conocimiento*. Madrid: Díaz de Santos.

Robillard, P. (1999). The role of knowledge in software development. *42(1)*.

Rodríguez, M. (2010). Mejorando la calidad el software con KOFI: una metodología para la gestión del conocimiento en procesos software. En C. Calero, M. Moranga, & M. Piattini, *Calidad del producto y proceso software*. Madrid: Ra-Ma.

Rodríguez, S. (2002). *Un marco metodológico para la gestión del conocimiento y su aplicación a la ingeniería de requisitos orientada a perspectivas*.

Recuperado el 01 de 02 de 2012, de <http://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis>

Runeson, P., Host, M., Rainer, A., & Regnell, B. (2012). *Case Study Research in Software Engineering: Guidelines and Examples*. John Wiley & Sons.

Shedroff, N. (2004). *El diseño en los procesos cognitivos*. Recuperado el 10 de 06 de 2013, de http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/ldf/mendoza_1_p/capitulo2.pdf

Shedroff, N. (2004). *Experience Desing*. Recuperado el 25 de 02 de 2013, de <http://www.nathan.com/>

Tarí, J., & Fernández, M. (2009). Dimensiones de la gestión del conocimiento y de la gestión de la calidad: una revisión de la literatura. *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa*, 135-148.

Tissen, R., Andriessen, D., & Lekanne, F. (2000). *El valor del Conocimiento para aumentar el rendimiento de las empresas*. Prentice Hall Hispanoamericana.

Toffler, A. (1993). *La tercera ola*. Plaza & Janes Editoriales.

Wiig, K. (1993). *Knowledge Management Foundations: Thinking about thinking – How People and organizations create, represents and use knowledge*. Schema Press.

Young, R. (2004). *The Requirements Analyst's Handbook*. Norwood (Massachusetts): Artech House Publishers.

Zainol, A., & Mansoor, S. (2008). Investigation into Requirements Management Practices in the Malaysian Software Industry. 2(10.1109/CSSE.2008.962).

Zapata, C. (2009). Una propuesta de metaontología para la educación de requisitos. 18(1).

ANEXOS

Anexo A
ENCUESTA PREVIA LA APLICACIÓN DE LA TÉCNICA

1. *Cuál es su formación:*

.....

2. *Cuántos años tiene de experiencia en desarrollo de software:*

.....

3. *En cuántos procesos de Ingeniería de Requisitos ha participado:*

.....

4. *Enumere las técnicas que ha utilizado para el análisis de requisitos:*

a.

b.

c.

d.

5. *Indique cuáles son los problemas que usted ha detectado en el análisis de requisitos:*

a.

b.

c.

d.

6. *Indique qué consecuencias han generado los problemas citados anteriormente:*

a.

b.

c.

d.

Anexo B

Encuesta posterior a la aplicación de la técnica

Objetivo: conocer la percepción sobre la aplicación de la técnica para el análisis de requisitos.

Conteste las siguientes preguntas:

1. *Cite tres aspectos positivos de la técnica para el análisis de requisitos:*

- a.
- b.
- c.

2. *Cite tres debilidades de la técnica para el análisis de requisitos:*

- a.
- b.
- c.

3. *En la siguiente matriz indique el aporte de la actividad a los objetivos del análisis de requisitos. A = Alto, M = Medio, B = Bajo.*

| Actividades de la técnica | Objetivos del Análisis de Requisitos | | | |
|--|---------------------------------------|----------------------------------|---|--|
| | Asegurar la calidad de los requisitos | Precisar los límites del sistema | Precisar la interacción sistema - entorno | Trasladar los requisitos del usuario a requisitos del software |
| 1. Analizar la calidad de las fuentes de información | | | | |
| 2. Analizar el aporte de los requisitos a los objetivos del sistema | | | | |
| 3. Verificar que el conocimiento tácito se ha plasmado en conocimiento explícito | | | | |
| 4. Clasificar requisitos según afinidad y prioridad | | | | |
| 5. Contrastar la lista de requisitos resultantes de la elicitación con los | | | | |

| | | | | |
|-------------------------------|--|--|--|--|
| mapas mentales o conceptuales | | | | |
| 6. Difundir el conocimiento | | | | |

4. En la siguiente matriz indique con una X las actividades que aportan a los atributos de calidad de requisitos.

| Actividades de la técnica | Atributos de calidad de los requisitos | | | | | | | | |
|--|--|-------------|---------------------------------|----------|--------------------------|--------------------------|-------|------------|------------|
| | Exacto - No ambiguo | Consistente | Cierto – Correcto - Verificable | Completo | Organizado - Clasificado | Fácil de usar - Trazable | Claro | Pertinente | Disponible |
| 1. Analizar la calidad de las fuentes de información | | | | | | | | | |
| 2. Analizar el aporte de los requisitos a los objetivos del sistema | | | | | | | | | |
| 3. Verificar que el conocimiento tácito se ha plasmado en conocimiento explícito | | | | | | | | | |
| 4. Clasificar requisitos según afinidad y prioridad | | | | | | | | | |
| 5. Contrastar la lista de requisitos resultantes de la elicitación con los mapas mentales o conceptuales | | | | | | | | | |
| 6. Difundir el conocimiento | | | | | | | | | |

5. Qué elementos le agregaría a la técnica?

.....

.....

6. La secuencia de las actividades realizadas le parece adecuada? (SI/NO)

7. *Sugiera alguna modificación (opcional)*
.....

8. *Comentario general sobre la técnica aplicada (opcional)*
.....