

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
INSTITUTO DE INGENIERÍA**

MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS E INGENIERÍA



**“MODELO DE EVOLUCIÓN DE LA GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO EN
MIPYMES DE ACUERDO AL NIVEL DE MADUREZ EN UN PROGRAMA
DE MEJORA DE PROCESOS DE SOFTWARE”**

DOCUMENTO DE TESIS

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
DOCTOR EN CIENCIAS**

PRESENTA

Brenda Leticia Flores Rios

DIRECTOR DE TESIS

Dr. Oscar Mario Rodríguez Elías

RESUMEN de la Tesis de **BRENDA LETICIA FLORES RIOS**, presentada como requisito parcial, para la obtención del **GRADO DE DOCTOR EN CIENCIAS**. Mexicali, Baja California, México. Enero del 2014.

MODELO DE EVOLUCIÓN DE LA GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO EN MIPYMES DE ACUERDO AL NIVEL DE MADUREZ EN UN PROGRAMA DE MEJORA DE PROCESOS DE SOFTWARE

Resumen aprobado por:

Dr. Oscar Mario Rodríguez Elías
Director de Tesis

Un proyecto de mejora de procesos de software (SPI) es un esfuerzo planeado, gestionado y controlado que tiene como objetivo incrementar la capacidad de los procesos de desarrollo de software. Se considera que uno de los factores críticos de éxito de un proyecto de SPI depende de conocer los activos de conocimiento existentes en la organización para alcanzar el nivel de competitividad deseado. El problema que se observa en las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas (MiPyMEs) es la falta de implementación de estrategias y mecanismos de Gestión del Conocimiento (GC) para promover la mejora continua de sus procesos enfatizando en la generación y reutilización del conocimiento. Para buscar una solución, se utilizó la metodología *Knowledge Flow Identification* para identificar y analizar los flujos de conocimiento relacionados a los procesos de software bajo intervención, durante un proyecto de SPI. El flujo de conocimiento permite la transferencia de conocimiento de donde reside a donde se necesita agregando valor estratégico a una organización. De esta forma, el objetivo general de la investigación es diseñar un marco de trabajo que guíe la realización de un proyecto de SPI basado en GC.

Como resultado se identificaron las entidades del proceso software que facilitan los flujos de conocimiento entre los responsables de un proyecto de SPI, quienes las utilizan como fuentes y tipos de conocimiento. Dichas entidades contenidas en un patrón de procesos, sirvieron de base para la descripción de los procesos de conocimiento en términos de: nombre del proceso, fuentes y trabajador de conocimiento, actividades y productos de conocimiento. Así como la tecnología, herramientas y/o técnicas de GC que apoyan al proceso.

Para caracterizar la dinámica de flujos de conocimiento, se definió un modelo bidimensional donde en la dimensión del nivel de implementación de GC se especifican los elementos necesarios para promover los flujos de conocimiento cíclicos y longitudinales. Estos están relacionados al nivel y tipo de conocimiento requeridos por los procesos de conocimiento. Por otro lado, la dimensión de los procesos de GC se apoya de los enfoques: 1) el proceso de creación de conocimiento, 2) el conocimiento como un recurso para la toma de decisiones; y 3) las actividades que componen el ciclo de vida de GC.

Las contribuciones principales de la investigación son: la caracterización de los diversos tipos y fuentes de conocimiento involucrados en un proyecto de SPI, la identificación de los elementos del marco para la descripción de procesos de conocimiento y la definición del modelo bidimensional para la descripción de flujos de conocimiento relacionados al nivel de implementación de procesos de conocimiento. Todos ellos constituyen el marco de trabajo para proyectos de SPI basados en GC.

PALABRAS CLAVE: Gestión de Conocimiento, Mejora de Procesos de Software, Procesos de conocimiento

ABSTRACT of the Thesis of BRENDA LETICIA FLORES RIOS, in order to obtain the DOCTOR IN SCIENCIAS degree. Mexicali, Baja California. México. January, 2014.

MODELO DE EVOLUCIÓN DE LA GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO EN MIPYMES DE ACUERDO AL NIVEL DE MADUREZ EN UN PROGRAMA DE MEJORA DE PROCESOS DE SOFTWARE

Abstract approved by:

Dr. Oscar Mario Rodríguez Elías
Thesis Advisor

A project of Software Process Improvement (SPI) is a planned, managed and controlled effort that aims to increase the capacity of the software development processes. It is considered that one of the critical success factors of an SPI project depends on knowing the assets of existing knowledge in the organization to achieve the desired level of competitiveness. The problem observed in very small and medium enterprises is the lack of implementing strategies and mechanisms of Knowledge Management to promote the continuous improvement of its processes emphasizing the generation and reuse of knowledge. To search for a solution, we used the Knowledge Flow Identification methodology to identify and analyze knowledge flows related to software processes under intervention, during a SPI project. The flow of knowledge allows the transfer of capability and knowledge of where it resides to where it is needed by adding strategic value to an organization. Thus, the overall objective of the research is to design a framework to guide the implementation of an SPI project based on knowledge management.

As a result, we identified software process entities, which facilitate knowledge flows among the heads of an SPI project. The roles use them as sources and types of knowledge. Such entities contained in a pattern of processes, served as foundation for the description of knowledge processes in terms of: name of the process, sources of knowledge, knowledge activities, knowledge workers, knowledge content and products and technology and KM tools.

To characterize the dynamics of knowledge flows, a two-dimensional model was defined where the dimension of the knowledge management maturity model specifies the elements necessary to promote cyclic and longitudinal knowledge flows. These are related to the level and type of knowledge required by the knowledge processes. On the other hand, the dimension of the reference model of knowledge processes is supported from the approaches: 1) the process of knowledge creation, 2) knowledge as a resource for decision-making; and 3) the activities that make up the knowledge management lifecycle.

The main contributions of this research are: the characterization of various types and sources of knowledge involved in an SPI project, the identification of the elements of the framework for knowledge process description and the definition of the two-dimensional model for the description of knowledge flows related to the implementation level of knowledge processes. All of them constitute the framework for SPI projects based in knowledge management

KEYWORDS: Knowledge Management, Software Process Improvement, Knowledge process.

CONTENIDO

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	1
I.1 Planteamiento del Problema	2
I.2 Preguntas de investigación	8
I.3 Objetivos	9
I.4 Metodología	9
I.5 Estructura de la tesis	13
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	15
II.1 El Conocimiento	15
II.1.1 Taxonomías	16
II.1.2 Mecanismos de Creación del conocimiento	20
II.2 Gestión del Conocimiento	25
II.2.1 Gestión del Conocimiento en Micro, Pequeñas y Medianas organizaciones	30
II.2.2 Gestión del Conocimiento en Ingeniería de Software	32
II.3 Mejora de Procesos Software	34
II.3.1 Definición	35
II.3.2 Entidades de Procesos Software	37
II.4 Gestión del Conocimiento en la Mejora de Procesos Software	44
II.5 Conclusiones del capítulo	47
CAPÍTULO III. MARCO CONCEPTUAL DE GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO EN PROCESOS SOFTWARE	48
III.1 Identificación de flujos de conocimiento (KoFI)	49
III.2 Modelado de Flujos de conocimiento	50
III.2.1 Modelado global para enfoques de flujo de conocimiento	51
III.2.2 Modelado detallado para las entidades proceso software	56
III.3 Análisis de flujos de conocimiento	59
III.3.1 Identificación y clasificación de fuentes de conocimiento	59
III.3.2 Identificación y clasificación de tipos de conocimiento	62
III.3.3 Identificación de flujos de conocimiento	66

III.3.4 Identificación de problemas en el flujo de conocimiento	69
III.3.5 Análisis de herramientas de soporte al flujo de conocimiento	69
III.4 Análisis de flujos de conocimiento del modelo SECI con entidades proceso software	69
III.4.1 Socialización: de conocimiento tácito a conocimiento tácito	70
III.4.2 Exteriorización: de conocimiento tácito a conocimiento explícito	72
III.4.3 Combinación: de conocimiento explícito a conocimiento explícito	74
III.4.4 Interiorización: de conocimiento explícito a conocimiento tácito	76
III.4.5 Identificación global de flujos y perspectivas de conocimiento	78
III.5 Conclusiones del capítulo	82
CAPÍTULO IV. MODELO DECLARATIVO DE PROCESOS DE CONOCIMIENTO	83
IV.1 Descripción del marco de procesos de conocimiento	83
IV.2 Inicializar el programa de Gestión de Conocimiento en un proyecto de Mejora de Procesos Software	85
IV.2.1 Fase 1. Identificación del conocimiento existente	86
IV.2.1.1 Proceso: Identificar las fuentes y tipos de conocimiento	87
IV.2.1.2 Proceso: Identificar el dominio de aplicación del conocimiento	88
IV.2.2 Fase 2. Desarrollo del programa de Gestión de Conocimiento en un proyecto de Mejora de Procesos Software	90
IV.2.2.1 Proceso: Crear/Generar/Adquirir conocimiento	91
IV.2.2.2 Proceso: Exteriorizar conocimiento	92
IV.2.2.3 Proceso: Almacenar conocimiento	92
IV.2.2.4 Proceso: Transferir conocimiento	94
IV.2.2.5 Proceso: Interiorizar y Recuperar conocimiento	94
IV.2.3 Fase 3. Evaluación del conocimiento y seguimiento de resultados	95
IV.2.3.1 Proceso: Medición del conocimiento	95
IV.2.3.2 Proceso: Aplicar y Evolucionar el conocimiento	99
IV.3 Modelo bidimensional para el análisis de flujos de conocimiento	100
IV.3.1 Modelo extendido de flujos de conocimiento	100
IV.3.2 Diseño Factorial 2 ^k propuesto	102
IV.4 Conclusiones del capítulo	106

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO	107
V.1 Conclusiones	107
V.2 Aportaciones	109
V.3 Trabajo Futuro	112
REFERENCIAS	113
ANEXO A. REGISTRO DERECHO AUTOR ANÁLISIS DE FLUJOS DE CONOCIMIENTO EN ENTIDADES PROCESO SOFTWARE	119
ANEXO B. INFRAESTRUCTURA DE FÁBRICA DE EXPERIENCIAS COMO BASE PARA LA GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO EN UN PROGRAMA DE MEJORA DE PROCESOS SOFTWARE	120
ANEXO C. PUBLICACIONES	134

LISTA DE FIGURAS

Núm	Nombre	Pág.
I.1	Modelo de investigación transdisciplinaria apoyado de la metodología KoFI	10
II.1	Modelo de creación de conocimiento organizacional a partir del conocimiento tácito y conocimiento explícito	21
II.2	Dimensiones de creación del conocimiento	25
II.3	Asociación del modelo SECI, modelo D-I-C y las perspectivas de conocimiento	29
II.4	Elementos necesarios para llevar a cabo un proyecto SPI	36
II.5	Principales entidades Proceso software modeladas bajo la simbología SPEM	40
II.6	Marco para la representación de entidades Proceso software	42
III.1	Fases de la metodología KoFI	49
III.2	Ciclo de conocimiento	50
III.3	Principales elementos para el modelado en gráfica rica adaptada	51
III.4	Modelado global del enfoque de ciclo de conocimiento para los diferentes tipos de conocimiento involucrados en las entidades Proceso software	54
III.5	Relación de tipos de conocimiento en la estructura estática de las entidades Proceso software	54
III.6	Modelado global de la aplicación del ciclo de conocimiento en un proceso de gestión de proyectos de software	55
III.7	Modelado de enfoques de flujo de conocimiento utilizando gráfica rica adaptada	56
III.8	Modelado detallado de entidades Proceso software bajo el enfoque de ciclo de conocimiento	57
III.9	Simbología de SPEM-KF usada para representar conceptos de conocimiento	59
III.10	Metamodelo de fuentes y tipos de conocimiento	59
III.11	Relación de las categorías y descripción de fuentes de conocimiento con la estructura estática de las entidades Proceso software	62
III.12	Especificación de conocimiento tácito y explícito en las entidades Proceso software	64
III.13	Relación de la descripción de tipos de conocimiento con la estructura estática de las entidades Proceso software	65
III.14	Relación de la descripción de fuentes y tipos de conocimientos con la estructura estática de las entidades Proceso software	67
III.15	Modelado detallado para la identificación de flujos de conocimiento en las entidades Proceso software	68
III.16	Representación de procesos de creación de conocimiento en una estructura estática	69
III.17	Modelado del proceso de socialización relacionado a entidades Proceso software	71

LISTA DE FIGURAS (continuación)

Núm	Nombre	Pág.
III.18	Modelado del proceso de exteriorización relacionado a entidades Proceso software	73
III.19	Modelado del proceso de combinación relacionado a entidades Proceso software	75
III.20	Modelado del proceso de interiorización relacionado a entidades Proceso software	77
III.21	Modelado detallado del flujo de conocimiento relacionado a las entidades Proceso software bajo el enfoque del modelo SECI	79
III.22	Identificación del modelo SECI y perspectivas de conocimiento en la estructura estática de las entidades Proceso software	80
IV.1	Marco para la descripción de elementos de procesos de conocimiento basado en las entidades proceso de software	84
IV.2	Procesos de conocimiento del modelo integrado de GC	85
IV.3	Modelo propuesto para la implantación de procesos de conocimiento en un programa de GC	86
IV.4	Procesos de conocimiento relacionados a la fase 2	90
IV.5	Modelo extendido de flujos de conocimiento	101
IV.6	Modelo bidimensional para el análisis de flujos de conocimiento relacionados al nivel de implementación de los procesos de conocimiento	103
IV.7	Representación del diseño factorial 2^2	104

LISTA DE TABLAS

Núm	Nombre	Pág.
2.1	Taxonomías de tipos de conocimiento	17
2.2	Clasificación de mecanismos de creación de conocimiento	20
2.3	Descripción de procesos de conversión de conocimiento del modelo SECI	23
2.4	Elementos para definir un proceso según ISO/IEC 24774:2007	38
2.5	Relación de nomenclatura de elementos de estándares y modelos de procesos	39
2.6	Descripción de entidades Proceso software en un patrón de procesos .	42
2.7	Especificación de la captura del conocimiento para las entidades rol y actividad	43
2.8	Propuestas de mejora para programas de SPI	46
3.1	Descripción de las categorías de las fuentes de información o conocimiento	51
3.2	Marco para la identificación de fuentes de conocimiento	60
3.3	Nivel de conocimiento que puede ser obtenido por medio de un rol ...	61
3.4	Marco para la descripción de temas y tipos de conocimiento	63
3.5	Relación de perspectivas de conocimiento con las entidades Proceso software y flujos de conocimiento	81
4.1	Descripción de elementos de procesos de conocimiento	84
4.2	Descripción del proceso Identificar las fuentes y tipos de conocimiento	87
4.3	Descripción del proceso Identificar el dominio de aplicación del conocimiento	88
4.4	Descripción del proceso Crear conocimiento	91
4.5	Descripción del proceso Medición del conocimiento	95

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

Las organizaciones contienen elementos estáticos y dinámicos que mutuamente intervienen en el grado o nivel en el cual el conocimiento se adquiere y utiliza (Claver-Cortés et al., 2008). Cuando éstas aplican habitualmente los principios de Gestión del Conocimiento (GC) con el objetivo de lograr una adaptación al ambiente cambiante o globalizado, logran identificar y capturar conocimiento para su posterior transferencia y reutilización (Kamsu-Foguem, 2008).

Partiendo del hecho de que la Ingeniería de Software¹ utiliza intensamente el conocimiento, es de suponer el impacto de la GC en esta disciplina (Dingsor, 2009). Una organización dedicada al desarrollo de software es una entidad altamente intensiva en conocimiento, por lo que la transferencia del conocimiento es crítica para ella. Así mismo, un proceso de software es también un proceso de aprendizaje intensivo de conocimiento organizacional y necesita ser apoyado con técnicas de GC (Wan, 2009). De esta forma, la aplicación de la GC en el campo de desarrollo de software permite conocer cómo la experiencia de desarrollos previos es interiorizada por los roles participantes y utilizada para reducir costos y defectos, mejorar la calidad de los productos (Dingsor y Conradi, 2002) y apoyar el proceso de desarrollo de software (Landes et al., 1999).

A nivel mundial la industria del software está formada por micros, pequeñas y medianas empresas (MIPYMEs), que suponen ser cerca del 90% de los negocios formales y que generan entre el 40% y el 50% del empleo total (Calvo-Manzano et al., 2008). En este sentido y para ayudar a las MIPYMEs en sus esfuerzos de mejora, el Instituto de Ingeniería de Software (SEI por sus siglas en inglés) introdujo el enfoque de Mejora de Procesos Software (SPI por sus siglas de Software Process Improvement). Por otro lado, la Organización Internacional para la Estandarización (ISO por sus siglas en inglés) definió en su junta plenaria de Helsinki, que dentro del Subcomité 7 (SC7 de Ingeniería de Software y Sistemas) se creara el Grupo de Trabajo (WG 24) llamado SC7-WG24. Este grupo fue el responsable de la descripción de un marco común para los perfiles evaluables de las

¹ La IEEE en el estándar 610-1990, define a la Ingeniería de Software como la aplicación de un método sistemático, disciplinado y cuantificable para el desarrollo, operación y mantenimiento de software.

pequeñas y medianas organizaciones (VSE por sus siglas de Very Small Enterprises), debido a que se ha reportado que las MIPYMEs o VSEs les resulta difícil relacionar las normas ISO con sus necesidades del negocio (Laporte et al., 2008). Separar los perfiles de las VSEs con menos de 10 empleados y aquellas con más de 10 y hasta 25 empleados fue la primera categoría de interés para el WG24 (Laporte et al., 2008).

En este proyecto de investigación, se resalta la importancia de aplicar dentro de una MIPYME o VSE técnicas y enfoques de GC como parte de un proyecto de SPI, como resultado de la integración de estrategias, recursos, procesos, roles orientados a conocimiento y activos de conocimiento relevantes, como lecciones aprendidas, mejores prácticas y experiencias. Algunos beneficios reportados son la reducción de tiempo y costo de desarrollo de un producto de software, el incremento de calidad y de las capacidades de toma de decisión (Dingsoyr, 2009). Por lo anterior, se considera que la transdisciplinariedad de un proyecto de SPI basado en GC promoverá la mejora continua de los procesos, la identificación de recursos o herramientas de conocimiento, la aplicación de métodos o técnicas apropiados o recomendados para la generación, transferencia y evolución del conocimiento.

En este primer capítulo, se presenta la introducción al trabajo doctoral, la problemática detectada dentro del contexto de GC y SPI la cual brinda las bases para definir los objetivos específicos. Se exponen las fases de la metodología utilizada y se detallan las aportaciones o resultados obtenidos en las actividades realizadas.

I.1 Planteamiento del problema

Se define a la mejora de procesos como el esfuerzo continuo para saber acerca del sistema de causas en un proceso y usar éste conocimiento en el cambio y mejora del proceso con el objetivo de reducir su variación, complejidad y mejorar la satisfacción del cliente (Moen et al., 1999). En este sentido, la mejora de procesos va encaminada a mantener estables los procesos que permitan obtener los resultados esperados (Capote et al., 2008).

La mejora de procesos asociada en el contexto de la industria de software ha llegado a ser un tema de interés para practicantes e investigadores (Dyba, 2000; Hall et al., 2002; Niazi et al., 2003). Actualmente, las organizaciones desarrolladoras de software, grandes (más de 200 desarrolladores) y MIPYMEs, no sólo miden la calidad del producto terminado, sino también desean medir la calidad del proceso en el que se desarrollan sus productos de software (Pino et al., 2006). Es por ello, que implementan modelos de calidad para apoyar su planificación, control y mejora de sus procesos (Bohem, 1998). El proceso de SPI es continuo y evolutivo con ciclos repetitivos a través de las fases (IDEAL, 1996) de: evaluación actual de las prácticas de software, identificación y priorización de mejoras y procesos, implementación e institucionalización de mejoras y evaluación de experiencias de mejoras. Es así, como un proyecto de SPI dentro de una organización es la aproximación a la mejora sistemática y continua de la capacidad de sus procesos para producir y entregar software de calidad (Arent, 2000).

Según Dyba (2003), la diferencia fundamental entre las MIPYMEs y las grandes empresas, se centran en las respectivas aproximaciones o visiones de los programas de SPI que se llevan a cabo en cada tipo de organización. En las grandes empresas se despliegan sus buenas prácticas a través del establecimiento de modelos de referencia y evaluación de procesos, procedimientos estandarizados, guías, reglas establecidas, entre otros. Por el contrario, las MIPYMEs obtienen sus mejores resultados derivados de la creatividad y la dedicación extraordinaria del recurso humano involucrado en el proyecto de SPI. Esto implica que las MIPYMEs deben esforzarse en conseguir la participación de su recurso humano y en explorar su conocimiento (Mas y Amengual, 2005).

En las MIPYMEs, gestionar el conocimiento relacionado a la SPI requiere de tiempo (entre los 18 a 24 meses), recursos y esfuerzo (Pino et al., 2007) debido a que el conocimiento relacionado con los procesos se define y gestiona de manera formal mediante el uso de modelos de referencia de procesos. La evidencia de la realización de las actividades es almacenada en una base y/o repositorio de conocimiento. En ocasiones, se apoyan de un consultor para la formalización y puesta en marcha de un proyecto de SPI, donde en los primeros ciclos de mejora, generar o actualizar el conocimiento almacenado

en el repositorio, les requiere a los roles hacer cambios significativos en las actividades que realizan a diario (Heredia García, 2012). Es frecuente que dentro de una MIPYME, exista recurso humano con el conocimiento o la experiencia suficiente para resolver un determinado problema, pero si no se tiene el conocimiento de lo que los demás saben, difícilmente será consultado. Este problema está relacionado con el desaprovechamiento del conocimiento. Con frecuencia las organizaciones no saben lo que realmente saben (Tiwana, 2000; Rodríguez Elías, 2007) o se centran en los aspectos técnicos, recursos tecnológicos, máquinas, herramientas, entre otra infraestructura.

Así mismo, se han reportado algunos factores por lo que los proyectos de SPI fallan, entre ellos se encuentran que: a) el grupo de mejora hace un inadecuado uso de prácticas, con interpretaciones erróneas o inadecuadas de los modelos de referencia o evaluación de procesos utilizados (Morales Bustamante, 2011); b) los activos intangibles generados en cada ciclo de mejora son almacenados en una base de conocimiento sin la debida gestión para la contribución efectiva en la toma de decisiones en futuros ciclos o proyectos de SPI; o c) la comunicación poco efectiva entre la alta dirección, el grupo de mejora y/o de toda la organización, genera un desconocimiento de los requisitos, objetivos y el alcance del proyecto de SPI (Analabon, 2005).

Aún cuando existen normas y modelos de referencia y evaluación de procesos tanto internacionales (CMMI, ISO 29110, ISO/IEC 15504, entre otros) como nacionales (NMX-I-059 y NMX-I-15504) para estandarizar, normalizar y medir los procesos organizacionales (Poveda Bautista et al., 2008), no es una práctica común para que las MIPYMEs desarrolladoras de software las adquieran y/o adopten como fuentes de conocimiento específicas. Su adquisición o uso les permitiría mejorar e institucionalizar sus procesos. Según Niazi et al., (2005) el problema de la SPI no es la falta de estándares o modelos, sino la estrategia y mecanismos para implantarlos. La estrategia debe de estar basada en la gestión del cambio y enfocada fundamentalmente en las personas (Bayoda et al., 2010) quienes deben de conocer los activos de conocimiento existentes en su organización para alcanzar el nivel de competitividad deseado o elevar su nivel de madurez actual.

El nivel de madurez se refiere al máximo nivel que una organización puede obtener por todos los procesos evaluados. Los procesos se acompañan de una evolución de recursos de infraestructura y agentes humanos desempeñando roles. Las funciones y responsabilidades que asumen los roles varían en relación al nivel de capacidad de los procesos, siendo más y mayores a medida que se avanza de nivel. De esta forma, se esperaría que una organización madura de desarrollo de software tendría un alto nivel de capacidad de procesos, conocimiento y recursos, lo cual le permitiría gestionar exitosamente los procesos asociados con el desarrollo, mantenimiento y soporte de productos de software. Este es uno de los escenarios donde se observa la relación de la GC en el campo de SPI. En un proyecto de SPI se esperaría la generación, transferencia y reutilización del conocimiento en relación a la madurez de la organización donde tanto los procesos organizacionales como los de desarrollo de software, se basan en el conocimiento de las actividades de planeación, gestión, evaluación y control. El reto es apoyar a las MIPYMEs en la definición de un modelo de referencia de procesos de conocimiento que se correlacione con el nivel de madurez de la organización, y por ende al nivel de capacidad de procesos.

Contexto de Mejora de Procesos a nivel nacional

En el 2003, en México se definió el Modelo de Procesos para la Industria de Software (MoProSoft) (Oktaba et al., 2003) y el Método de Evaluación (EvalProSoft). La evolución de MoProSoft, llevó a la creación de la norma NMX-I-059-NYCE-2005 (NMX-I-059, 2011) misma que establece criterios para que las MIPYMEs, a través de su adopción e implantación, como modelo de referencia, puedan estandarizar sus prácticas diarias y elevar la capacidad de sus procesos para ofrecer servicios y productos que alcancen niveles internacionales de competitividad (Oktaba y Piattini, 2008; NMX-I-059/01, 2005).

De acuerdo con el diagnóstico del conocimiento y uso actual de modelos de calidad realizado a 114 empresas mexicanas de desarrollo de software (Gutiérrez Gasca et al., 2008), del 86% de las empresas encuestadas sólo el 44% utilizaban como modelo de referencia de procesos a MoProSoft (Oktaba, 2005) o la norma NMX-I-059 (NMX-I-059, 2011), mientras que el 26% se inclinaba por modelos de referencia internacionales. Por otra

parte, el 30% no refería a ningún modelo de referencia y/o evaluación de procesos. Los resultados demostraron que las organizaciones tienen un reducido conocimiento sobre modelos de calidad de software (nacionales e internacionales), desconocen los métodos específicos para evaluar la calidad de sus productos y expresan la necesidad de contar con modelos integrales para asegurar la calidad de sus procesos (Gutiérrez Gasca et al., 2008).

Del reporte anterior, nos centraremos en el 44% de las empresas que utilizan MoProSoft o la Norma NMX-I-059 para exponer algunas características o particularidades de la industria mexicana. La NMX-I-059 se integra por 4 partes: 01) Definición de conceptos y productos de software, 02) Requisitos de Procesos (MoProSoft), 03) Guía de implantación de procesos y 04) Directrices para la evaluación (NMX-I-059, 2011).

En la parte 01 se define a la base de conocimiento como el repositorio de los productos de trabajo, tales como planes, productos de software, reportes, registros, lecciones aprendidas y otros documentos. Un producto de trabajo es un artefacto asociado con la ejecución de un proceso, por consiguiente su naturaleza debe variar dependiendo del propósito del proceso. La sección 3.2.1.6 especifica que la base de conocimiento opcionalmente puede contener conocimiento tecnológico, terminología, conceptos, metodologías y bibliotecas de reuso. Además, el inciso 3.2 de dicha parte contiene la lista de los 70 productos de trabajo que son de tipo de entrada o salida. En el apéndice A de la parte 02, le permite a las MIPYMEs utilizarlo como guía para la construcción de su base de conocimiento conforme avanza de un nivel de madurez a otro. Sin embargo, para conocer la dependencia de los roles encargados de producirlos, validarlos y evolucionarlos es necesario recurrir a la parte 03 de la norma.

En el taller de prácticas de uso de la NMX-I-059, impartido en el 2008, ante una comunidad conformada por profesores y empresarios de tecnologías de información del estado de Baja California, se observó que no es fácil el manejo simultáneo de las 4 partes de la NMX-I-059 y en ocasiones se complica realizar la dependencia entre los activos de procesos. Así mismo, al realizar cada uno los 9 procesos requeridos, se analizó que los recursos de infraestructura y la capacitación requerida descritos para cada actividad no

proporcionan una descripción detallada de los atributos necesarios para cada recurso por nivel de capacidad. Tampoco se encuentran las especificaciones de los tipos de herramientas existentes que podrían ser utilizadas tanto para cada proceso como por nivel de capacidad (Gastelum Ramírez, 2011).

Otro problema que se ha detectado en algunas organizaciones, es la generación de productos de trabajo directos como parte una cultura de gestión de documentos o por indicaciones de un servicio de consultoría. Los roles que ejecutan los procesos consideran que si tienen los productos de trabajo dan cumplimiento a la realización del propósito de las Prácticas Base (PB) definidas en un modelo de referencia de procesos (ISO/IEC 15504-5, 2006), acotando algunos riesgos inherentes a una evaluación y reduciendo sus debilidades (Flores Rios et al., 2013). Esto se debe a que los productos de trabajo que resulten de realizar las PB, son la evidencia complementaria de la realización y desempeño del proceso.

Las organizaciones mexicanas dedicadas al desarrollo de software que buscan un reconocimiento oficial del cumplimiento de la NMX-I-059, lo obtienen a través de un proceso de verificación llevado a cabo por una organización avalada por la Entidad Mexicana de Acreditación como la Organización en Normalización y Certificación Electrónica (NYCE) o la empresa CERTVER (CERTVER, 2012). En el proceso de verificación, los evaluadores verifican que los roles conocen y comprenden el propósito del proceso, y realizan las actividades necesarias para las PB generando y utilizando sus productos de trabajo.

En la parte 02 de la norma, se especifica que los niveles de capacidad de procesos alcanzados y sus atributos se ubican en una escala de 5 niveles (ISO/IEC 15504, 2004). El nivel 1 se asocia al nivel de capacidad y conocimiento más bajo indicando que la organización logra el propósito del proceso. Por otro lado, el valor más alto es 5, significando un logro en las metas del negocio proyectadas a través de la optimización y mejora continua. De acuerdo a los datos publicados por la NYCE en el 2008, en los primeros 6 meses de ese año, el número de organizaciones verificadas en el nivel 1 se incrementó el 960% con respecto a los dos años anteriores. A partir del siguiente nivel de capacidad implica que cualquier proceso debe ser planeado, institucionalizado, supervisado

y adaptado para cumplir con los objetivos del proceso y producir los productos de trabajo que se identifican, documentan y controlan adecuadamente (ISO/IEC 15504-5, 2006). Sin embargo, para algunas MIPYMEs se les dificulta cumplir con estas técnicas o simplemente no logran una verificación exitosa. En la consulta realizada en Diciembre de 2013, a nivel nacional existen alrededor de 5 MIPYMEs con nivel 3 de madurez y cero para los siguientes dos niveles. En el estado de Baja California existen sólo 1 MIPYME con nivel 2 de madurez y 2 con nivel 1, siendo una de las entidades con más bajo nivel de verificaciones oficiales.

Paralelamente a los esfuerzos de la industria mexicana de software, el grupo D.21 - Mejora de Procesos utilizó MoProSoft como base para la definición del Modelo COMPETISOFT para fomentar la mejora y competitividad de las pequeñas y medianas empresas iberoamericanas de la industria de software (Oktaba et al., 2008). Posteriormente, en el año de 2010 MoProSoft se utilizó para realizar el reporte técnico de la norma ISO/IEC 29110, presentando las guías sobre la implementación de perfiles de VSE (Campos Valdovinos y Oktaba, 2012). Algunas organizaciones que cuentan con una cultura de procesos basada en MoProSoft o COMPETISOFT están utilizando la norma ISO/IEC 29110 con el objetivo de tener competitividad y posicionamiento internacional (Campos Valdovinos y Oktaba, 2012).

I.2 Preguntas de investigación

Si bien la implantación de la GC, como un proceso transversal de apoyo a una MIPYME o VSE que busca elevar su nivel de madurez, se ha dado dentro de proyectos ya puestos en marcha (Capote et al., 2008; Wan, 2011), el reto de esta investigación es identificar y analizar qué tipo de conocimiento adquirido o desarrollado por algunas organizaciones puede ser representado y transferido de manera que sirva a otras que aún no han adquirido la cultura de calidad y/o implementado un proyecto de SPI basado en conocimiento. El enfoque basado en recursos enfatiza que los beneficios no están en repetir las prácticas de otras organizaciones, sino en explotar las diferencias existentes entre ellas, mediante el desarrollo, protección y explotación de los recursos, capacidades y

conocimiento. Por tal motivo, se considera necesario responder a las siguientes interrogantes:

Pregunta 1. *¿Se requiere de un modelo de procesos de conocimiento que ayude a las organizaciones de software a elevar su nivel de implementación de Gestión de Conocimiento?*

Pregunta 2. *¿Cuáles son las estrategias, mecanismos o enfoques de Gestión de Conocimiento que pueden estar involucrados o que son requeridos en un proyecto de SPI basado en conocimiento?*

I.3 Objetivos

El objetivo de esta investigación es diseñar un marco de trabajo que guíe la realización de la Gestión del Conocimiento de los procesos software bajo intervención, durante un proyecto de mejora realizado por una organización tipo MIPYME. De tal forma que dicho marco facilite la implementación del proyecto.

1.3.1 Objetivos Específicos

Los objetivos específicos que se proponen son:

O1. Aplicar la metodología *Knowledge Flow Identification* (KoFI) para el análisis del flujo del conocimiento de las entidades de Proceso software.

O2. Definir los elementos necesarios del marco de trabajo de Gestión del Conocimiento en Procesos Software.

O3. Analizar cómo los activos intangibles son representados, implementados, administrados y disponibles dentro de la base de conocimiento de una organización; y

O4. Validar por medio de un caso práctico una de las partes del marco de trabajo definido.

1.4 Metodología de investigación

Este trabajo se justifica ampliamente por la relevancia y pertinencia de la necesidad de encontrar relaciones transdisciplinarias entre las ciencias cognitivas y las ciencias de la computación, en beneficio de las organizaciones desarrolladoras de software. Se demanda

la disciplina de GC para generar propuestas para mejorar las prácticas de SPI que se adapten a las características de las MIPYMEs.

La metodología se basa en la transdisciplinariedad como la unidad de la ciencia para la correlación del conocimiento teórico, metodológico o epistemológico. La investigación transdisciplinaria implica ver un problema en un nivel descriptivo, normativo e interactivo (Hadam et al., 2004), en la que se favorece la generación de conocimiento sobre procesos y estrategias para mejorar prácticas sociales o de relevancia en aspectos socio-técnicos. En este trabajo nos referimos al aspecto normativo como la preparación general de las MIPYMEs para tomar en cuenta los diversos tipos de conocimiento que poseen al ejecutar procesos definidos en estándares o modelos de referencia de procesos, como la NMX-I-059.

Se presenta un modelo circular de investigación transdisciplinaria con la combinación de la metodología KoFI (por sus siglas en inglés de *Knowledge Flow Identification*). KoFI define los lineamientos para la identificación y análisis de flujos de conocimiento en los procesos organizacionales y su aplicación también es un proceso iterativo e incremental que puede retroalimentar de una fase a cualquier otra del modelo propuesto (Figura I.1).

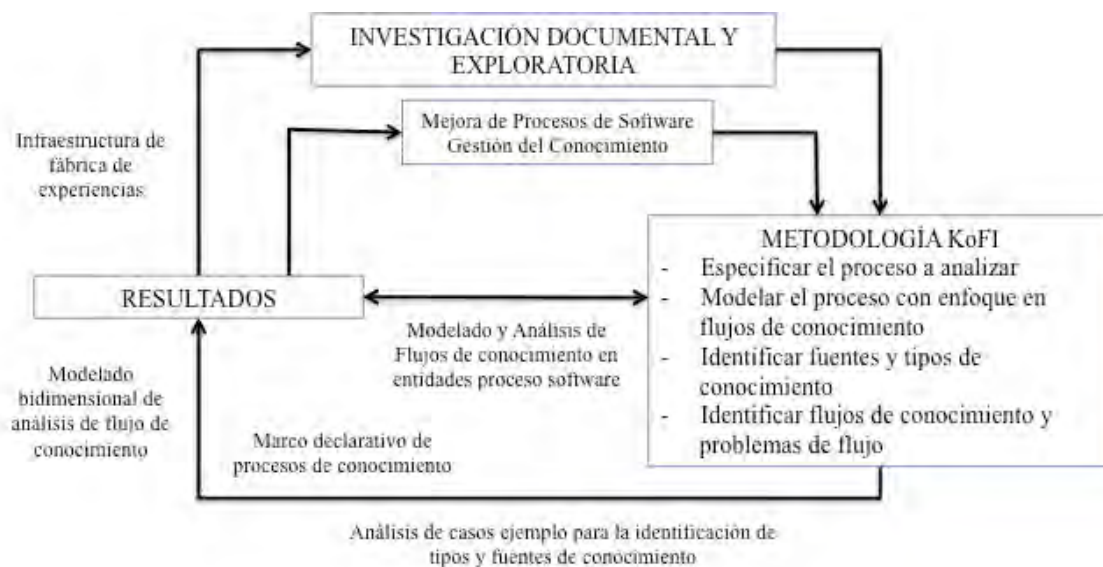


Figura I.1 Modelo de investigación transdisciplinaria apoyado de la metodología KoFI

A continuación, se describe cada una de las etapas del modelo de la Figura I.1 las cuales corresponden a la forma en la que se realizó el trabajo. El cumplimiento de cada objetivo específico así como los resultados y conclusiones se fueron depurando debido al flujo circular de la metodología.

Como primera actividad, se partió de una investigación documental y exploratoria (Hernández Sampieri et al., 2008). Por la actualidad del tema de SPI, la investigación documental se orientó a la búsqueda y análisis de artículos y reportes publicados en *journals*, bibliotecas digitales y normas internacionales. Por otro lado, la de tipo exploratoria se llevó a cabo con la asistencia a congresos nacionales e internacionales, cursos, estancias de investigación y seminarios especializados en los temas de investigación.

Se asistió a dos cursos de actualización disciplinaria adicionales a los acreditados en el programa doctoral MyDCI. El primero se realizó bajo el nombre de *Introduction to the Capability Maturity Model Integration Version 1.2* el cual fue ofertado por el Instituto de Ingeniería de Software de la Universidad Carnegie Mellon. El segundo curso consistió en un taller titulado *Project Management Workshop* el cual abordó temas relacionados con las mejores prácticas y lecciones aprendidas recopiladas por el *Project Management Institute*. Los conocimientos adquiridos en este último curso, fueron puestos en práctica para realizar un análisis comparativo de la norma ISO/IEC 10006 con los estándares relacionados a la mejora de procesos de software (Flores Rios et al., 2009).

Desde el inicio del proyecto, se utilizó la metodología KoFI como apoyo a la creación de un mapa de conocimiento para la investigación transdisciplinaria y obteniendo en las siguientes iteraciones, la identificación y análisis de flujos de conocimiento relevantes en el marco conceptual de GC en procesos software. Las fases que se siguieron en la metodología KoFI fueron: 1) la especificación del proceso a analizar, 2) el modelado del proceso con un enfoque en flujos de conocimiento, 3) la identificación de fuentes y tipos de conocimiento, 4) la identificación de la forma en la que el conocimiento fluye dentro del grupo de trabajo detectando problemas que puedan estar afectando dicho flujo (Rodríguez-Elías y Martínez García, 2011). La metodología KoFI permitió identificar el conocimiento que es aplicado o requerido durante la realización de los procesos de

conocimiento o toma de decisiones, las fuentes donde el conocimiento es almacenado u obtenido, así como los mecanismos utilizados para localizar las fuentes y transferir conocimiento.

En el 2010, se realizó una estancia en el Grupo IDIS – Investigación y Desarrollo de Ingeniería de Software – de la Universidad del Cauca, Colombia para analizar los flujos de generación y transferencia de conocimiento en las entidades de proceso software. Dichas entidades se definen por el conjunto de actividades que son realizadas para lograr el propósito de un proceso. El resultado de la colaboración, se encuentra en la sección III.4 del capítulo III. El modelado y análisis obtenido fue sometido a registro como modelo de utilidad ante el Instituto Nacional de Derecho de Autor (Flores Rios et al., 2013).

Por otro lado, se realizaron diversas visitas a las 3 MIPYMEs verificadas oficialmente en el estado y dos estancias de investigación en el año 2009 y 2013 en una empresa que empezó su implantación de proyecto de SPI. En el estado de Baja California sólo existe 1 organización con nivel 2 de madurez y 2 con nivel 1, siendo una de las entidades con más bajo nivel de verificaciones oficiales. El objetivo de las entrevistas semi-estructuradas fue el conocer el contexto empresarial local sobre su experiencia en proyectos de SPI considerando los atributos de procesos de nivel de capacidad 1 y 2 (Gastelum Ramírez y Flores Rios, 2010; Olguín Espinoza et al., 2012).

Con el objetivo de analizar la propuesta de interpretar las fuentes y tipos de conocimiento en un proyecto de SPI, se llevó a la práctica por medio del análisis de dos casos ejemplo. La 1era. empresa (identificada MIPYME A), en el 2008, obtuvo su primera verificación por parte de NYCE (Flores Rios et al., 2008). Durante el cierre de su proyecto de SPI, se detectó la necesidad de incrementar el conocimiento procedural y tópico de los responsables de procesos para la interpretación de cada uno de los atributos de procesos y los indicadores requeridos por el nivel 2 de capacidad. En el 2009, la MIPYME A estableció un nuevo convenio con la Universidad Autónoma de Baja California para crear un proyecto de SPI orientado al nivel 2 de madurez y alineado con su planeación estratégica. En el 2010, obtuvo el cumplimiento de los 9 procesos y elementos requeridos

de conformidad con la NMX-I-059/02 para el nivel 2. La contribución práctica del caso de estudio, permitió identificar los tipos de conocimiento y verificar empíricamente si el conjunto de actividades de control y mejora de procesos dependen de evaluar, objetivamente, la capacidad de procesos definida en la NMX-I-15504 y así determinar, bajo un enfoque de GC, la madurez organizacional según lo requerido para el nivel 2 de capacidad por la NMX-I-059. Así mismo, se analizó cómo los tipos de conocimientos podrían estar asociados implícitamente con los niveles de capacidad de procesos, ayudando a distinguir y definir un modelo bidimensional recomendado en la implantación de proyectos de SPI basados en GC.

Por otro lado, la 2da. empresa (MIPYME B) es una microempresa con 5 años de antigüedad, el nivel de estudios de su recurso humano es de licenciatura y posgrado dedicándose al desarrollo de sistemas de software a la medida y análisis de procesos. Desde 2009, la MIPYME B ha ajustado sus procesos bajo la norma NMX-I-059 con la finalidad de elevar la capacidad de sus procesos considerando en un futuro ser verificada oficialmente. Uno de los escenarios que se analizaron fue la presencia de los procesos de exteriorización y combinación con la implementación de un proyecto de mediana complejidad haciendo uso de un sistema de soporte (Olguín Espinoza et al., 2012).

En un nuevo ciclo de la metodología, se trabajó en la definición de los elementos del marco de trabajo propuestos como parte de un proyecto de SPI basado en conocimiento. Las características sobresalientes de cada uno se expondrán más adelante en los capítulos III, IV y Anexo B.

I.5 Estructura de la tesis

El resto del documento de tesis está organizado de la siguiente manera:

El Capítulo II está enfocado a las áreas de Gestión de Conocimiento y Mejora de Procesos Software y una acercamiento a la transdisciplinariedad entre ambas.

En el Capítulo III, se presentan los resultados de la aplicación de la metodología KoFI para cada una de sus fases. En este capítulo se exponen los modelos bajo la extensión del Metamodelo para Procesos de Ingeniería de Software (SPEM-KF) los cuales permiten analizar la transferencia y creación de conocimiento en las entidades procesos de software para dos enfoques de flujos de conocimiento.

El Capítulo IV aborda el enfoque de ciclo de vida de GC para considerar los procesos de conocimiento del marco declarativo propuesto. El marco se apoya de los elementos definidos por el estándar ISO/IEC 24774 y de las entidades proceso software, presentadas en el capítulo II.

Las conclusiones generales sobre el impacto de la transdisciplinariedad detectada en este trabajo junto a las actividades sugeridas a realizar para dar continuidad a la investigación se exponen en el Capítulo V.

El anexo A presenta la adaptación de la infraestructura de fábrica de experiencias, definida por Basili y McGarry (1998), como un elemento del marco de trabajo para un proyecto de SPI bajo un enfoque de flujos de conocimiento. Se seleccionó esta infraestructura debido a que reconoce el paradigma de mejora de calidad (QIP por sus siglas en inglés) en la mejora de procesos y productos de software permitiendo producir, almacenar y reutilizar activos de conocimiento de las organizaciones dedicadas al desarrollo y mantenimiento de software. En este sentido, las MIPYMEs como parte de sus prácticas diarias, podrán generar, empaquetar y reutilizar las experiencias, lecciones aprendidas y/o productos de trabajo almacenados en la base de conocimiento o base de experiencias bajo una cultura de creación, almacenamiento y transferencia de conocimiento. La aportación de este trabajo es la asociación directa de las etapas del paradigma QIP con los enfoques de flujos de conocimientos modelo SECI y ciclo de conocimiento (Flores Rios y Rodríguez Elías, 2010), los cuales fueron abordados ampliamente en el capítulo III.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

En el capítulo anterior, se presentó la importancia de determinar cuáles procesos o estrategias de GC pueden apoyar a las organizaciones de desarrollo de software a promover la mejora continua de sus actividades enfatizando la generación y reutilización del conocimiento dentro de un proyecto de mejora de procesos de software (SPI por sus siglas en inglés). Por tal motivo, este capítulo presenta conceptos, enfoques, taxonomías y modelos que definen cómo el conocimiento fluye y/o se crea en las organizaciones. Posteriormente, se exponen las características sobre el área de SPI y el trabajo relacionado a la transdisciplinariedad entre GC y SPI.

II.1 El Conocimiento

Para gestionar el conocimiento, primero es necesario especificar qué se entiende como tal y cómo puede clasificarse. Existe una amplia variedad de definiciones del término conocimiento (Hejduk, 2005), algunas de ellas son derivadas desde el contenido o estructura del conocimiento mismo, y otras desde su representación (Robillard, 1999) o de acuerdo al contexto donde se utiliza (Syazwan-Abdullah et al., 2006). A continuación, se presentan sus definiciones desde cuatro enfoques:

1. Davenport y Prusak (2000) señalan que el conocimiento es una mezcla fluida de experiencias estructuradas, valores, información contextual e internalización experta que provee un marco para evaluar e incorporar nuevas experiencias e información. Esto se origina y aplica en la mente de quienes lo poseen.
2. El conocimiento se puede entender como el proceso de comunicación determinado por la Teoría de Comunicación en torno al sujeto (persona), objeto, medio y el mensaje. Esta teoría especifica que al momento de que el sujeto recibe el mensaje propio del objeto a través de un medio en algún código, éste es filtrado por sus capacidades cognitivas y los modelos de conocimiento (Pavez Salazar, 2000).
3. Visión desde el proceso. El conocimiento se presenta en torno al proceso de valor agregado (Fleming, 2008), asociado al nivel de independencia del contexto y el nivel de entendimiento de los elementos de la cadena informacional. Niel Fleming (2008) representa a los datos como el nivel más bajo, seguido por la información

(representando *el cuál, el quién, el cuándo y dónde*), el conocimiento (significa *el cómo*) y la sabiduría (*el por qué*) (Pavez Salazar, 2000; Bellinger, 2004).

4. Desde una visión organizacional, el conocimiento es un flujo en el que se mezclan las experiencias, valores importantes, información contextual, y puntos de vista de expertos, que facilitan un marco de análisis para evaluar e incorporar nuevas experiencias e información. El conocimiento que es o puede ser valioso para una organización por lo general está integrado no sólo en documentos o repositorios, sino también en rutinas, procesos, prácticas o normas. De esta forma, el conocimiento se encuentra en libros, sistemas de archivos, bases de datos, bases de conocimiento, sistemas de información e incluso en la mente de las personas (Holz, 2003). Autores como Alavi y Leidner (2001) consideran que el conocimiento tiene poco valor sino se comparte o fluye; debido a que éste es fundamental para que una organización sea capaz de crear y mantener ventajas competitivas.

El grupo de enfoques presentado, se caracteriza por definir cómo es posible obtener información y conocimiento a partir de un contexto individual y organizacional; lo siguiente será conocer cuáles son los principales tipos de conocimiento.

II.1.1 Taxonomías

Una taxonomía o dominio se refiere a representar un conjunto de conocimientos en forma jerárquica con referencias cruzadas entre conceptos. Esto significa que los distintos tipos de conocimiento presentan características taxonómicas relacionadas unas con otras. Rao (2005) especifica que las taxonomías son una técnica ampliamente usada debido a que facilitan la organización y descripción del conocimiento.

La Tabla 2.1 presenta algunas taxonomías de tipos de conocimientos que se han propuesto por diversos autores (Robillard, 1999; Nonaka y Takeuchi, 1995). Las apreciaciones para cada tipo son derivadas desde el contenido o estructura de los mismos, y otras desde su representación (Robillard, 1999). La utilidad de diferenciar y especificar los diferentes tipos de conocimiento radica en comparar las ventajas que se derivan de cada uno de ellos (Segarra Ciprés, 2009) y entender cómo se relacionan unos con otros (Shadbolt

y Milton, 1999). De esta forma, la combinación de características taxonómicas otorgan al conocimiento un recurso estratégico de ventaja competitiva en el desarrollo de capacidades de gestión para las organizaciones.

Tabla 2.1 Taxonomías de tipos de conocimiento

Año	Autor	Tipos de conocimiento
1945	G. Ryle	- Conocimiento teórico o declarativo (<i>conocimiento qué</i>) - Conocimiento corporizado
1962	Michael Polanyi	- Conocimiento tácito (<i>¿Quién sabe qué?, ¿Quién conoce a quién?, ¿Quién conoce esto?</i>) - Conocimiento explícito
1991	Nonaka	- Teoría del aprendizaje organizacional
1993	Hedlund y Nonaka	- Agentes creadores del conocimiento: individuo, grupo, organización, interorganización (<i>Dimensión ontológica</i>)
1995	Nonaka y Takeuchi	- Conocimiento armonizado, Conocimiento sistémico, Conocimiento operacional, Conocimiento conceptual
1999	Robillard	- Conocimiento procedural - Conocimiento declarativo (<i>conocimiento tópico/semántico y episódico</i>)
2001	Alavi y Leidner	- Conocimiento declarativo (<i>saber qué</i>) - Conocimiento causal (<i>conocer por qué</i>) - Conocimiento condicional (<i>conocer cuándo</i>) - Conocimiento relacional (<i>conocer las relaciones entre los tipos de conocimiento</i>) - Conocimiento pragmático (<i>conocimiento útil para una organización</i>)

El conocimiento teórico o declarativo es estático y está basado en hechos (eventos), propiedades de las personas, objetos y sus relaciones entre ellos. Su análisis fue considerado por G. Ryle (1945) como una aplicación que hizo entre el *conocer qué* y el *conocer cómo*. El *conocer qué* o conocimiento teórico, involucra el conocimiento conscientemente accesible que puede ser articulado. Este conocimiento es caracterizado por la habilidad de una persona en aprender a través de instrucción explícita, el recitado de las reglas y la atención a sus movimientos. También se relaciona con el conocimiento tópico o semántico el cual se refiere al significado de las palabras, como las definiciones en el diccionario o libros de texto (Robillard, 1999).

El conocimiento corporizado, surgió como una oposición al conocimiento teórico, el cual sostenía que cuando una persona adquiere una habilidad, se adquiere una comprensión

correspondiente que provoca la articulación (González, 2004). Esto significa que las actividades son aprendidas a través de la experiencia y habilidades de una persona (conocimiento episódico) una vez que el conocimiento tópico y técnico son adquiridos (Robillard, 1999).

En 1966, Michael Polanyi (1966) argumentó que los seres humanos adquieren conocimiento creando y organizando activamente sus propias experiencias. Dicho autor justificó que para crear conocimiento era necesaria la interacción continua del conocimiento explícito y conocimiento tácito, siendo el pionero en tal categorización. La distinción entre el conocimiento explícito y el conocimiento tácito fue retomada en la primera publicación de Nonaka en 1991, quien formuló la Teoría de Aprendizaje Organizacional centrándola en la conversión entre ambos tipos de conocimientos (Nonaka, 1991).

El conocimiento explícito se refiere a aquel conocimiento que puede ser articulado, codificado y comunicado de forma simbólica y/o con un lenguaje natural. Nonaka y Konno (1998) establecen que el conocimiento explícito puede ser expresado por lo general en palabras y números, y compartido en forma de datos, fórmulas científicas, procedimientos codificados o principios universales (Nonaka y Takeuchi, 1999). El conocimiento explícito puede ser encontrado en los archivos y folders de una organización, bases de datos, documentos, artículos de investigación, libros, código de software, mensajes de correo electrónico, procedimientos y procesos escritos (Stein, 1995; Vasandani, 1995).

A diferencia del conocimiento explícito, el conocimiento tácito es aquel conocimiento personal que no es fácil de plantear a través del lenguaje formal, por lo que resulta difícil de transmitir y compartir con otros (Nonaka y Konno, 1998). Este tipo de conocimiento tiene sus raíces en las acciones y experiencia individual, así como en los ideales, valores, emociones, intuición, ideas, aspectos subjetivos de cada persona. Sin embargo, el conocimiento tácito puede integrar tanto elementos cognitivos² como aspectos técnicos; es decir, conocimiento declarativo. El componente técnico (o conocimiento

² Cognoscitivo, del latín *congoscere*, conocer. Cognitivo se refiere a lo perteneciente o relativo al conocimiento.

procedural) expresa el conocer cómo se lleva a cabo una tarea y las habilidades no formales y difíciles de definir dentro de un contexto específico, pero una vez aprendido éste no se olvida (Robillard, 1999).

Autores como (Ambrosini y Bowman, 2001; Stenmark, 2001) hacen énfasis en las implicaciones que se derivan de la naturaleza tácita del conocimiento debido a: a) que por su característica es difícil de imitar, sustituir o transferir, convirtiéndolo en un recurso crítico para la organización; b) la dificultad de explicar en palabras el conocimiento que poseen las personas; c) la capacidad de utilizar el conocimiento tácito sin tener que documentarlo, porque no tiene un beneficio directo a nivel individual; y d) la existencia del riesgo de perder el conocimiento tácito al hacerlo explícito.

A pesar de que las teorías administrativas existentes hasta finales de la década de 1980, señalaban la importancia del conocimiento para las organizaciones, había pocos estudios acerca de la forma en que se creaba el conocimiento en el interior de las organizaciones y entre ellas (Nonaka y Takeuchi, 1995). Esta situación creó un especial interés en analizar procesos para la adquisición, acumulación, transferencia y utilización del conocimiento existente y la creación de nuevo conocimiento a partir del conocimiento tácito. Se necesitaba entender cómo las organizaciones definían nuevos métodos, procesos o productos utilizando diferentes tipos de conocimiento y cómo generaban nuevo conocimiento (tácito o explícito) para desempeñar sus actividades. Así mismo, investigar si la evolución o madurez organizacional se debía a que las organizaciones adoptaran, generaran y transmitieran el conocimiento tácito de sus miembros en la realización e institucionalización de sus procesos (Nelson y Winter, 1982).

En la siguiente sección, se presentan los procesos de creación y conversión del conocimiento organizacional a partir del conocimiento tácito y explícito y su evolución desde el nivel individual hasta el nivel interorganizacional (Hedlund y Nonaka, 1993).

II.1.2 Mecanismos de Creación del conocimiento

Desde el punto de vista de Nonaka y Takeuchi (1995), el conocimiento tácito y el conocimiento explícito no son entidades separadas, sino complementarias. Existe una interacción e intercambio entre ellos cuando los individuos realizan actividades creativas. El modelo de creación del conocimiento organizacional³ se fundamenta en el supuesto de que el conocimiento se crea y expande a través de la interacción social de conocimiento tácito y conocimiento explícito (Polanyi, 1966). A dicha interacción se le conoce como procesos de conversión o creación del conocimiento.

A lo largo de 3 décadas, varios autores plantearon diversos mecanismos de creación de conocimiento organizacional, tal como se muestra en la Tabla 2.2. Para la Teoría de la organización basada en conocimiento, el conocimiento es el recurso con más importancia estratégica (Kogut y Zander, 1992). Los procesos de la dimensión epistemológica (Socialización, Exteriorización, Combinación e Interiorización) constituyen el motor de la creación del conocimiento (Nonaka, 1991). También son los mecanismos con los cuales el conocimiento individual es interiorizado tanto en la persona como en la organización (Spender, 1996). Así mismo, esta dimensión apoya la identificación del proceso de cinco fases (ciclos) a través del cual se crea el conocimiento en la dimensión ontológica (Nonaka y Takeuchi, 1995).

Tabla 2.2 Clasificación de mecanismos de creación de conocimiento

Año	Autor	Mecanismo de Creación de conocimiento
1978	Argyris, Chris y Donald	Aprendizaje organizacional
1991	Nonaka	Dimensión Epistemológica: Socialización, Exteriorización, Combinación e Interiorización (Modelo SECI)
1992	Kogut y Zander	Operacional y Conceptual
1995	Nonaka y Takeuchi	Dimensión ontológica
1996	Spender	Captura del conocimiento individual y organizacional
1998	Nahapiet y Ghoshal	Adquisición intelectual y capital social

A nivel general, los análisis de creación del conocimiento se han apoyado, directa o indirectamente, en las dimensiones epistemológica y ontológica. A continuación, se

³ El conocimiento organizacionales definido como la capacidad de una organización para generar nuevo conocimiento, disseminarlo entre sus miembros y materializarlo en productos, servicios o sistemas (Alavi y Leidner, 2001).

presentan los elementos del contexto en los que se desenvuelven los procesos de creación para ambas dimensiones.

a) Dimensión Epistemológica

La dimensión epistemológica define cuatro mecanismos o procesos del modelo de creación de conocimiento organizacional derivados de la interacción entre el conocimiento tácito y el conocimiento explícito, y viceversa (Figura II.1). Dicho modelo también es conocido como Espiral del conocimiento o modelo SECI, por las siglas de los procesos de: Socialización, Exteriorización, Combinación e Interiorización.

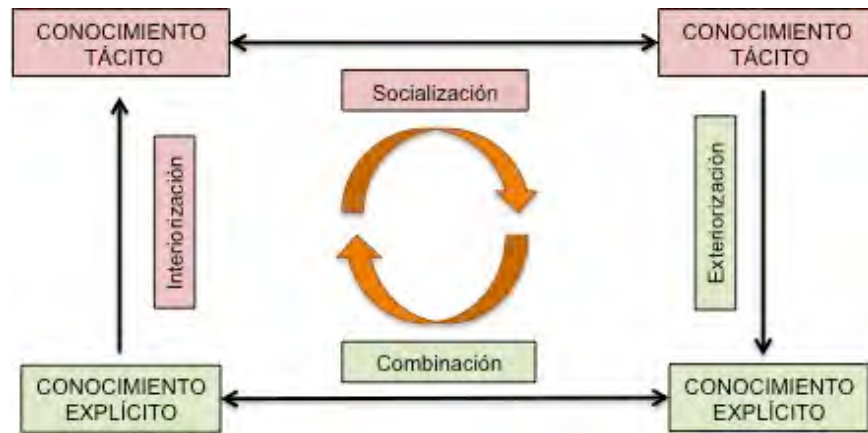


Figura II.1 Modelo de creación de conocimiento organizacional a partir del conocimiento tácito y conocimiento explícito. Basado en (Nonaka y Takeuchi, 1995).

El objetivo del modelo SECI es brindar un entendimiento de cómo las organizaciones crean el conocimiento para que ellas maximicen la administración, aplicación y transferencia del mismo, a través de diversos patrones de creación y expansión (Flores Rios y Rodríguez Elias, 2009). En la Tabla 2.3 se presentan las principales características de cada uno de los procesos del modelo SECI junto con su descripción. Específicamente, la segunda columna de dicha tabla presenta el mecanismo de conversión utilizado y el tipo de conocimiento generado por cada proceso del modelo SECI. En el proceso de socialización se produce el Conocimiento armonizado, como modelos mentales y habilidades técnicas compartidas. La exteriorización genera Conocimiento conceptual. La combinación origina Conocimiento sistémico y la interiorización crea Conocimiento

operacional, acerca de la administración de proyectos, el uso de nuevos recursos y la implantación de políticas (Nonaka y Takeuchi, 1995).

La Tabla 2.3 también especifica las actividades que pueden apoyar cada uno de los procesos y el tipo de tecnología recomendada por (Marwick, 2001). Marwick (2001) presentó el modelo SECI, como un marco de trabajo para ejemplificar el rol e impacto de las Tecnologías de Información (TI) en la creación y transferencia del conocimiento organizacional, por medio de los cuatro procesos mostrados en la Figura II.1. Esto se justifica debido a que una estrategia efectiva de la Gestión de Conocimiento requiere de una integración apropiada de iniciativas organizacionales, sociales y de tecnología para ayudar a las organizaciones actuales en la resolución de problemas. Por ejemplo, para ser más efectiva la exteriorización se pueden aplicar técnicas como diálogos entre los miembros del equipo, respuestas a preguntas o narración apoyados de tecnología de *newsgroups*, flujo de trabajo o sistemas colaborativos. Cuando las personas se dirigen a repositorios para consultar sus demandas de conocimiento sobre alguna documentación o productos de trabajo disponibles electrónicamente, se presenta la conversión de un conocimiento explícito a otro explícito. La captura de este tipo de conocimiento de una manera persistente puede ser por medio de un reporte, correo electrónico o portales Web (Flores Rios y Rodríguez-Elías, 2009). Es importante cuidar, además de la recuperación de la información, el entendimiento, uso y la no sobresaturación de la misma. Por otro lado, la generación del conocimiento organizacional se establece por el apoyo que la organización otorga a las fuentes de conocimiento, tales como individuos, grupos, equipos, áreas, departamentos, entre otros. Esto significa que la creación del conocimiento, representado por el modelo SECI, es un proceso en espiral que se inicia en un nivel individual hasta lo inter-organizacional conocido como dimensión ontológica. En seguida, se presenta cómo la escala de interacción del conocimiento tácito y explícito se incrementa conforme avanza por los niveles ontológicos.

Tabla 2.3 Descripción de procesos de conversión de conocimiento del modelo SECI

Proceso	Mecanismo y tipo de conocimiento	Descripción	Actividades	Tecnología que ayuda o mejora el proceso
Socialización	De conocimiento tácito a conocimiento tácito = Conocimiento armonizado	Se refiere a compartir información y comunicar conocimiento tácito entre personas (Nonaka y Konno, 1998), con una cultura común donde puedan trabajar juntos efectivamente.	La manera más común de construir y compartir conocimiento tácito es por medio de reuniones personales e intercambio de experiencias, reuniones de equipo y de discusiones frecuentemente informales y con alto nivel de confianza.	Reuniones electrónicas en tiempo real, colaboraciones síncronas y asíncronas, <i>Groupware</i> , video/teléfono, sistemas de video conferencias, localización de expertos.
Exteriorización	De conocimiento tácito a conocimiento explícito = Conocimiento conceptual	Por medio de la conceptualización, elicitación y articulación, una parte del conocimiento tácito puede ser capturado en forma explícita y comprensible para ser entendida por otros (Nonaka y Konno, 1998). Una vez que el conocimiento se ha hecho explícito, las personas con problemáticas similares pueden encontrar las soluciones al consultar las fuentes de conocimiento.	Para hacer más efectiva la exteriorización, la discusión o la reflexión colectiva de significados deberá darse de una manera que permita la formulación e intercambio de metáforas, modelos y analogías (Choo, 1999). Los diálogos entre los miembros de equipos quienes respondan preguntas o narren historias de sus lecciones aprendidas durante los proyectos.	Anotaciones, <i>Newsgroup</i> , Tecnología de Flujos de trabajo, sistemas colaborativos. Tecnología para el modelado o generación de gráficos. Tecnología audiovisual.
Combinación	De conocimiento explícito a conocimiento explícito = Conocimiento sistémico	Involucra la conversión de conocimiento explícito en conjuntos más complejos del mismo (Nonaka y Konno, 1998). Se genera conocimiento explícito consultando fuentes formales de conocimiento y combinándolas o reconfigurándolas para producir nuevo conocimiento explícito (Choo, 1999).	Los individuos intercambian y combinan conocimiento a través de los documentos, correos electrónicos, conversaciones por teléfono, educación o entrenamiento formal para generar nuevos productos, servicios o procesos organizacionales.	Búsqueda de textos, categorización de documentos, sistema de búsqueda de video, reconocimiento de voz, base de datos bibliográficas Generar Portales o páginas web.
Interiorización	De conocimiento explícito a conocimiento tácito = Conocimiento operacional	Es el proceso de aprender y socializar al hacer reiteradamente una tarea de modo que el conocimiento explícito llega a ser absorbido como conocimiento tácito al estilo y hábito del individuo (Choo, 1999). El descubrimiento o relaciones entre y a través de documentos y conceptos ayudan a los usuarios a aprender por exploración en un espacio de información.	La interiorización permite a los individuos incrementar su conocimiento tácito mediante la consulta reiterada del conocimiento explícito en la realización de sus actividades (Rodríguez Elias, 2007). Leer y estudiar documentos de la base de datos, aprender de un reporte.	Técnicas de visualización, presentaciones de audio/video navegables, educación en línea o educación a distancia, agentes que filtran y priorizan mensajes.

b) Dimensión Ontológica

A diferencia de la dimensión epistemológica que se centra en la transferencia de conocimiento tácito y explícito. Esta dimensión se centra en los niveles de las entidades creadoras de conocimiento individual, grupal, organizacional e interorganizacional (Figura II.2). En una primera fase el conocimiento es creado de manera individual, debido a que las organizaciones apoyan a los individuos creativos o provee los contextos que necesitan para que creen conocimiento tácito. Esto significa que son los individuos los que poseen el conocimiento para articularlo y transmitirlo como parte de la red de conocimiento de la organización (Nonaka y Takeuchi, 1999). Esta agregación de unidades organizacionales también podría apoyarse en pequeños equipos, grupos de trabajo, departamentos, y hasta alianzas de negocios o redes (Pérez Soltero, 2007).

La Figura II.2 muestra las dimensiones epistemológica y ontológica en las que se presenta la creación del conocimiento, donde la escala de interacción del conocimiento tácito y explícito se incrementa conforme avanza por los niveles ontológicos (Nonaka y Takeuchi, 1995). De esta forma, la creación del conocimiento organizacional es un proceso que inicia en el nivel individual y se mueve hacia adelante pasando por comunidades de interacción cada vez mayores. La socialización se inicia generalmente con la creación de un campo de interacción, el cual permite que los miembros compartan sus experiencias y modelos mentales. La exteriorización comienza a partir de una reflexión colectiva de significados, el conocimiento conceptual se crea cuando los miembros expresan el conocimiento tácito que resultaba difícil de comunicar. La combinación da comienzo con la distribución por redes de conocimiento y el conocimiento existente de otras secciones de la organización, representada por nuevos productos o servicios. Por último, el conocimiento operacional se origina en aprender haciendo.

El rol de la organización en el proceso de creación de conocimiento es el de proveer el contexto apropiado para facilitar las actividades grupales y la creación y acumulación de conocimiento desde el nivel individual. Es así como una organización que aprende es una organización experta en crear, adquirir y transmitir conocimiento (Garvin, 2000).

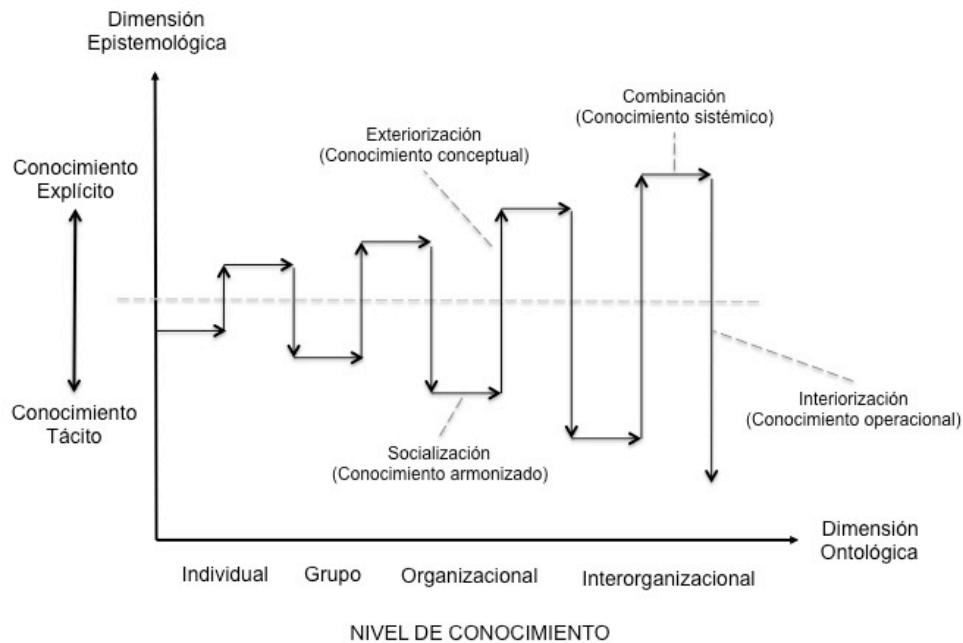


Figura II.2 Dimensiones de creación del conocimiento. Adaptado de (Nonaka, 1991).

Las diversas taxonomías y modelos presentados en esta sección permitieron exponer cómo un determinado tipo de conocimiento tiene un mayor o menor grado de complejidad, de especificidad, de dependencia o independencia, de carácter tácito o explícito y/o de individual u organizacional. Robillard (1999) concibe al conocimiento como un concepto multidimensional, siendo las dimensiones comunes a todos los tipos de conocimiento. Por todo lo anterior, consideramos que el conocimiento (en sus diversas taxonomías) contenido en las organizaciones de desarrollo de software, es un elemento estratégico que les permitirá ser generadoras de nuevo conocimiento o desarrolladoras de proyectos de conocimiento para mejorar la capacidad de sus procesos software.

II.2 Gestión del Conocimiento

Cuando el conocimiento se administra a través de un período de tiempo, que tiene que ver tanto con las relaciones humanas como con las prácticas de negocios y TI, se dice que se presenta la Gestión del Conocimiento (GC) (Benjamins et al., 1998). Karl Wiig (año) fue el primero en utilizar el concepto de GC en 1986. Posteriormente, Nonaka y

Takeuchi (1991) publicaron su primer artículo sobre GC en el *Harvard Business Review*, trayendo consigo más discusión sobre el tema.

Algunos autores especifican que la GC no es un término con una definición generalizada (Firestone, 2001), puesto que, como proceso se identifica con los proyectos en los cuales se aplica. Sin embargo, algunas definiciones de GC que se pueden encontrar son:

“Es el proceso sistemático de buscar, organizar, filtrar y presentar la información con el objetivo de mejorar la comprensión de las personas en un área específica de interés” (Davenport y Prusak, 2001)

“Es el proceso sistémico y específico de una organización, cuya finalidad es adquirir, organizar y comunicar tanto el conocimiento tácito como el conocimiento explícito, para que otros puedan hacer uso de éste y así ser más productivos en su trabajo” (Alavi y Leidner, 2001)

“Es la colección de metodologías y estrategias para la reingeniería de procesos organizacionales para fomentar el flujo del conocimiento entre una organización y las personas” (Kolp, 2002)

“Es una red dirigida, persistente y multipropósito de interacciones entre agentes humanos a través de la cual, éstos administran, dirigen, gobiernan, controlan, coordinan, planean, organizan) a otros agentes, componentes y actividades en el proceso de conocimiento básico con el objetivo de planear, dirigir, unificar, mantener, mejorar, adquirir y transmitir la base de conocimiento de una organización” (Firestone, 2001)

Un elemento común en las definiciones de GC, se centra en facilitar y gestionar las actividades relacionadas al conocimiento como su creación, captura, transformación y uso (Ordoñez et al., 2007; Martí, 2006). Su función, por lo tanto, consiste en capturar, organizar, actualizar y compartir el conocimiento creado y posteriormente, ser utilizado por el recurso humano (Capote et al., 2008) con el fin de realizar de mejor manera el trabajo necesario para completar procesos específicos dentro de la organización (Rodríguez Elias, 2007).

Desde el punto de vista del proceso de socialización el objetivo es compartir el conocimiento tácito. Sin embargo, este proceso por sí mismo es una forma limitada de creación de conocimiento. La dificultad para compartir conocimiento tácito contribuye al

inconveniente de imitar capacidades que podrían proveer ventaja competitiva a una organización (Wan, 2011). Por tal motivo, aparte del modelo SECI existen otras teorías que sustentan a la GC, tales como la Teoría de la pirámide informacional y la teoría de recursos y capacidades (Carrión y Ortiz de Urbina, 2012).

La Teoría de la pirámide informacional observa el conocimiento entorno al proceso de valor agregado, asociado a elementos de una cadena informacional: Datos, Información y Conocimiento. Rodríguez-Elias (2007) lo llama modelo D-I-C por las iniciales de cada uno. Alavi y Leidner (2001) definen a los datos como números crudos y hechos. La información es un conjunto de datos procesados y se transforma en conocimiento una vez procesada en la mente del individuo y luego nuevamente en información una vez articulado o comunicado a otras personas mediante textos, formatos electrónicos, comunicaciones orales (conocimiento tácito) o escritas (conocimiento explícito). El objetivo es informar a quien los recibe, para tener un efecto de juicio (Davenport y Prusak, 2000). El conocimiento se refiere a la información con valor agregado (Davenport y Prusak, 1997) que el individuo posee en su mente, personalizada y subjetiva, relacionada con hechos, procedimientos, conceptos, interpretaciones, ideas, observaciones, juicios y elementos que pueden ser o no útiles, precisos o estructurables.

La Teoría de recursos y capacidades se define como el apoyo en el proceso de un análisis estratégico, el cual se forma por tres partes: misión y objetivos, análisis externo y análisis interno. El análisis de recursos y capacidades busca identificar el potencial de estos elementos que posee la organización a los que puede acceder y se enmarca dentro del análisis estratégico interno (Mintzberg, 1993 paper definiciones). Por lo tanto, esta teoría es una herramienta que permite determinar, gestionar, mejorar y medir las fortalezas y debilidades internas de la organización.

Según esta teoría, el desarrollo de capacidades distintas es la única forma de conseguir ventajas competitivas sostenibles. Es importante señalar que los recursos son intangibles y las capacidades suelen estar basadas en la información y el conocimiento.

El conocimiento puede verse como un recurso o activo intangible que brinda la capacidad de usar información y aplicarla en la solución de un problema, realizando una toma de decisión o actividades (Carlsson, 2002) propias de la organización (Itami, 1987 citado libro nonaka). El conocimiento es visto como una capacidad Alavi y Leidner (2001) cuando se ofrece una explicación sobre la naturaleza y estructura de las capacidades organizacionales. Esto sucede cuando los individuos combinan su conocimiento tácito para crear una capacidad organizacional (Lloria, 2000). Aaker (1989) determinó que las organizaciones poseen activos, habilidades y capacidades. Se entiende como activo a algo, una marca o un punto de comercialización que es mejor que la competencia; mientras que una habilidad es algo que el personal de una organización hace mejor que sus competidores.

El modelo de creación del conocimiento, definido en la sección II.1.2, se asocia con el enfoque basado en recursos debido a que se centra en: 1) Cómo las organizaciones han adquirido ventajas competitivas, 2) Las habilidades de la organización más que en las individuales, 3) El rol de la alta dirección como participante fundamental y 4) Cómo se propicia la innovación y lo que sucede dentro de la organización (Nonaka y Takeuchi, 1999).

Por otro lado, el enfoque de perspectivas de conocimiento definido por Alavi y Leidner (2001) también se asocia al modelo SECI y a la Teoría de pirámide informacional. Las diferentes vistas del conocimiento propuestos por los autores, permiten liderar diferentes percepciones de la GC. Si el conocimiento es visto como un objeto, o es comparado con el acceso a la información, entonces la GC debería enfocarse en la construcción y administración de stocks de conocimiento. Por otro lado, si el conocimiento es un proceso, entonces implica que la GC se centre en el flujo del conocimiento y en los procesos de creación, intercambio y distribución del conocimiento. La percepción del conocimiento como una capacidad sugiere una perspectiva de GC centrada en las competencias básicas, entendimiento de ventaja estratégica del *saber-cómo* (Teoría de recursos y capacidades) y la creación del capital intelectual (Alavi y Leidner, 2001).

La Figura II.3 muestra el flujo de los procesos del modelo SECI en la relación al modelo D-I-C. En el nivel más bajo del flujo unidireccional, representado con líneas punteadas, se encuentran los datos debido a que por sí solos carecen de significado. Las colecciones de datos representan información de acuerdo a la medida de asociación o relaciones existentes entre ellos, para generar discernimiento. El conocimiento comprende estrategias, prácticas, métodos o enfoques. Y una vez validado y orientado hacia un objetivo genera inteligencia o sabiduría (Bellinger, 2004). Alavi y Leidner (2001) especifican que un individuo puede comunicar su conocimiento tácito para procesar, utilizar e interiorizar la información, por lo que vuelve a transformar dicho conocimiento (socialización). Mientras más alto sea el nivel de conocimiento tácito que posea un individuo se infiere que éste posea una combinación más amplia de visión, principios, información, contexto y experiencia.

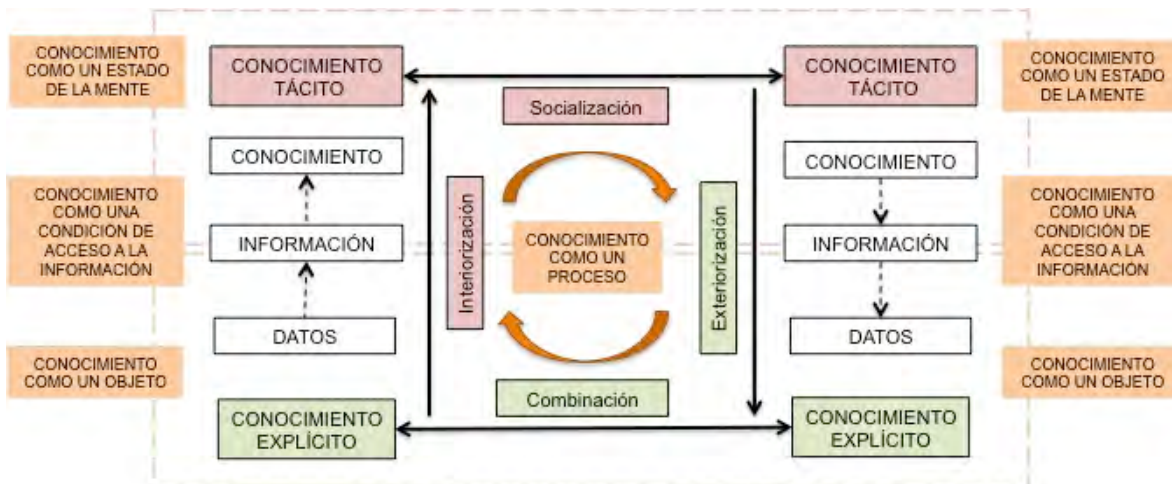


Figura II.3 Asociación del modelo SECI, modelo D-I-C y las perspectivas de conocimiento
Adaptado de Rodríguez-Elias (2007)

En la misma figura se observa una jerarquía con flujo inverso. El conocimiento puede tener una transición regresiva a la información y de ésta a los datos. De ahí la importancia de distinguir a cada uno en sus respectivas categorías (Hernández Silva y Martí Lahera, 2006). Tuomi (1999) argumenta que los datos existen como una solución a un problema práctico, donde el conocimiento se descontextualiza y estructura de acuerdo a una semántica. El proceso de exteriorización entonces involucra la formalización del

conocimiento al convertirlo en información y datos para su almacenamiento y manejo como productos o objetos. Este conocimiento explícito permite crear el proceso de combinación y es visto bajo la perspectiva de un objeto.

Hasta este punto, se han presentado descripciones generales de la GC, los tipos de conocimiento y las dimensiones para explicar cómo éste fluye dentro de las organizaciones. Es importante señalar que si bien la implantación de la GC, como un proceso transversal de apoyo a una organización que busca altos niveles de madurez (Anaya, 2006) es un camino que ya emprendieron algunas empresas, el reto de las investigaciones actuales es analizar cuál conocimiento y sus mecanismos (métodos, técnicas y herramientas) pueden ser capturados, creados, identificados, representados, recuperados y compartidos, de manera que sirva de apoyo a las organizaciones que aún no han adquirido la cultura de calidad (Capote et al., 2008), mejora de procesos e innovación. Recientemente, algunas empresas de desarrollo de software, particularmente micro, pequeñas y medianas (MIPYMEs), han hecho esfuerzos por aprovechar los beneficios de la GC en sus actividades, con el fin de reducir los tiempos y costos de sus procesos, a la par de aumentar la calidad de sus productos (Rodríguez Elias, 2003).

II.2.1 Gestión del conocimiento en Micro, Pequeñas y Medianas organizaciones

Investigaciones de GC se han centrado en los procesos y estructuras de las organizaciones, particularmente en la transferencia de conocimiento tácito y explícito, la cultura organizacional, el aprendizaje y las tecnologías para almacenar e intercambiar conocimiento para mejorar la productividad y ventas, reducir costos e incrementar la calidad e innovación (Kluge et al., 2001; Quintas, 2002; O'Dell et al., 2003; Edvardsson, 2009; Jashapara, 2011 citado por Durst y Runar, 2012).

Las MIPYMEs poseen características particulares debido a algunos factores como (Mas y Amengual, 2005):

1. Proyectos. El número de proyectos que suele manejar de manera simultánea suele ser pequeño. Si tiene problemas con alguno de ellos, representa un porcentaje muy alto de re-trabajo o de inversión de recursos.

2. Recursos Humanos. Se conforman de pequeños grupos y equipos de desarrollo. Simultáneamente los empleados pertenecen a diferentes grupos o equipos de dirección, gestión, de desarrollo, entre otros. La misma persona tiene que estar capacitada para llevar a cabo diversas actividades. No disponen de especialistas en temas concretos y necesitan de asesores o personal capacitado para la realización de actividades.
3. Recursos económicos. Los costos derivados de las asesorías o auditorías externas que se realizan con varios consultores o auditores, suelen ser económicamente inviables para las PYMEs. Además, una MIPYME dedica pocos recursos y esfuerzo a programas de Innovación y Desarrollo (I+D), debido a que requieren inversión de dinero, tiempo y recursos y el retorno de inversión se produce a muy largo plazo (Garzás et al., 2009).

La falta de experiencia y de recursos financieros frecuentemente origina que el conocimiento tácito se mantenga en la mente de las personas y/o de algunos miembros clave en experiencia en proyectos previos, en lugar de que el conocimiento esté físicamente almacenado o compartido a través de ciertos sistemas o herramientas de GC. Así, el proceso de transferencia de conocimiento tácito sólo puede ocurrir en los pasillos de las MIPYMEs (Wong y Aspinwall, 2004) o en conversaciones informales como las fiestas o celebraciones (Durst y Wihelm, 2012). De esta forma, las actividades, procesos y estrategias relacionadas a la GC, tales como el intercambio y conversión de conocimiento requiere a las MIPYMEs de tiempo y un cierto nivel de confianza (Durst y Runar, 2012). Los problemas de pérdida y desaprovechamiento del conocimiento también pueden ser por el desconocimiento de la existencia de las fuentes de conocimiento y en algunos casos la rotación de su recurso humano dentro de la misma empresa o se mueva a otras (Rodríguez-Elias, 2003).

Esta investigación, se centra al igual que otros autores (Wiig, 1997; McAdam y Reid, 2001; Wong y Aspinwall, 2004; citados por Durst y Runar, 2012) en identificar y analizar cómo los diversos enfoques de flujo de conocimiento (entre ellos el modelo SECI) tienen un profundo impacto en la madurez de las MIPYMEs. Particularmente, estamos

interesados en analizar cómo se relaciona la capacidad de los procesos de software con los procesos relacionados a la identificación, creación, almacenamiento, difusión, aplicación e innovación del conocimiento para hacer frente a los retos empresariales, nacionales e internacionales.

II.2.2 Gestión del conocimiento en Ingeniería de Software

En el estándar 610-1990 de la IEEE, se define a la *Ingeniería de Software* como la aplicación de un método sistemático, disciplinado y cuantificable para el desarrollo, operación y mantenimiento de software. Se considera que el éxito de un proyecto de software se visualiza bajo dos dimensiones: la del cliente, medida a través de la relación del producto final a los requerimientos funcionales y no funcionales, junto con el valor adquisitivo para el negocio (costo/beneficio); y la del desarrollador, medida a través de la satisfacción del cliente y la productividad del desarrollo (Pfleeger, 2001). Esta última dimensión, apoya la iniciativa de que la Ingeniería de Software es un proceso altamente basado en conocimiento cuyos principales productos y recursos están representados en capital intelectual (Capote et al., 2008). De ahí el interés de las organizaciones de desarrollo de software por proveer métodos que ayuden a una buena GC (Aurum et al., 2003) para elevar su madurez.

Dentro de la organización de desarrollo de software, el conocimiento es representado por los activos intangibles, los cuales se refieren al capital humano, capital estructural y capital cliente. Dichos activos generan un perfil de competitividad para la organización (Gil Montelongo et al., 2009 CIAJ2009). En diversos trabajos se ha detectado una caracterización de los activos de conocimiento al referirse a las lecciones aprendidas, buenas y mejores prácticas, reglas heurísticas y la generación continua de ideas o experiencias que agregan innovación a los procesos de la organización (Anaya y Henao, 2007). Los activos de conocimiento son interiorizados por los roles participantes y utilizados para reducir los costos y defectos mejorando la calidad de los productos (Dingsoyr y Conradi, 2002). Se ha documentado que la reutilización de activos de conocimiento es una técnica eficiente para transmitir conocimiento entre un equipo de desarrollo de software (Flores Rios y Rodríguez Elías, ANIEI 2009).

Existen diversos trabajos centrados en la relación GC en procesos de desarrollo de software, la mayoría de los cuales se enfocan la reutilización de activos de conocimiento, con el objetivo de mejorar la calidad de los productos actuales o nuevos, las fases de ciclo de vida del software o facilitar la reutilización de conocimiento explícito representado por artefactos o documentos de software (Althoff et al., 2002; Dingsoyr y Conradi, 2002). Sin embargo, algunos problemas como la falta de documentación representan también un problema en la transferencia de conocimiento entre los diversos roles participantes. Esto hace evidente la necesidad de establecer mecanismos que les permitan disminuir la pérdida y desaprovechamiento de todo aquel conocimiento que pueda ser útil para el desarrollo de sus actividades.

Otro aspecto detectado se ha relacionado con la adquisición y/o adopción de normas o modelos nacionales o internacionales, así como la consulta de fuentes de información específicas (conocimiento tópico) para el desarrollo de software y mejora de procesos, no es una práctica común en las micro y pequeñas organizaciones. Según Niazi (*año*) el problema no es la falta de documentación específica o explícita de estándares o modelos de referencia, sino la falta de una estrategia para implementarlos dentro de las organizaciones. La estrategia debe de estar basada en la gestión del cambio y enfocada principalmente en el recurso humano (Bayoda et al., 2010), quienes deben de conocer los activos de conocimiento para alcanzar el nivel de capacidad de procesos deseado o elevarlo hacia niveles superiores tomando en cuenta todas las fuentes de conocimiento existentes en la organización.

Algunas investigaciones resaltan que el éxito de proyectos de mejora de procesos dependen tanto de la captura del conocimiento tácito como del conocimiento explícito (Nonaka y Krogh, 2009; Anand et al., 2010). Un ejemplo de ello, es la vinculación de algunas MIPYMEs y grupos de investigación colombianos para la definición de una propuesta orientada al modelado y GC en las organizaciones orientadas al conocimiento. Esta contribución está basada en modelos de motivación, estructura, procesos, recursos

humanos y competencias, junto con una caracterización de activos de conocimiento (González y Joaquí, 2007).

II.3 Mejora de Procesos Software

Una práctica que a partir de finales de los años noventa ha tomado gran fuerza en la comunidad de Ingeniería de Software (industria, practicantes e investigadores) es la mejora de procesos software (SPI por sus siglas en inglés de *Software Process Improvement*). Desde entonces, las organizaciones (grandes, medianas y pequeñas) han demostrado interés en mejorar tanto sus procesos organizacionales como de software. Siguiendo este enfoque, diversas instituciones internacionales relacionadas a estándares de procesos, presentaron y utilizan su propia terminología para referirse al término proceso.

El IEEE define un *proceso* como una acción a tomar para la realización de una tarea dada (IEEE std-610, 1990). Por otro lado, ISO 9001 define un *proceso* como un conjunto de recursos interrelacionados y actividades los cuales transforman entradas en salidas. Por recursos se refiere al recurso humano, recursos financieros, equipos, técnicas y métodos (Stelzer y Melis, 1999) que son necesarios para realizar las actividades y tareas en función de un objetivo específico (Olson et al., 1989). El *Software Engineering Institute*(SEI) presenta que un *proceso* es un conjunto de actividades, métodos, prácticas y transformaciones que la gente usa para desarrollar y mantener software y generar productos de trabajo asociados a planes de proyecto, diseño de documentos, código, pruebas y manuales de usuario (SEI, 1995).

El legado de la Reingeniería de Procesos ha sido la interpretación de una organización como un conjunto de procesos, donde la asociación de cada uno de ellos involucra información y recursos de conocimiento (Davenport, 1993; Berztiss, 2002). Kolp (2002) relaciona a la GC con la Reingeniería de Procesos al definirla como una colección de metodologías y estrategias con el objetivo de fomentar el flujo del conocimiento entre una organización y el recurso humano. Se podría inferir que las organizaciones exitosas que mejoran sus procesos al mismo tiempo incrementan y elevan su conocimiento.

II.3.1 Definición

La mejora de procesos se refiere al esfuerzo continuo para conocer acerca del sistema de causas en un proceso y con este conocimiento propiciar cambios y mejoras al reducir su variación y complejidad (Moen et al., 1999). Mehner et al. (1998) define a la mejora de procesos como una colección integrada de procedimientos, herramientas y capacitación para el propósito de incrementar la calidad del producto o desarrollar la productividad del equipo, reduciendo el tiempo de desarrollo.

En este sentido, SPI es un esfuerzo planeado, gestionado y controlado que tiene como objetivo incrementar la capacidad de los procesos de desarrollo de software de una organización (Oktaba et al., 2009). Se recomienda que SPI sea implementada por proyecto (Humphrey, 1989; Herbsleb y Goldernson, 1996). Según Humphrey, los seis principios básicos de SPI son (Humphrey, 1989):

1. Los cambios significativos deben de empezar desde la alta dirección
2. Todo el personal debe de estar involucrado
3. El cambio efectivo requiere un objetivo y el conocimiento del proceso actual
4. El cambio es continuo
5. Los cambios del proceso software no se mantendrán sin un esfuerzo consciente y refuerzos periódicos
6. La SPI requiere de inversión

Por otro lado, Aaen et al. (2001) especifican que la SPI se centra en: 1) la gestión de actividades SPI, 2) el enfoque para guiar las iniciativas SPI y 3) la perspectiva usada para centrar la atención en los objetivos de SPI. Uno de los factores a considerar es la importancia de que la alta dirección asigne a miembros de la organización, responsabilidades para planear, ejecutar, controlar y supervisar los recursos necesarios en el proyecto de SPI.

En la última década, las organizaciones han utilizado proyectos de SPI como una estrategia para el aseguramiento de la calidad de sus productos de software, misma que es determinada por la calidad de sus procesos (Guerrero y Etevoric, 2004) utilizados para

desarrollarlos y mantenerlos (Oktaba et al., 2009). Por ejemplo, las MIPYMES aseguran la calidad de sus productos de software a través de la mejora de la capacidad de sus procesos, debido a la imagen que desean proyectar y/o a la necesidad de hacer sus proyectos unidades administrativas eficaces y eficientes (Oktaba et al., 2008). La imagen es un factor importante en los objetivos de negocio donde el interés es mantener el mercado local y tratar de establecer una posición en el mercado global cuando se desea exportar software. Un elemento clave es que SPI es un proceso evolutivo en el cual las mejoras son implementadas incrementalmente sobre el tiempo en lugar de pocas transformaciones dramáticas. Las mejoras incrementales son continuas y acumulativas (Mathiassen et al, 2001) y algunas veces tensas. Ahora bien, para llevar a cabo una iniciativa de SPI en una organización es necesario involucrar (Figura II.4) un modelo para guiar la mejora, un modelo para la evaluación de procesos y un modelo de referencia de procesos a seguir (Pino et al., 2007).

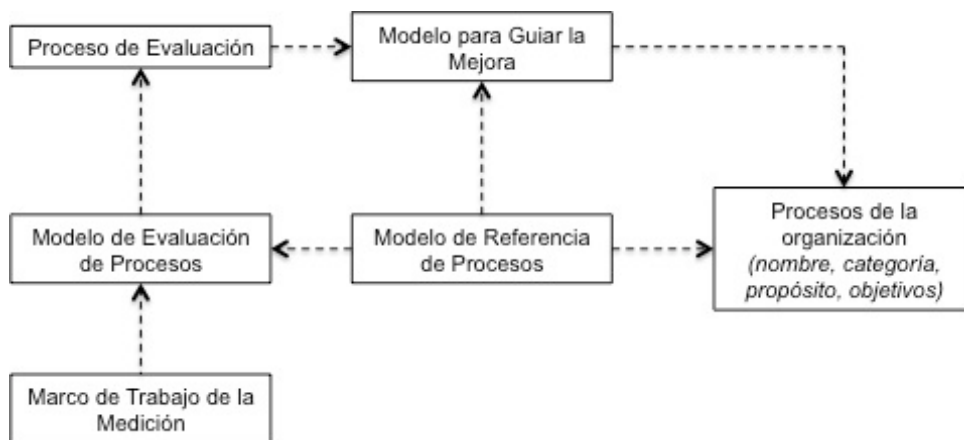


Figura II.4 Elementos necesarios para llevar a cabo un proyecto SPI

- El modelo para guiar la mejora describe la infraestructura, actividades, ciclo de vida y consideraciones prácticas para guiar el programa de SPI en la organización. Algunos ejemplos son: PmCOMPETISOFT, PROCESSUS (Pino et al., 2007), MESOPyME, IMPACT.
- El modelo de referencia de procesos describe qué actividades son reconocidas como las mejores prácticas que una organización puede implementar para el desarrollo de software con calidad (Oktaba, 2008). El modelo de referencia es también usado para

proveer una base común para diferentes modelos y métodos asegurando que la evaluación sea realizada en un contexto común (Pino et al., 2006). Algunas propuestas existentes son: MoProSoft (Oktaba et al., 2005), MR-MPS, COMPETISOFT. Adaptación de estándares como CMM, CMMI, ISO 15504, ISO 9001, ISO 12207.

- El modelo/método de evaluación de procesos especifica la evaluación formal para obtener un resultado cuantitativo que caracterice el estado de la capacidad del proceso o la madurez de la organización. Se sigue un marco de trabajo de la medición para la aplicación de los atributos de proceso los cuales describen las características medibles de la capacidad del proceso a evaluar. En este sentido, el cumplimiento de los atributos determinará el nivel de capacidad del proceso y el nivel de madurez de la organización será determinado por el resultado de la evaluación de todos los niveles de capacidad de los procesos evaluados. Ejemplos de tales métodos son EvalProSoft (Oktaba et al., 2005), RAPID, MARES, SPIRE, ADEPT, MA-MPS, entre otros.

Autores como (Saiedian y Carr, 1997; Hareton y Terence, 2001; Staples et al., 2007 citados por Garzás et al., 2009) confirman que CMMI e ISO/IEC 15504 están orientados a grandes organizaciones y no abordan explícitamente las necesidades de las MIPYMES y de los grupos y equipos de desarrollo (Garzás et al., 2009). En este sentido, se han presentado iniciativas, nacionales e internacionales, orientadas expresamente a las características de estas organizaciones (sección II.2.1).

II.3.2 Entidades de Proceso Software

El estándar de propósito general ISO/IEC 24774:2007 – *Ingeniería de software y sistemas – Administración de ciclo de vida – Guía para la descripción de procesos* especifica los elementos usados para describir un proceso para cualquier modelo de referencia de procesos, incluyendo su proceso de implementación y el proceso de evaluación. Los elementos que menciona son título, propósito, tareas, actividades y salidas.

Con la Tabla 2.4 y un modelo que guíe SPI se tendría la guía necesaria para articular todas las actividades relacionadas con un proyecto SPI. Así mismo, al integrar más elementos (entidades) de forma explícita como recursos y activos de conocimiento, se consideraría el conocimiento que surge desde y hacia todo el recurso humano involucrado en el proyecto de SPI, el cual podría ser almacenado y distribuido facilitando su acceso de forma concisa, verídica y actualizada en cualquier nivel de capacidad del proceso. En la siguiente sección, se analizan cuáles entidades de procesos software se utilizarían en el proyecto SPI basado en GC.

Tabla 2.4 Elementos para definir un proceso según ISO/IEC 24774:2007

Título	<i><Transmite el nombre del proceso en su conjunto, expresado en una frase con un sustantivo corto que resume el alcance del proceso y lo distingue de otros procesos></i>
Propósito	<i><Describe el objetivo, a un alto nivel, de realizar el proceso. La implementación efectiva del proceso deberá proporcionar beneficios medibles y resultados esperados></i>
Actividades	
Tareas	<i><Se refiere a las acciones específicas que se pueden realizar para lograr una actividad. Múltiples tareas relacionadas se agrupan, frecuentemente dentro de una actividad></i>
Salidas	<i><Expresa los resultados esperados del éxito de la implementación del proceso. El número de resultados deberá estar en el rango de 3 a 7. Los resultados se relacionan al nivel de capacidad del proceso></i>

En la industria de software, un *proceso software* se refiere al conjunto de herramientas, métodos, y prácticas que se usan para producir un producto de software. Autores como Paulk et al., (1993) definen un proceso software como un conjunto de actividades, métodos, prácticas y transformaciones que el recurso humano usa para el desarrollo y mantenimiento de software y los productos asociados como planes de proyectos, documentos de diseño, código, casos de prueba o manuales de usuario. Una vez que los nuevos o mejorados procesos software son creados, el siguiente paso es su implementación dentro de la organización (Pouya, 2001).

Aún cuando diferentes proyectos requieren procesos con características específicas, es posible establecer un conjunto de activos (entidades) de procesos software que deberán estar presentes en todos los procesos del proyecto de la organización. Este conjunto de

activos es llamado proceso software estándar (Falbo y Bertollo, 2009). Dicho estándar puede estar especializado al considerar algunos tipos de software, paradigmas o dominios de aplicación, obteniendo así un proceso software especializado.

Ante el rápido desarrollo y diversidad de estándares de software para diferentes dominios, la comparación de elementos de los modelos de procesos software son cruciales para su entendimiento, análisis y evolución (Podorozhny et al., 2003). Por tal motivo, la Tabla 2.5 presenta por nomenclatura los principales elementos de estándares y modelos de referencia de procesos para obtener los nombres propuestos de las entidades de proceso software. Aún cuando ISO 9001 no es un estándar orientado a software, se ha seleccionado por ser implementado en algunas organizaciones de desarrollo de software y es utilizado ampliamente por otros modelos de procesos.

Un medio útil para representar los nombres de las entidades de proceso software obtenidas de la Tabla 2.5 es el modelado de procesos. La versión gráfica de un modelo de procesos es más intuitivo, menos ambiguo y más fácil de verificar que el lenguaje natural (Wen et al., 2011). Este tipo de modelado, además permite identificar el conocimiento que entra y sale de las actividades de una organización, las fuentes de conocimiento obtenido o almacenado y analizar cómo fluye el conocimiento (Rodríguez et al., 2004; Bera et al., 2005) para la identificación de las entidades de procesos software.

Tabla 2.5 Relación de nomenclatura de elementos de estándares y modelos de procesos

Entidades Modelos/ estándar	Proceso	Actividad	Recursos		Producto
			Rol	Software	
CMMI	área de Proceso	Prácticas específicas	Persona	Tecnología	Producto de trabajo
NMX-I-059- NYCE-2011 COMPETISOFT	Proceso	Actividad	Rol	Recursos (Infraestructura, base de conocimiento)	Producto
ISO/IEC 29110	Proceso	Actividad	Rol	Herramientas de software (repositorio de proyectos)	Producto
ISO/IEC 247744	Proceso		Rol	Herramienta	Producto de trabajo
ISO 9001, ISO/IEC 15504, ISO/IEC 12207	Proceso	Actividad/Tarea			Producto de trabajo

La Figura II.5 presenta una adaptación de las principales entidades de proceso software propuesta por Falbo y Bertollo (2009) y representadas bajo la simbología SPEM (por sus siglas en inglés de *Software Process Engineering Metamodel*). La base del modelado en SPEM define un conjunto de elementos de trabajo tales como actividades, que son clasificados como definiciones de trabajo, que a su vez se conocen como producto de trabajo. También define una colaboración entre entidades activas abstractas llamadas roles del proceso que realizan las operaciones llamadas actividades en entidades tangibles y concretas (productos de trabajo). Con base en los elementos de SPEM y la homologación de nomenclatura de elementos de la Tabla 2.5 se obtuvieron las entidades de proceso software que se utilizarán en este trabajo, mismas que se visualizan en la Figura II.5.

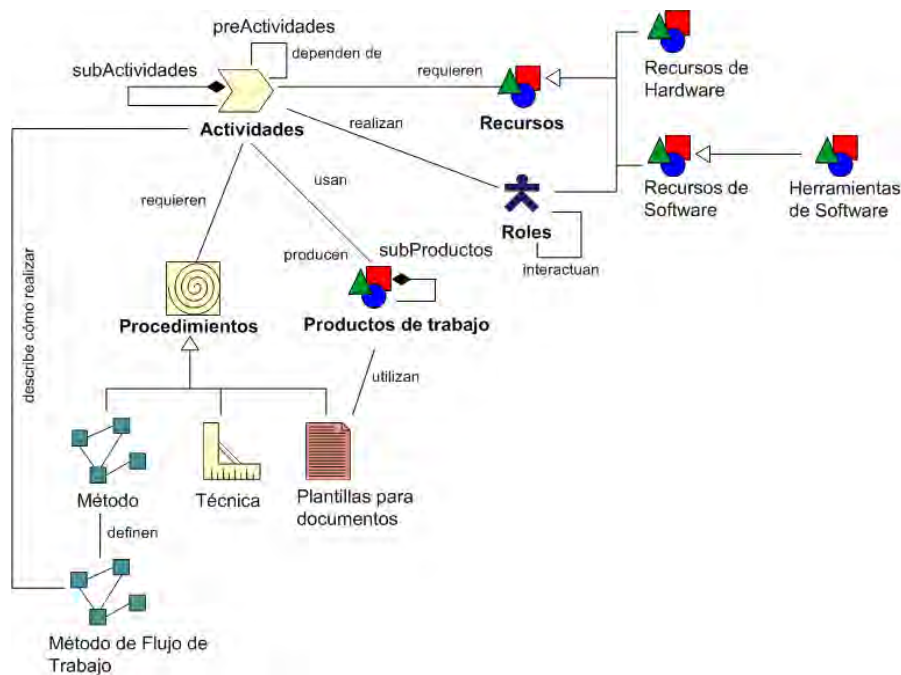


Figura II.5 Principales entidades Proceso software modeladas bajo la simbología SPEM. Adaptada de (Falbo y Bertollo, 2009)

La entidad de *actividad* es fundamental para cualquier modelo de proceso software. Las actividades pueden presentarse en diversos niveles, desde una tarea elemental hasta fases del proceso de desarrollo. En la Figura II.4 se observa que por cada actividad del proceso software se deben de definir sus sub-actividades, pre-actividades, *procedimientos* (métodos, técnicas y plantillas para documentos), artefactos o *productos de trabajo* de

entrada y salida y recursos requeridos. Un producto de trabajo es una pieza de información que puede ser producida, modificada o usada por el proceso y puede integrar otros productos.

Durante la definición de un proceso software, es importante definir cómo las actividades se llevarán a cabo. Así que se establecen los procedimientos que serán adoptados para el cumplimiento de las actividades. Existen 3 categorías de procedimientos: *Métodos, Técnicas y Plantillas*. Un método es el modo de decir o hacer con orden, modo de proceder, hábito o costumbre que cada uno tiene y observa (RAE, 2012). También, el método es un procedimiento sistemático que define un flujo de trabajo de actividades y heurísticas para desempeñar una o más actividades que produce un resultado de valor observable (Falbo y Bertollo, 2009). Por otro lado, la técnica se relaciona con la pericia o habilidad para usar los procedimientos o recursos o ejecutar cualquier tarea para conseguir algo. Además, la técnica se refiere el conjunto de medios o instrumentos por los cuales se realiza una actividad de modo menos rígido y detallado que un método, en el sentido que no describe a las actividades. Por último, las plantillas para documentos son patrones a seguir en el desarrollo de artefactos estableciendo un estándar de formato entre los documentos.

Los *recursos* son agrupados en tres categorías (Falbo y Bertollo, 2009):

1. Recursos Humanos.- se refieren a los agentes humanos representando ciertos *roles* para la realización de una actividad.
2. Recursos de Hardware.- incluyen cualquier equipo de hardware requerido para el desempeño de una actividad
3. Recursos de Software.- se relacionan a cualquier producto de software que es usado como complemento de una actividad. En este contexto, las herramientas CASE se consideran un subtipo de los recursos de software.

Por lo anterior, las entidades del proceso software (Tabla 2.5) se definen por el conjunto de actividades que serán realizadas para el logro del propósito de un proceso, los recursos requeridos (roles, de software y de hardware), los productos de trabajo de entrada

y salida, los procedimientos adoptados (métodos, técnicas, plantillas) y el modelo de ciclo de vida que será usado (Falbo y Bertollo, 2009). Dichas entidades se especifican como elementos básicos o primarios de una estructura estática (Figura II.6) y son necesarios en la evaluación de procesos (Kruchten, 1998; NMX-I-059, 2011). Sin embargo, existen otros elementos que también intervienen en un programa de SPI, tal como se muestra en la Tabla 2.6 la cual proporciona una plantilla para capturar el conocimiento tácito. Un problema especial con el conocimiento tácito es que por su naturaleza no es fácil de articular y por lo tanto de medir (Busch et al., 2003).

Tabla 2.6 Descripción de entidades Proceso software en un patrón de procesos

Título	<i><Nombre del proceso establecido en la estructura del modelo de procesos></i>
Categoría	<i><Nombre de la categoría a la que pertenece el proceso></i>
Propósito	<i><Este elemento se presenta como un objetivo de alto nivel y se relaciona directamente con las actividades y productos de trabajo></i>
Objetivo	<i><Es asegurar el cumplimiento del propósito del proceso></i>
Productos de trabajo de entrada	<i><Se especifica el(los) nombre(s) del producto(s) o recurso(s) de otro(s) proceso(s) necesario(s) para realizar las actividades></i>
Actividades <i><Descripción detallada de los roles y tareas correspondientes a la actividad. Cada actividad se asocia a objetivo(s) de tal manera que al cumplir con estas se alcanzan los objetivos definidos y a su vez con el propósito del proceso></i>	
Roles <i><Abreviatura del rol></i>	Tareas <i>A1.1 Descripción de la tarea 1.</i> <i>A1.n Descripción de la tarea n.</i>
Productos de trabajo de salida	<i><Se especifica el(los) nombre(s) del producto(s) o recurso(s) generados al realizar las actividades y son requeridos por otros procesos, que les servirán como productos de entrada></i>

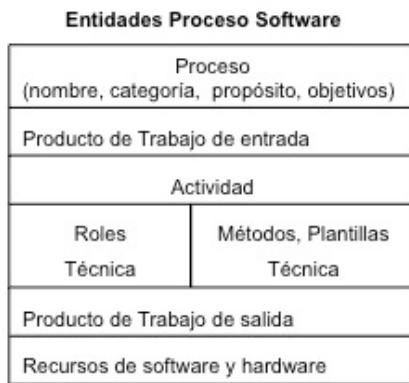


Figura II.6 Marco para la representación de entidades Proceso software

El patrón de procesos de la Tabla 2.6 se complementa con la Tabla 2.7, la cual permite especificar los roles involucrados, su forma de participación y los tipos de conocimiento requeridos o que poseen para guiar el proyecto SPI (*¿Qué conocimiento existe?*). Las observaciones que se capturen y registren se relacionarán con los métodos y técnicas que los roles utilizan en la ejecución de las actividades y que tiene que ver más con su conocimiento episódico y procedural (*¿Dónde, cuándo y cómo se utilizó el conocimiento?*). Así mismo, se puede especificar conocimiento explícito al referirse a nombres de métodos y estándares utilizados por los roles o de los productos de trabajo que se incorporarán a la base de conocimiento (*¿Cuál conocimiento existe y se usa?*). El *Qué* responde identificando los procesos de la organización; el *Cuál* se refiere a los activos de conocimiento que contribuyen al éxito en la ejecución de los procesos; el *Dónde* y *Cuándo* se capturan para especificar descriptores de tiempo y localización del activo de conocimiento.

Tabla 2.7 Especificación de la captura del conocimiento para las entidades rol y actividad

Periodo en que se realizó la actividad		
Nombre de la actividad		
Participante	Rol	Participación
<nombre del recurso humano>	<nombre del rol que desempeña>	<Forma en que el participante interviene en la actividad. Conocimientos requeridos para ejecutar el proceso>
Observaciones adicionales de esta actividad <Se describen las situaciones excepcionales durante la ejecución del proceso, modificaciones al proceso que no afectan los objetivos del mismo o se especifican los mecanismos o plantillas utilizados en la recolección de los activos de conocimiento>		

Dado que el enfoque de este trabajo es la aplicación de estrategias de GC en un proyecto de SPI se utilizarán las entidades de proceso software descritas en esta sección para especificar que:

“La Gestión del Conocimiento es la disciplina que provee de métodos, técnicas y recursos orientados a apoyar a que los roles involucrados en el proyecto de SPI hagan uso de los activos de conocimiento documentados para facilitar el flujo de conocimiento y realizar, de la mejor manera, las actividades de los procesos requeridos por el modelo de referencia logrando así el propósito de los mismos.”

La definición propuesta antes mencionada se apoya del patrón de las tablas 2.6 y 2.7 pero es importante analizar:

- *¿Cuál es el conocimiento generado por la actividad que es requerido por otra del mismo proceso u otro(s) proceso(s)?* Cuando el conocimiento es almacenado en un producto de trabajo, recurso de software o en una base de conocimiento (fuente de conocimiento), sirve como canal de transmisión de conocimiento entre las actividades. De lo contrario se presenta un problema de riesgo o pérdida de conocimiento (Rodríguez-Elias y Martínez, 2011).
- *¿Cuál es el conocimiento obtenido por los roles?* Los roles poseen conocimiento tácito, procedural, técnico o episódico para realizar las actividades asignadas. Cuando éste se utiliza para la definición de una plantilla, generación de productos de trabajo, manejo de un recurso de software o en la definición de lecciones aprendidas o mejores prácticas, entonces se difunde o comparte con otros roles o se almacena en alguna fuente de conocimiento para futuros usos.
- *¿Cuál es el conocimiento almacenado u obtenido de un producto de trabajo o definido en algún procedimiento, método o técnica?* Éste conocimiento puede ser requerido por un rol para la realización de la actividad, por lo que la fuente sirve como canal para compartir o convertir conocimiento explícito (Rodríguez-Elias y Martínez, 2009).

Dichos cuestionamientos sirven como base en la identificación de los elementos, temas o tópicos de conocimientos involucrados en el análisis de flujos de conocimientos. Este análisis se presentará a mayor detalle en el siguiente capítulo.

II.4 Gestión del Conocimiento en la Mejora de Procesos Software

Las prácticas de desarrollo de software están basadas en el conocimiento y competencias de los practicantes y administradores (Arent y Norbjerg, 2000). Mathiassen et al (2001) enfatiza que los esfuerzos de SPI dependen del conocimiento tácito de los practicantes en una organización. Por ejemplo, en equipos pequeños de desarrollo de software, la calidad del propio equipo es de suma importancia para lograr resultados

favorables, ya que altos niveles de habilidades, experiencia y capacidades (conocimiento tácito) generan calidad en los productos que ellos desarrollan (Sommerville, 2002).

A continuación, se presentan algunos trabajos relacionados argumentando la relación de GC en SPI:

El concepto de Nonaka y Takeuchi (1995) ha sido usado en algunos casos de éxito de SPI (Arent y Norbjerg, 2000; Arent et al., 2001). Arent y Norbjerg (2000) analizaron cómo el proceso de creación de conocimiento organizacional puede ayudar iniciativas de SPI, en varios niveles organizacionales (Pouya, 2001). El primer paso en el esfuerzo SPI se centró en la creación del conocimiento en relación de la madurez actual de las prácticas de la organización de software. Los esfuerzos de SPI creaban nuevos procesos de software basados en la experiencia y el conocimiento de las actividades de software de los practicantes.

Alavi y Leidner (2001) presentan un enfoque pragmático que permite clasificar el conocimiento identificando los tipos de conocimiento que son útiles a una pequeña empresa desarrolladora de software. Mathiassen et al 2001 estudió SPI desde la perspectiva de creación del conocimiento. Los autores argumentan que la idea general de SPI es hacer explícito el conocimiento y compartirlo en diferentes niveles de la organización. La teoría de creación del conocimiento organizacional (Nonaka y Takeuchi, 1995) fue usada inicialmente en un esfuerzo de SPI para conocer la madurez actual de las prácticas de software. Se identificaron los tipos de conocimiento de quiénes, dónde, cuándo y cómo los crearon durante las actividades de mejora.

Kautz y Nielsen (2001) estudiaron el rol de la transferencia de conocimiento en la implementación de SPI y el desarrollo de un marco de trabajo práctico que pueda ayudar a los agentes de cambio a entender la implementación de SPI como la transferencia del conocimiento. Baskerville y Pries-Heje (1999) investigaron y sugirieron cómo GC podía ser usada para desarrollar un conjunto de áreas clave de procesos como un complemento a las pequeñas y medianas organizaciones con prácticas del Modelo de Capacidad de Madurez (CMM por sus siglas en inglés de *Capability Maturity Model*).

Anaya y Henao (2007) realizaron una caracterización de los activos de conocimiento o activos intangibles relevantes a una empresa de desarrollo de software y objetos de conocimiento (González y Joaquín, 2007). Los autores han contribuido en la definición de una propuesta para el modelado y GC en organizaciones orientadas al conocimiento, basada en modelos de motivación, estructura, procesos, recursos humanos y competencias. Dicho modelo conceptual es un referente para la construcción de una base de conocimiento para la empresa que desee gestionar el conocimiento generado y evolucionar tanto en el proceso de ingeniería como en los procesos de gestión y apoyo (Capote et al., 2008).

Pino et al. 2007 presentó una revisión sistémica sobre las propuestas de SPI en 20 casos de estudio. En el documento se especifica que la mayor concentración de las propuestas de SPI (con un 71%) radica en guiar un proyecto de mejora, priorizar la implementación de las mejoras, utilizar estándares o modelos de mejora existentes ajustándolos a las necesidades y evaluar las mejoras introducidas por el programa SPI. Es importante resaltar que el tercer tipo de la Tabla 2.8 representado por el 11%, muestra que para soportar acciones de SPI proponen suministrar herramientas técnicas e instalaciones que apoyan actividades relacionadas con procesos, tales como plantillas de documentos, técnicas y usar la GC (Oktaba et al., 2008; Pino et al., 2007).

Tabla 2.8 Propuestas de mejora para programas de SPI

Tipo	Propuestas de mejora	Porcentaje
1	- Priorizar los esfuerzos de SPI a través de métodos como <i>software process matrix</i> , <i>Express process appraisal</i> o <i>framework</i> - Adoptar y utilizar estándares SPI (PSP, TSP, CMM, CMMI, IDEAL, ISO/IEC 15504:2004, ISO 9001) - Evaluar un programa SPI con rigurosidad o definir y usar un programa de métricas	71%
2	- Establecer procesos software - Adaptar y utilizar prácticas de RUP, XP, SCRUM - Autoevaluación de procesos por las empresas (grandes y MIPYMEs)	18%
3	- Usar Gestión del conocimiento para SPI - Usar Infraestructura Técnica - Mejorar la relación y cooperación con el cliente	11%
	Total	100%

Los estudios presentados anteriormente, indican que los puntos relacionados con la creación, modificación y distribución del conocimiento tienen importantes roles en las

iniciativas de SPI. Sin embargo, se requiere comprender dónde y cómo utilizar estrategias de GC para mejorar la práctica de SPI, así como experimentar y desarrollar diferentes perspectivas de GC en la práctica de SPI (Pouya, 2001).

II.5 Conclusiones del capítulo

Las dos primeras secciones presentan cómo los conceptos de conocimiento y GC son de carácter complejo y multifacético atribuible, entre otros aspectos, a la demanda de la literatura existente y a la diversidad de disciplinas que abordan la temática (Alavi y Leidner, 2001). Específicamente para la disciplina de Ingeniería de Software, el desarrollo de software implica la conjugación de conocimientos, experiencias y esfuerzos de los roles, así como de metodologías, recursos y tiempo disponibles para garantizar el éxito del desarrollo del proyecto. La revisión de literatura de las secciones permitió establecer un marco conceptual para el análisis de flujos de conocimiento en organizaciones, tipo MIPYMES, desarrolladoras de software.

Como se mencionó al inicio de este capítulo, este trabajo se centra en abordar la problemática de cómo el conocimiento tácito de los individuos y el conocimiento explícito de una MIPYME dedicada al desarrollo de software son generados, almacenados y utilizados para mejorar la capacidad de sus procesos, la calidad de los productos (Dingsoyr y Conradi, 2002) y de esta forma elevar su nivel de madurez. Tomando en cuenta que el proceso de combinación en los productos de trabajo no extiende por sí mismo la base de conocimiento de una organización (Nonaka y Takeuchi, 1995); la creación de conocimiento organizacional debe ser entonces una interacción continua y evolución de los procesos de creación y conversión de conocimiento del modelo SECI. Así mismo, se deberán considerar las entidades de proceso software definidas en la sección II.3.2 las cuales interactúan con las capacidades, la cultura y el ambiente de la organización. En el siguiente capítulo, se aplicará la metodología KoFI para conocer si dichos elementos en conjunto promueven condiciones apropiadas para la generación de procesos mejorados y al mismo tiempo evolucionan el conocimiento contenido en las organizaciones de desarrollo de software, particularmente en las MIPYMEs.

CAPÍTULO III. MARCO CONCEPTUAL DE GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO EN PROCESOS SOFTWARE

El principal objetivo de una estrategia o sistema de GC es facilitar y mejorar el flujo de conocimiento (Borghoff y Pareschi, 1998) para permitir la transferencia de capacidad y experiencia de donde reside a donde se necesita a través del tiempo, el espacio y distribución geográfica (Nissen, 2002). De acuerdo a Rodriguez-Elias (2007) existen tres enfoques con respecto al flujo de conocimiento: 1) el proceso de creación del conocimiento (Nonaka y Takeuchi, 1995); 2) el conocimiento como un recurso para brindar la capacidad de utilizar información para la toma de decisiones; y 3) las actividades que componen los procesos de GC. El primer enfoque conocido también como modelo SECI o modelo de Espiral del Conocimiento tiene como objetivo brindar un entendimiento de cómo las organizaciones administran, aplican y transfieren conocimiento a través de 4 procesos de creación. El segundo enfoque se relaciona con el ciclo del conocimiento (Choo, 1999), el cual identifica como campos de uso y creación de información a la percepción del medio ambiente, la generación del conocimiento y la acción como toma de decisiones. El último enfoque se relaciona a la dimensión de la actividad del conocimiento integrando 6 actividades para el flujo centrado a la aplicación, transferencia y evolución del conocimiento, denominado por Rodriguez-Elias (2007) como modelo integral.

Una vez identificados dichos enfoques, en este capítulo se aplicará la metodología *Knowledge Flow Identification* (KoFI) para identificar y analizar los flujos de conocimiento relacionados a los procesos software bajo intervención, durante un proyecto de mejora de procesos. Las características que KoFI brinda son (Rodriguez-Elias, 2007): obtener la información necesaria para estructurar las fuentes de conocimiento para la organización, identificar la infraestructura tecnológica que apoya los procesos y que interviene en el flujo del conocimiento, y obtener los requerimientos para diseñar sistemas o estrategias de GC centrados en mejorar el flujo del conocimiento relevante para las actividades a realizar (Maier y Remus, 2002).

Debido a que la aplicación de la metodología KoFI es un proceso iterativo e incremental, este capítulo sólo abordará los dos primeros enfoques de flujos de conocimiento, por lo que el análisis de la dimensión de la actividad del conocimiento se presentará en el siguiente capítulo.

III.1 Identificación de flujos de conocimiento (KoFI)

El término flujo de conocimiento se refiere al conocimiento que es transferido de una persona o lugar a otro. El receptor lo relaciona con su propio modelo mental y crea su propia interpretación del conocimiento original que ha recibido (Laihonen, 2006). Dentro de las características de flujos de conocimiento sobresalen (Guo y Wang 2008): su atributo dinámico (Nissen y Levitt, 2002), el comportamiento no lineal de su flujo y, en ocasiones, la complejidad de medirlo y ser aislado (Schutte y Snyman, 2006). Por otro lado, Gupta y Govindarajan (2000) definen a los flujos de conocimiento como la transferencia del *saber cómo*, la cual consiste en la experiencia que tiene valor estratégico para una organización. Tomando la naturaleza de la dimensión epistemológica (Nonaka y Takeuchi, 1995) se determinó que los procesos de creación y transferencia de conocimiento serán los que se utilicen bajo inspección para la primera fase de la metodología KoFI (Figura III.1).

La primera fase de KoFI está encargada de la especificación del (los) proceso(s) bajo inspección que posteriormente será(n) modelado(s), considerando un enfoque en los flujos de conocimiento. La segunda fase se compone de 4 etapas de análisis. Las dos primeras identifican las fuentes y tipos de conocimiento, para posteriormente analizar la forma de cómo el conocimiento fluye dentro del grupo de trabajo detectando problemas que puedan estar afectando dicho flujo. Por último, la tercera fase especifica los recursos de infraestructura que se involucran en el flujo de conocimiento (Rodríguez-Elias, 2007).

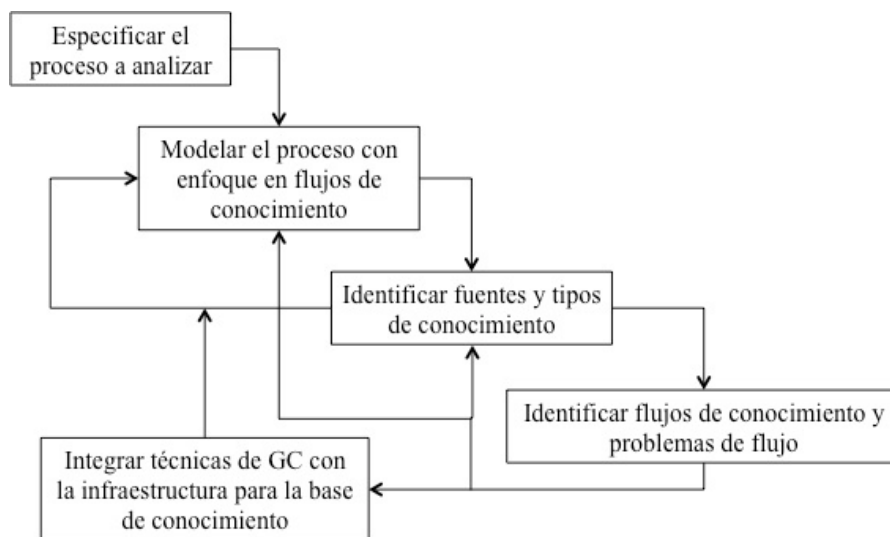


Figura III.1 Fases de la metodología KoFI. Adaptada de (Rodríguez-Elias, 2011)

Primeramente, se aplicarán los enfoques de flujo de conocimiento (modelo SECI y el ciclo de conocimiento) relacionados a un proyecto de SPI (sección II.3.2). De tal forma, que los resultados de cada una de las fases posteriores brindará a los responsables de procesos o el equipo de mejora, información sobre enfoques y estrategias de GC, la cual sea útil en la implementación de un programa de SPI en una organización de desarrollo de software.

En el capítulo anterior, se presentaron a detalle los procesos involucrados en el modelo SECI, correspondiente a la dimensión epistemológica (Sección II.1.2), por lo que enseguida se presentan las características generales para el ciclo de conocimiento. El ciclo de conocimiento sirve como un paso inicial para comenzar a identificar los elementos involucrados y las direcciones (conexiones) de los flujos de conocimiento en el análisis de procesos, en este caso de software. En este enfoque la percepción se obtiene mediante la creación y uso de diversas fuentes de conocimiento que sirven para los flujos de experiencias (Figura III.2). La percepción conduce a la creación de significados compartidos o modelos mentales que son utilizados para planear y tomar decisiones. Las conexiones representan el conocimiento requerido y generado por las actividades, así como las fuentes de información o conocimiento de donde éste es obtenido o almacenado (Rodríguez-Elias, 2007).



Figura III.2 Ciclo de conocimiento. Adaptada de (Choo, 1999)

III.2 Modelado de Flujos de conocimiento

Como se presentó en la Figura III.1, la fase de modelado de la metodología KoFI se divide en dos niveles de abstracción. El primero para identificar las características de los procesos en términos generales (modelado global) y el segundo para definir a más detalle los distintos elementos que participan en los procesos (modelado detallado).

III.2.1 Modelado global para enfoques de flujo de conocimiento

Se utilizará la técnica de Gráfica Rica Adaptada para el modelado global, debido a que brinda una visión general y de alto nivel de los enfoques de flujo de conocimiento seleccionados (Rodríguez-Eliás, 2007). Los elementos de dicha técnica diagramática incluyen (Figura III.3): actividad(es), persona(s), rol(es) o grupos de personas que intervienen en el proceso, conexiones para relacionar actividades con los distintos elementos del proceso, conocimiento y fuentes de información y de conocimiento donde éste es obtenido o almacenado.

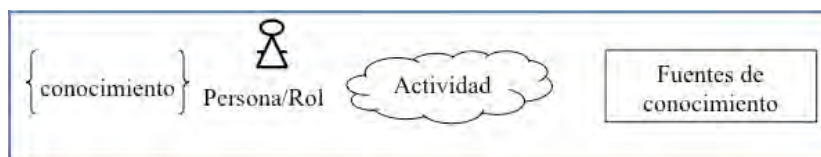


Figura III.3 Principales elementos para el modelado en gráfica rica adaptada

La Tabla 3.1 presenta las categorías de las fuentes de información o conocimiento definidas por Rodríguez-Eliás (2007) y su asociación directa con las entidades proceso software (sección II.3.2). La identificación del tipo de conocimiento existente para algunas de ellas se describirá en la siguiente etapa.

Tabla 3.1 Descripción de las categorías de las fuentes de información o conocimiento

Fuente de conocimiento	Descripción	Entidad proceso software
Documentos	Se refiere a los documentos utilizados o generados y los elementos que componen los productos generados por ellos mismos.	- Producto de trabajo de entrada - Producto de trabajo de salida
Personas involucradas en el proceso	Tanto el recurso humano que participa en el desempeño de las actividades como las personas externas a la organización que son consultadas o aportan conocimiento.	- Rol
Sistemas de información	Aquellos sistemas que son utilizados por el personal como bases de datos o conocimiento.	- Recurso de software
Herramientas	Todas aquellas que permiten adquirir información o conocimiento sobre aspectos específicos.	- Recursos de hardware y software - Procedimientos (métodos, técnicas o plantillas de documentos)

La necesidad de describir el conocimiento requerido por el rol para realizar la actividad asignada se observa claramente en el patrón de la Tabla II.6. Por tal motivo, es importante clasificar a más detalle el conocimiento requerido por alguna fuente (Rodríguez-Elias, 2007):

1. **Conocimiento del rol.** Se refiere a los temas de conocimiento que aportan las personas para desempeñar su rol y realizar las actividades asignadas. Su representación se realiza cuando se conectan los temas por medio de una flecha dirigida desde el rol hacia ellos. Este conocimiento se relaciona con la experiencia en implantaciones anteriores (conocimiento episódico y tácito), conocimiento en el manejo de los modelos o estándares dedicados a la mejora de procesos (conocimiento tópico, procedural o técnico). Por ejemplo, el Responsable de la gestión de procesos cuenta con experiencia en la implantación de programas o proyectos SPI, disponibilidad de tiempo para el seguimiento o evaluación del programa de mejora y se apoya de fuentes de conocimiento como documentación de estándares o modelos que guían la mejora, modelos de referencia y evaluación de procesos.
2. **Conocimiento obtenido por el rol.** Es el conocimiento que obtienen los roles al desempeñar las actividades del proceso (conocimiento procedural y episódico), por lo que las flechas se dirigen de los temas de conocimiento hacia el rol. En este caso, se relaciona a las situaciones excepcionales y/o lecciones aprendidas que el rol detectó al ejecutar las actividades del proceso o utilizar o generar los productos de trabajo.
3. **Conocimiento requerido por la actividad.** Se refiere al conocimiento que se requiere que los roles posean para desempeñar una actividad o proceso asignado. La flecha de conexión será desde los temas de conocimiento hacia la actividad donde son requeridos. Esto sucede cuando el rol utiliza modelos de referencia de procesos con la especificación explícita de las actividades a desempeñar, los productos de trabajo asociados a cada tarea y el nivel de capacidad del proceso. También serán de ayuda las plantillas o formatos institucionalizados en la organización o técnicas recomendadas para la realización de las actividades.
4. **Conocimiento generado por la realización de la actividad.** Como su nombre lo indica este conocimiento se obtiene una vez que el rol aprende las actividades asignadas a través de la experiencia y repetición de la misma por lo que desarrolla o fortalece sus habilidades. El sentido de la flecha va desde la actividad hacia los temas de conocimiento. Este conocimiento se relaciona explícitamente con los productos de trabajo de salida presentados en la Tabla II.5.

5. **Conocimiento obtenido de alguna fuente.** Representa las fuentes de conocimiento o información que son de tipo de entrada para la realización de las actividades. Se utiliza una flecha dirigida de la fuente a los temas de conocimiento, para indicar que dicho conocimiento se genera o crea a partir del uso de la fuente. En este caso todos los productos de trabajo o procedimientos serán conocimiento explícito de entrada para realizar las tareas.
6. **Conocimiento almacenado en alguna fuente.** A diferencia del conocimiento obtenido como entrada del uso de alguna fuente de información o conocimiento, el conocimiento almacenado es que se genera como producto de trabajo de salida para ser guardado en alguna fuente. La dirección de la flecha va desde los temas de conocimiento hasta las fuentes de conocimiento. Este conocimiento explícito servirá para la construcción de una base de conocimiento conforme se avanza de nivel de capacidad de procesos. La dependencia con el conocimiento tácito de los roles servirá para producir, validar y evolucionar todo el conocimiento que se almacene en la(s) fuente(s) de información o conocimiento.

De acuerdo con Rao (2005) una estrategia de GC es la definición de taxonomías que permitan clasificar y organizar el conocimiento, así como las fuentes de donde se obtiene o donde se almacena o dirige (Tabla 3.1). Las taxonomías deben de reflejar las relaciones y dependencias entre los conceptos de conocimiento de manera de que el rol realice las actividades definidas en los procesos apoyado de los procedimientos y recursos con que cuente. Por tal motivo, la Figura III.4 muestra la asociación de los 6 tipos de conocimiento descritos y las conexiones (relaciones y dependencias) relacionados a las entidades proceso software como fuentes de conocimiento bajo el modelado de gráfica rica adaptada. Las dos llaves permiten especificar algún tipo de conocimiento involucrado en cualquier actividad de un proceso, mientras que las conexiones son flechas continuas donde éstas apuntan hacia los elementos del ciclo del conocimiento que se relacionan. Esta asociación se puede observar en la Figura III.5 utilizando la estructura estática de las entidades proceso software y su complemento para la especificación y captura del conocimiento por los roles y actividades.

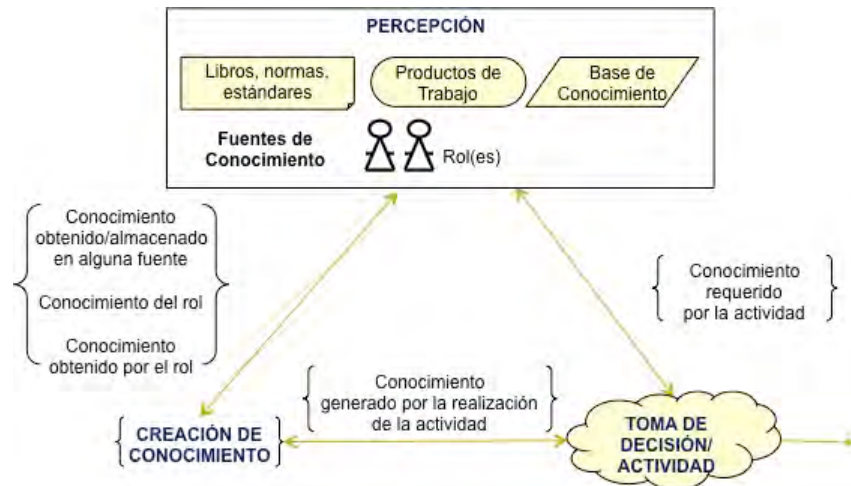


Figura III.4 Modelado global del enfoque de ciclo de conocimiento para los diferentes tipos de conocimiento involucrados en las entidades Proceso software

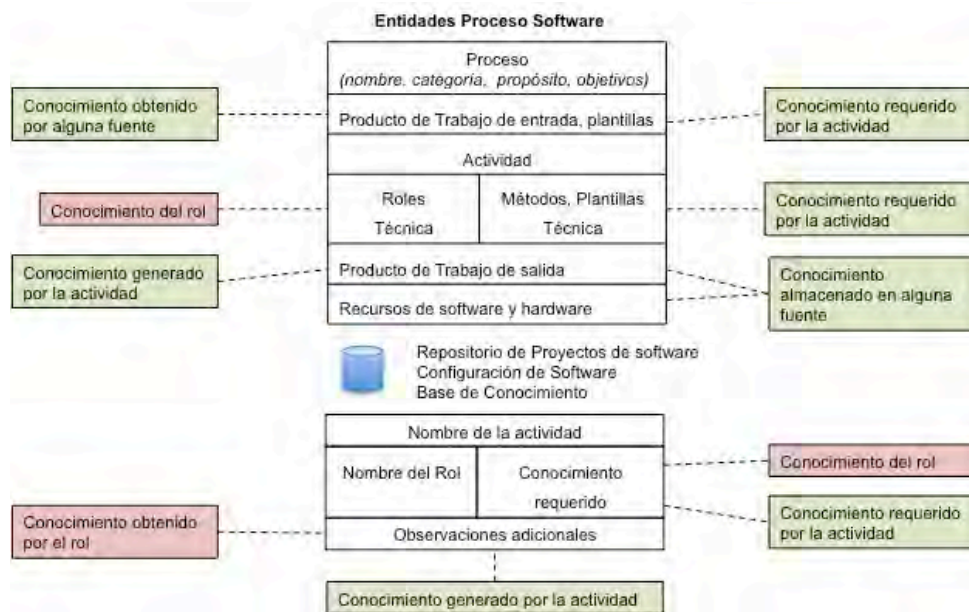


Figura III.5 Relación de tipos de conocimientos en la estructura estática de las entidades proceso software

Para ejemplificar lo anterior, en la Figura III.6 se observa como trabajador de conocimiento al rol Responsable de Gestión de Proyectos (RGPY) quien interactúa con el Responsable de Administración de Proyectos Específicos (RAPE) para realizar en conjunto alguna actividad utilizando su propio conocimiento, y/o haciendo uso de las fuentes de conocimiento que le puedan ser relevantes, tales como la contenida en los documentos ISO 10006, SWEBOK o PMBOK (Flores Rios y Rodríguez-Elias, 2010). Dentro de las fuentes de conocimiento se incluye como herramienta

de soporte a la Base de Conocimiento (BC). Una vez que los productos de trabajo han sido identificados y creados se requerirá una forma de acceso para su administración efectiva, por ejemplo una intranet.

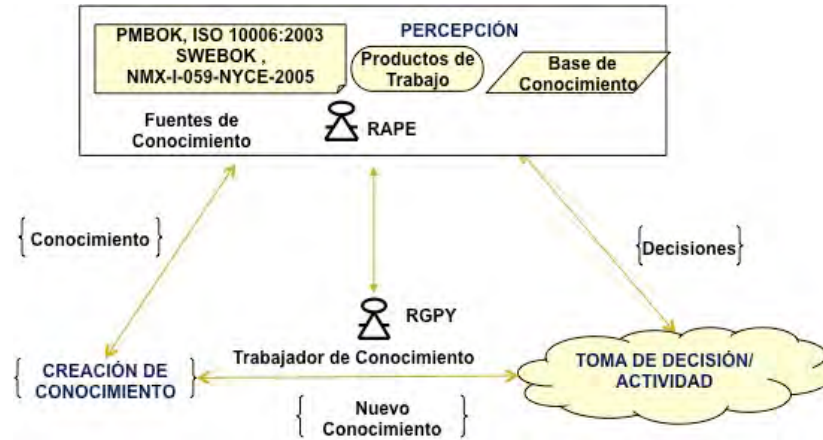


Figura III.6 Modelado global de la aplicación del ciclo de conocimiento en un proceso de gestión de proyectos de software

En un proyecto de SPI se mantiene y administra una BC en la cual se almacenan todos los productos de trabajo y activos de conocimiento utilizados y generados durante cada ciclo de mejora. El problema en sí es cómo contribuir de manera organizada con la BC para que todos los roles interesados en determinados temas de conocimiento puedan acceder y encontrar información o conocimiento necesario de los ciclos de mejora anteriores (Capote et al., 2008) y les sea útil para los actuales o próximos. Oktaba et al. (2008) exponen la importancia de contar con una base de experiencias o BC desde el principio del programa SPI y en todos los niveles organizacionales, sin tomar en cuenta la calidad de los recursos o productos almacenados, puesto que todos son y serán útiles. Esto sucede sólo para el nivel 0 y 1 de capacidad de procesos debido a que resulta poco perceptible la aplicación de atributos de proceso ya que el propósito del nivel está basado sólo en los indicadores de las actividades y la creación de los productos de trabajo. Sin embargo, a partir del nivel 2 de capacidad de procesos y superiores (de los modelos de referencia como CMMI, MoProSoft o COMPETISOFT) se asocian más de un atributo de proceso con más de un logro a cumplir, por lo que se requieren, además del conocimiento explícito generado por la actividad o el almacenado en la BC, el conocimiento tácito, técnico, tópic, procedural y episódico de los roles y requerido por las actividades para lograr el propósito del proceso (Flores Rios et al., 2013).

Por todo lo anterior, la gráfica rica adaptada de la Figura III.7 sugiere que los procesos de creación de conocimiento del modelo SECI y del ciclo del conocimiento no son procesos aislados

uno del otro, sino que se encuentran interrelacionados debido a que la aplicación del conocimiento permite también incrementar el ya existente (Rodríguez-Elias, 2007). El escenario de dicha figura también involucra a las entidades de procesos software donde el trabajador de conocimiento (rol RGPY) crea, usa conocimiento explícito (procesos de combinación e interiorización) y transmite conocimiento tácito a otros roles o lo documenta en productos de trabajo (procesos de socialización y exteriorización) al desempeñar sus actividades diarias, haciendo uso de fuentes de conocimiento (roles, métodos, técnicas, plantillas, recursos de software o productos de trabajo), que no sólo le ayuden a realizar dichas actividades, sino que también le permitan tener la capacidad para resolver problemas inesperados, hacer toma de decisiones correctas e incrementar sistemáticamente el conocimiento. Este escenario a un nivel más detallado permitirá detectar los diferentes tipos de conocimiento involucrados en cada entidad de proceso software, por lo que se analizará en las siguientes fases de la metodología KoFI.

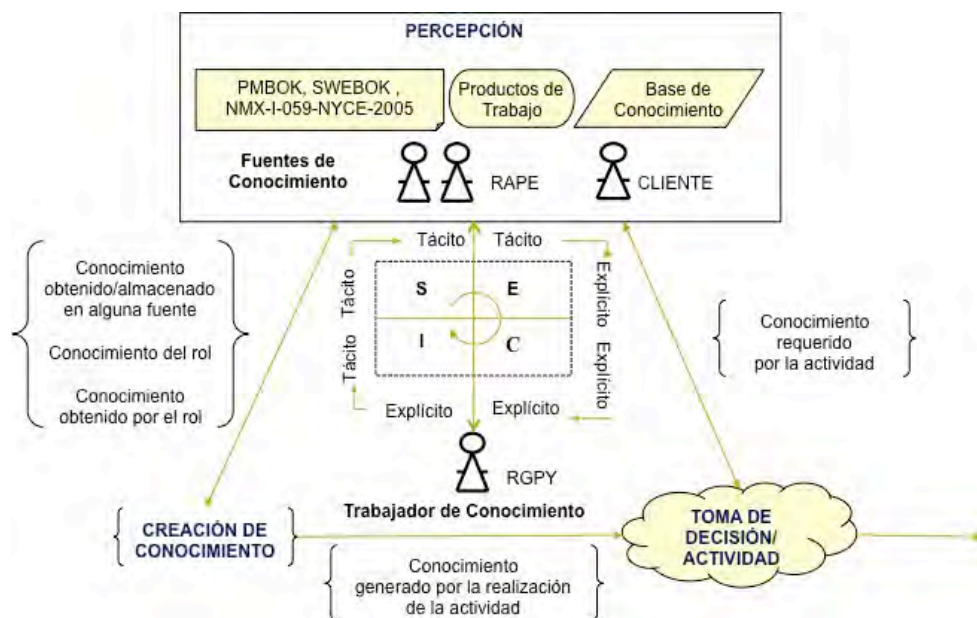


Figura III.7 Modelado de enfoques de flujo de conocimiento utilizando gráfica rica adaptada

III.2.2 Modelado detallado para las entidades proceso software

En el capítulo anterior, se especificó que el modelo base de los modelos de procesos de software en SPEM son los elementos de rol, actividad y producto de trabajo. El modelado global de la Figura III.4 es ahora presentado a un nivel de detalle bajo la notación de los íconos utilizados para los demás elementos que componen un modelo en SPEM y utilizando el enfoque de ciclo de

conocimiento (Figura III.8). El ciclo de conocimiento ha sido examinado como un conjunto discreto de actividades que se realizan dentro de las organizaciones (Choo y Johnston, 2004). Sin dejar de reconocer el valor de cada elemento por separado, la dinámica de las diferentes conexiones entre ellos genera el mayor potencial para la creación del conocimiento y el valor de las organizaciones (Choo, 1998).

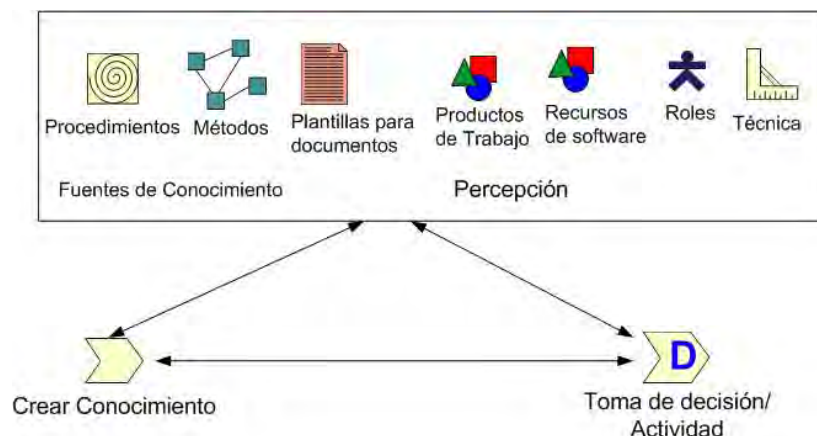


Figura III.8 Modelado detallado de entidades Proceso software bajo el enfoque de ciclo de conocimiento

En el modelo de la Figura III.8, la percepción se refiere a los significados compartidos que forman la misión y visión de la organización y enmarca el análisis de oportunidades y amenazas especificadas en el plan estratégico para un periodo específico. La creación de nuevo conocimiento involucra todos los procesos de creación de conocimiento dependiendo del nivel de madurez de la organización. Las actividades son realizadas por los roles, quienes son responsables del uso, generación y almacenamiento del conocimiento en diversas fuentes de información y conocimiento. Sus interpretaciones, estructuradas por reglas o rutinas, guían las decisiones según las prioridades de la organización. Por ejemplo, dentro de un proyecto de SPI los roles establecen/actualizan/corrigen/verifican y validan procedimientos, métodos, productos de trabajo o plantillas requeridos por los procesos y el nivel de capacidad.

Es así, como una organización va adquiriendo madurez cuando innova y aprende, dependiendo de su habilidad para implementar, gestionar, establecer y controlar una serie interrelacionada de procesos en los cuales los roles realizan actividades bajo su percepción y significado de lo que está sucediendo en el entorno. Además, se identifican, analizan, definen y establecen oportunidades de mejora continua derivadas de nuevos recursos o fuentes de conocimiento para alcanzar los objetivos actuales y futuros.

Debido a que la optimización e innovación de procesos no es algo sencillo o fácil para las pequeñas organizaciones de software (Mas y Amengual, 2005) o supone la inversión de dinero, tiempo y recursos, así como la alta complejidad de las recomendaciones (Pino et al., 2007) y especificaciones de los modelos de referencia de procesos, se analizarán y modelarán todos los procesos de creación del conocimiento involucrados en las entidades proceso software con el propósito de detectar y definir los flujos de conocimiento, y sus conexiones, necesarios en un marco de trabajo de GC que apoye la implementación de un programa SPI. Los modelos resultantes estarán representados en la notación de la extensión de SPEM llamada SPEM-KF (Rodríguez-Elias et al., 2009). El propósito general de SPEM-KF es: 1) modelar los conceptos de conocimiento (*KConcept*) relacionados a los tipos o temas de conocimiento (*KTopic*) y fuentes de conocimiento (*KSource*) que están involucrados en las actividades del proceso. *Ktopic* es usado para representar temas o tópicos de conocimiento requeridos o generados por las actividades, así como aquel conocimiento que es almacenado u obtenido de las fuentes de conocimiento. *KSource* se utiliza para identificar a estas fuentes, así como clasificar sus categorías (*KSourceCategory*) y sus tipos (*KSourceKind*); 2) identificar y modelar cómo fluye el conocimiento a través de las actividades o la forma en que las fuentes específicas están siendo usadas o modificadas en la ejecución del proceso. *GroupKnowledge* representa grupos de fuentes, áreas o temas de conocimiento o habilidades de los roles; y 3) modelar la transferencia de conocimiento entre las fuentes (*KnowledgeTransfer*). *KnowledgeTransfer* indica el conocimiento que es transferido entre las distintas fuentes dentro de una actividad o flujo de trabajo determinado. Cada fuente se conecta con el tema de conocimiento que aporta u obtiene durante la transferencia por medio de relaciones tipo *KnowsAbout*.

La simbología de SPEM-KF se muestra en la Figura III.9, y son usados en conjunto con los elementos propuestos por la especificación SPEM (Rodríguez-Elias y Martínez, 2011). Así mismo, la Figura III.10 presenta el metamodelo de fuentes y tipos de conocimientos por el elemento *KConcept* para definir el propósito y objetivos del proceso. En cada categoría de fuente de conocimiento (*KSourceCategory*) se pueden definir diversos tipos (*KSourceKind*). Por otro lado, cada *KSource* tiene una o más localizaciones para especificar explícitamente el lugar donde la fuente se localiza (Rodríguez-Elias et al., 2009) y otras características correspondientes a las categorías de fuentes de conocimiento (Tabla 3.1). Estos elementos se utilizarán en la siguiente sección para modelar los flujos de conocimiento, bajo los enfoques del modelo de creación del conocimiento y ciclo de conocimiento, en las entidades proceso software involucradas en un programa SPI.

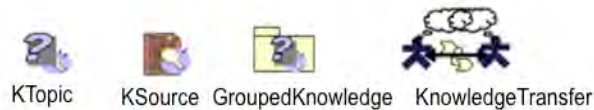


Figura III.9 Simbología de SPEM-KF usada para representar conceptos de conocimiento

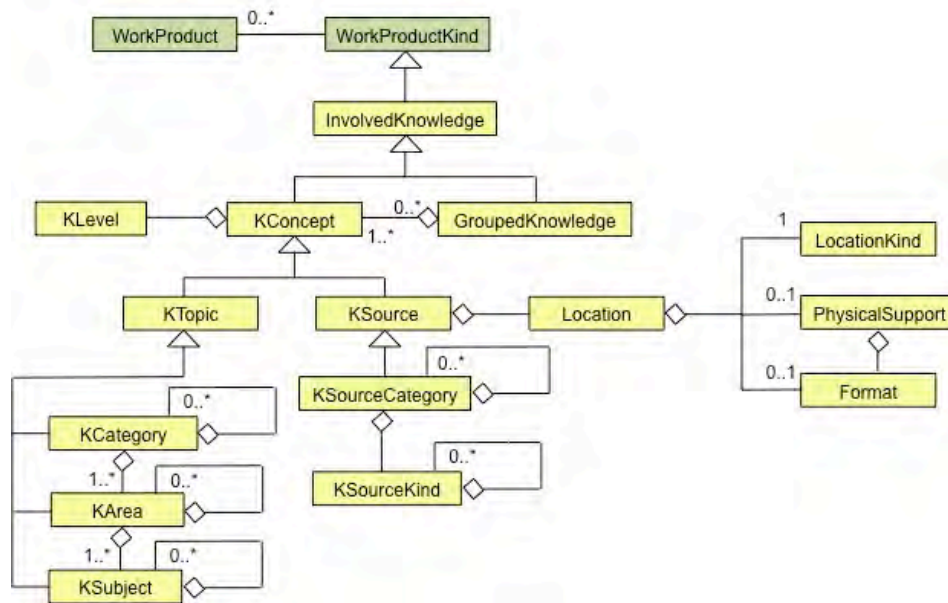


Figura III.10 Metamodelo de fuentes y tipos de conocimientos.
Adaptado de Rodríguez-Elias (2007)

III.3 Análisis de flujos de conocimiento

La fase de análisis de la metodología KoFI consiste de las siguientes etapas: la identificación y clasificación de las principales fuentes y tipos de conocimiento que intervienen en el proceso bajo inspección, y la identificación de problemas en el flujo de conocimiento. En la Tabla III.1 se presentó a un primer nivel las categorías de identificación y clasificación de fuentes de conocimiento (*KSourceCategory*). Ahora, se utilizarán el metamodelo de fuentes y tipos de conocimiento y el diagrama de transferencia de conocimiento entre distintas fuentes para analizar los procesos de creación del conocimiento involucrados en las entidades proceso software.

III.3.1 Identificación y clasificación de fuentes de conocimiento

Un modo conveniente de organizar y describir las fuentes de conocimiento específicas del metamodelo de la Figura III.10, es utilizando una plantilla o un marco para la descripción del conocimiento, el cual se divide en secciones de conocimiento y/o segmentos de conocimiento (Wiig

et al., 1999). La existencia de un marco brinda a los usuarios actuales y potenciales un mayor entendimiento del conocimiento que está disponible (OICT, 2002).

El marco de la Tabla 3.2 es una adaptación de la propuesta por (Rodríguez-Elias, 2007) para representar la descripción de las fuentes de conocimiento y considera elementos de localización y forma del marco de Wiig et al., (1999). El objetivo es capturar conocimiento tácito y explícito y generar conocimiento explícito especificando el nombre de las fuentes, su localización y su asociación a un tipo de formato y soporte físico en caso de que aplique (Rodríguez-Elias, 2007).

Tabla 3.2 Marco para la identificación de fuentes de conocimiento.
Adaptado de (Rodríguez-Elias, 2007).

Nombre (id):	<Identifica el nombre de la fuente de información o conocimiento en cuestión, por lo que debe ser único>		
Categoría de la fuente de conocimiento:	<Indica la categoría a la que pertenece>	Tipo de fuente de conocimiento:	<Especifica el tipo de fuente de conocimiento según la categoría>
Descripción:	<Especifica una breve descripción sobre la fuente de conocimiento>		
Localización			
Tipo	Descripción	Soporte	Formato
<Indica el tipo de localización de la fuente. Ejemplos: Física, electrónica, BD, telefónica, Base de Conoc., repositorio de productos, etc. >	<Especifica brevemente la localización de la fuente según el tipo de la misma>	<Especifica el elemento físico en el que se encuentra la fuente de conocimiento. Ejemplos: No aplica, papel, audio, electrónico, video, etc. >	<Especifica el formato según el tipo de soporte físico. >

Rol Conoce a cerca de					
Concepto de conocimiento	Nivel de conocimiento/Experiencia				
	Novato	Principiante	Competente	Experto	Maestro
Concepto 1					
Concepto n					

Jackson (2005) menciona que en un entorno donde el conocimiento esté poco estructurado y el trabajo no es rutinario, el contar con descripciones de conocimiento permite usar índices para encontrar fuentes de conocimientos específicas (por ejemplo personas). Al utilizar un marco, la organización podrá registrar el conocimiento específico que poseen los roles, haciendo una referencia cruzada con la descripción de las fuentes de conocimiento. Esto permitirá que el conocimiento que tiene un trabajador de conocimiento pueda ser identificado apropiadamente

siendo actualizado en función de los objetivos específicos de la alta dirección de una organización o después de una auditoría de conocimiento (OICT, 2002).

En la Figura III.10 del metamodelo también se muestra cómo cada *KConcept* se puede relacionar a cierto nivel de conocimiento (*KLevel*) o experiencia de los roles sobre temas específicos o alguna otra fuente. Estos elementos se relacionan directamente con la categoría de personas (entidad rol) y la segunda parte de la plantilla de fuentes de conocimiento. En la Tabla 3.2 se hace uso de los 5 niveles de experiencia o conocimiento propuestos por Dalkir (2005). La descripción de dichos niveles se muestra en la Tabla 3.3 y debe realizarse con base en las necesidades de la organización donde se vaya a aplicar (Rodríguez-Elias, 2007).

Tabla 3.3 Nivel de conocimiento que puede ser obtenido por medio de un rol

Nivel de conocimiento	Descripción
Novato (N)	Se refiere a los roles que no están conscientes del conocimiento que poseen y que pueden disponer de él. Además de cómo pueden usarlo.
Principiante (P)	Conoce que existe conocimiento y dónde puede obtenerlo, pero no puede razonar con éste
Competente (C)	Conoce a cerca del conocimiento, puede usarlo y razonar a cerca del conocimiento con la colaboración de otros roles (socialización), utilización de documentos (interiorización), bases de conocimiento, entre otros
Experto (E)	Conoce a cerca del conocimiento, lo contiene en su memoria (conocimiento tácito), entiende dónde puede aplicarlo y razona a cerca del mismo en ocasiones sin la ayuda externa
Maestro (M)	Interioriza totalmente el conocimiento, cuenta con un profundo entendimiento e integración con los valores, juicios, y consecuencias de utilizar conocimiento. Dependiendo la cantidad de tópicos de conocimiento que conoce sobre un tema específico cuenta con conocimiento teórico, procedural, declarativo, tópico y episódico.

Para ejemplificar la identificación de las fuentes de conocimiento de esta fase de análisis, se presenta la Figura III.11. Esta figura muestra la asociación de la estructura estática de las entidades proceso software con las categorías de fuentes de conocimientos (Tabla 3.1) y su descripción. El mapa de conocimiento de la Figura III.11 es una demostración visual de la información capturada y sus relaciones (por medio de líneas punteadas) que permiten el estudio del conocimiento por observadores o usuarios con experiencia en múltiples niveles de detalle. Un mapa también puede servir como vínculos a fuentes de conocimiento más detalladas o como apuntadores al conocimiento implícito (Barquin y Bennet, 2001).

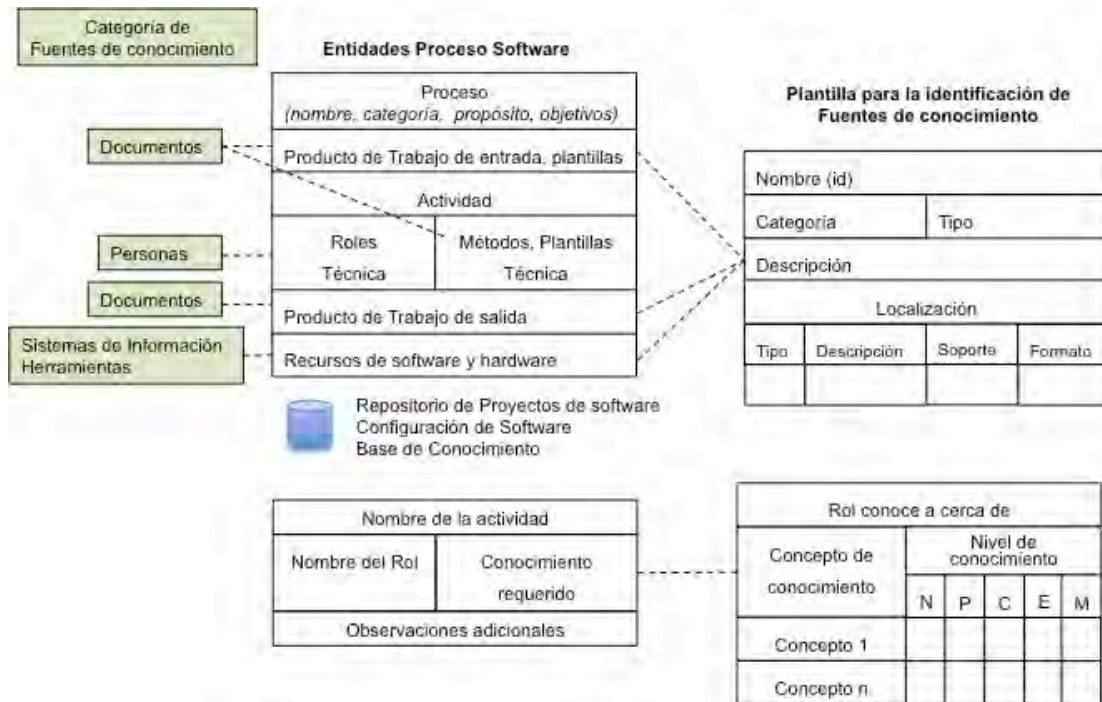


Figura III.11 Relación de las categorías y descripción de fuentes conocimiento con la estructura estática de las entidades Proceso software

Así mismo, los tipos de conocimientos identificados en la Figura III.5 permiten inferir que es necesario identificar más tipos (taxonomía) de conocimientos involucrados para cada una de las entidades, mostrando la importancia y las relaciones entre las fuentes de conocimiento y su dinámica (Makosky, 2000). Esto se analizará a mayor detalle en la siguiente etapa de análisis.

III.3.2 Identificación y clasificación de tipos de conocimiento

En la segunda etapa de análisis se hace uso de taxonomías para clasificar los tipos de conocimientos (Rodríguez-Elias et al., 2009). Particularmente, el metamodelo de fuentes y tipos de conocimientos de la Figura III.10 se utiliza como base para la clasificación de tipos de conocimientos. Según Rodríguez-Elias (2007), los niveles de abstracción se separan en categorías de conocimiento (*KCategory*), que son usadas para organizar y clasificar *KArea* relacionadas. Las áreas se pueden constituir a su vez de áreas más especializadas o de temas de conocimiento específico (*KSubject*). Estos describen el conocimiento sobre un conjunto de elementos que pueden ser definidos como una unidad básica de conocimiento o pueden estar constituidos por temas más específicos. Este nivel de clasificación de tipos de conocimiento dependerá del nivel de detalle y abstracción que se requiera en una organización.

Siguiendo este modelo conceptual se identificarán los distintos tipos de conocimientos involucrados en las entidades proceso software. La Tabla 3.4 presenta el marco para la descripción de temas de conocimiento. Su utilización permitirá identificar, fácilmente, los temas de conocimiento que resulten más relevantes para las actividades y roles del proceso. Según Rodríguez-Elias (2007), en una primera iteración de análisis las actividades se describen en términos generales. Después en los siguientes ciclos, éstas se podrán especificar a mayor detalle según los resultados de las etapas de definición y modelado de flujos de conocimiento de KoFI. Al realizar esta actividad, se debe de considerar el nivel del manejo de conocimiento, es decir quién posee tal conocimiento o accede al conocimiento, con qué frecuencia, de modo que una estrategia de GC pueda ser diseñada en función de las características de los temas y tipos de conocimiento.

Tabla 3.4 Marco para la descripción de temas y tipos de conocimiento.
Adaptado de Rodríguez-Elias (2007).

Nombre:	<Identifica al concepto de conocimiento, por lo que debe ser único>			
Nombres alternativos:	<Lista de nombres alternativos existentes para referirse al mismo concepto de conocimiento>			
Tipo de conocimiento:	<Especifica el nivel de abstracción al que corresponde, puede ser categoría, área o tema>			
Descripción:	<Especifica una breve y clara descripción del conocimiento asociado al concepto>			
Conocimiento involucrado en				
Actividad:	<Nombre de la actividad donde es utilizado el concepto>	Tipo:	<Indica si el conocimiento es creado, utilizado, generado, incrementado, requerido>	
Descomposición del tema de conocimiento				
Tópico:	<Describe el componente tópico del concepto, los principales conceptos involucrados. Por ejemplo el conocer ¿qué? o ¿con qué?>			
Procedural:	<Define el componente técnico o procedural asociado al concepto. En este se especifica el conocimiento requerido para saber cómo aplicar el concepto>			
Periodo que se realizó la actividad:	<fecha de inicio / fecha final>			
Episódico:	<Describe el componente episódico del concepto. Por ejemplo el saber cuándo o por qué es aplicado el conocimiento. Mediante la definición de este campo se pueden determinar las situaciones que generan experiencia en la aplicación del conocimiento>			
Fuentes de conocimiento donde se puede obtener conocimiento del concepto				
Nombre de la fuente:	Grado de conocimiento que puede ser obtenido de la fuente			
	Básico	Intermedio	Avanzado	Experto
<Especifica el nombre>				
Conocimiento relacionado				
Nombre del concepto:	Tipo de Relación			
	Dependencia	Agregación	Clasificación	Complemento
<Identifica qué otros conceptos pueden estar relacionados o se requieren para conocer a cerca del que se está describiendo>	<El conocimiento depende de otro>	<un concepto es parte o componente de otro más amplio>	<un determinado concepto pertenece a una determinada clase>	<El conocimiento de uno de los conceptos puede complementar el que se tenga de otro>

Como uno de los enfoques de flujos de conocimiento utilizados en este trabajo es el modelo SECI, será necesario identificar y localizar el conocimiento tácito y explícito junto con el nivel de manejo de conocimiento (Figura III.12). En un programa SPI, el primer nivel estaría relacionado con la especificación descriptiva y explícita de las actividades del proceso y el uso y generación de productos de trabajo definidos en un modelo de referencia de procesos. En la Figura III.12 se identifica que el conocimiento tácito pertenece a los roles y la técnica que ellos utilizan para realizar las actividades según su experiencia y habilidades, lo que ocasiona que también posean conocimiento procedural, episódico y declarativo (*saber qué?*). Así mismo, se estaría generando conocimiento tópico cuando los roles obtienen significados o definiciones de términos directamente de los estándares o documentos (Flores Rios y Rodriguez-Elias, 2010). Por otro lado, el conocimiento explícito se detecta en toda la especificación del proceso, el uso de métodos y/o técnica (conocimiento procedural) que describen el flujo de trabajo de las actividades. El conocimiento explícito es fácilmente comunicado por medio de las plantillas, productos de entrada y salida que se definen (conocimiento tópico y procedural), generan, utilizan o incorporan a la base de conocimiento. Ésta última considerada como fuente de conocimiento (entidad recurso). Puede ser el caso de que se necesiten otros tipos de conocimiento para poder aplicar el *qué* se está describiendo por lo que los roles registrarán sus observaciones, información o conocimiento y el tipo de relación que exista entre ellos generando conocimiento explícito.



Figura III.12 Especificación de conocimiento tácito y explícito en las entidades proceso software. Adaptado de (Armbrecht, 2001)

Los siguientes niveles de manejo de conocimiento se relacionan con la estrategia para implementar el programa de mejora. La estrategia debe de estar basada en la gestión del cambio y enfocada fundamentalmente en las personas (Bayoda et al., 2010). Una vez que se aplica el conocimiento tópicos se obtiene conocimiento tácito sobre cómo los conceptos aprendidos se pueden aplicar para resolver alguna situación o problemática. De esta forma, la aplicación reiterada de los conceptos en casos prácticos genera experiencia del saber cómo adaptar los conocimientos adquiridos para resolver casos similares. Así, los roles conocerán tanto las ventajas y esfuerzos necesarios para alcanzar el nivel de madurez de la organización o elevar el nivel de capacidad de procesos, considerando los requisitos solicitados en las normas o modelos (conocimiento tópicos o técnico), los *¿cómo?* (conocimiento procedural), así también la captura de conocimiento tácito o episódico sobre un tema específico. Todas las relaciones expuestas anteriormente, se presentan en la Figura III.13 con una línea punteada entre la estructura estática de las entidades Proceso software con el marco de definición de tipos de conocimiento.

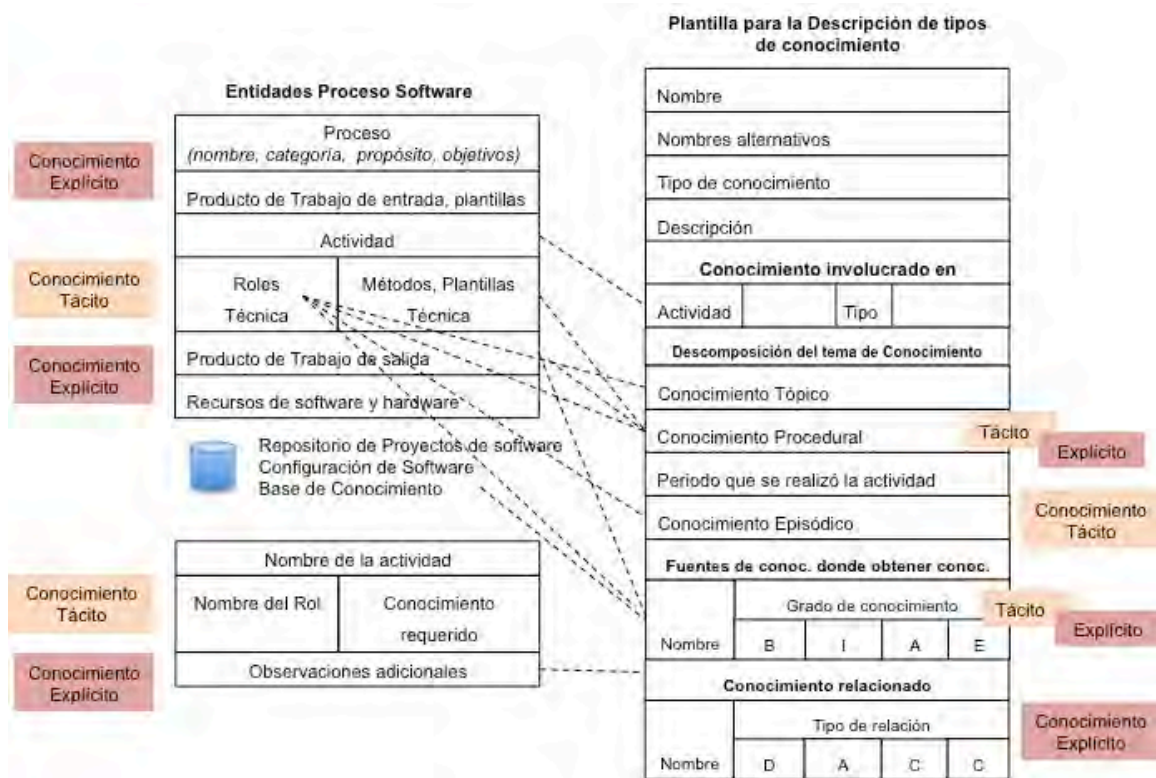


Figura III.13 Relación de la descripción de tipos conocimiento con la estructura estática de las entidades Proceso software

Considerando que el objetivo de las dos primeras etapas de análisis de flujos de conocimientos es obtener un mapa de conocimiento, se elaboró la Figura III.14. Este mapa involucra: las categorías de fuentes de conocimiento, información sobre fuentes, tipos, áreas y temas de conocimiento, dependencias y demás aspectos presentados en la descripción de fuentes y tipos de conocimiento. La Figura III.14 presenta la asociación integral que existiría entre el mapa de conocimiento con la estructura estática de las entidades proceso software. Ahora bien, la tercera y cuarta etapa de análisis se centrarán en la identificación de flujos de conocimiento existentes entre los 2 enfoques utilizados (modelo SECI y ciclo de conocimiento) y las entidades proceso software para identificar los posibles problemas o situaciones que puedan afectar dicho flujo.

III.3.3 Identificación de flujos de conocimiento

En la tercera etapa de análisis de la metodología KoFI se identifica el conocimiento que es aplicado o requerido durante la realización de las actividades o toma de decisiones, las fuentes donde el conocimiento es almacenado u obtenido, así como los mecanismos utilizados para localizar las fuentes y transformar conocimiento. En la sección III.2 se especificó que para la identificación de flujos de conocimiento, Rodríguez-Elias et al., (2009) proponen utilizar simbología de SPEM-KF. Los modelos sirven de apoyo en la identificación de problemas y requisitos para definir estrategias o diseñar sistemas (recursos de software) para resolver los problemas (Cox et al., 2005 citado por Rodríguez-Elias, 2007) o necesidades de conocimiento detectadas. En este sentido, el diagrama de transferencia de conocimiento permite resaltar y visualizar los flujos de conocimiento más relevantes, las actividades donde se presenta la transferencia, así como el conocimiento que se aporta y obtiene de cada fuente de conocimiento (Rodríguez-Elias, 2007).

La Figura III.15 visualiza el modelado detallado para la identificación de flujos por medio de un diagrama de transferencia de conocimiento. Dicho diagrama también apoyaría al analista a detectar el conocimiento que no es almacenado en los productos de trabajo o recursos de software, y la relevancia que tiene cada entidad de proceso software dentro del proceso de creación de conocimiento y el ciclo de conocimiento, ambos como enfoques de flujos de conocimiento.

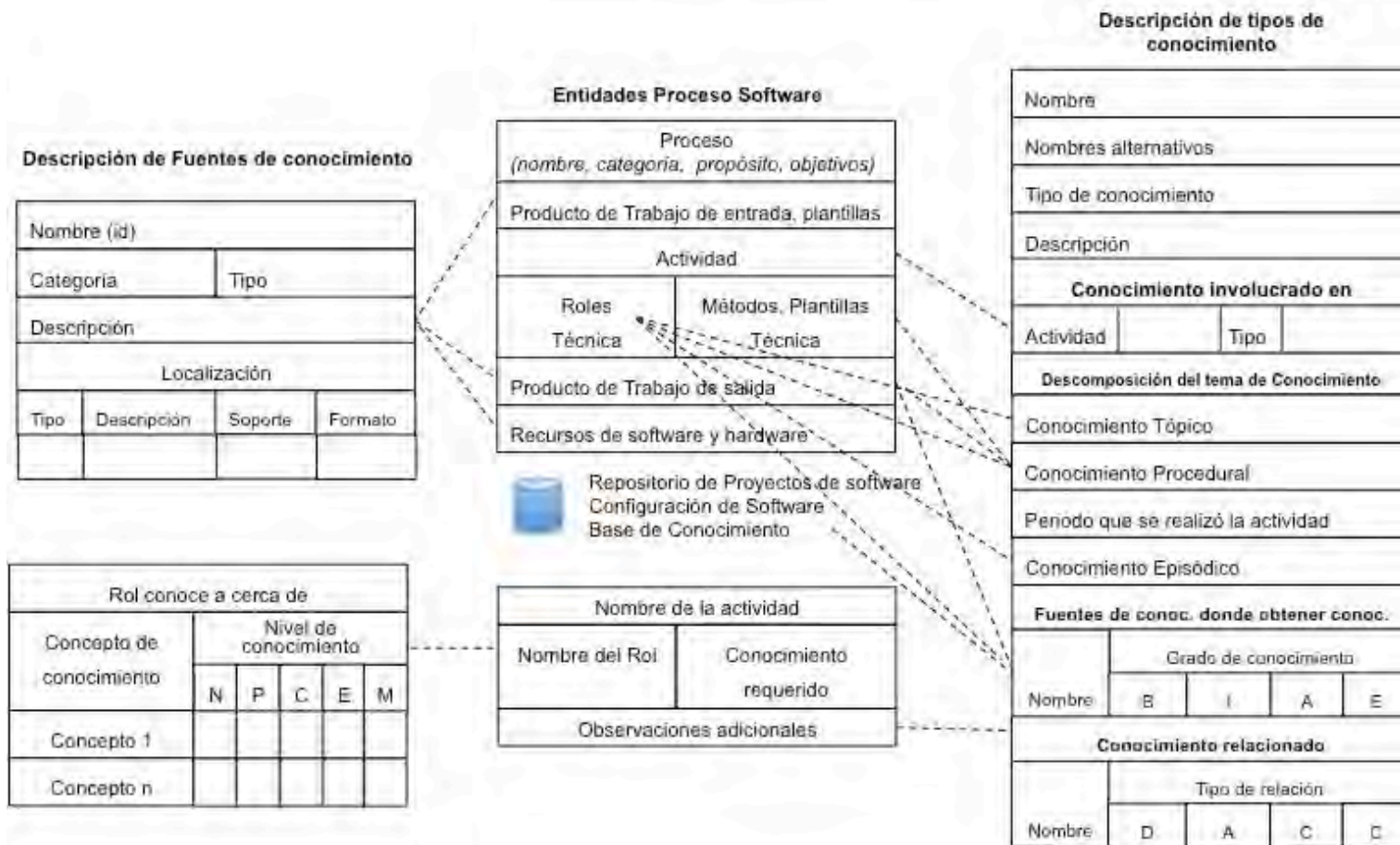


Figura III.14 Relación de la descripción de fuentes y tipos de conocimientos con la estructura estática de las entidades Proceso software

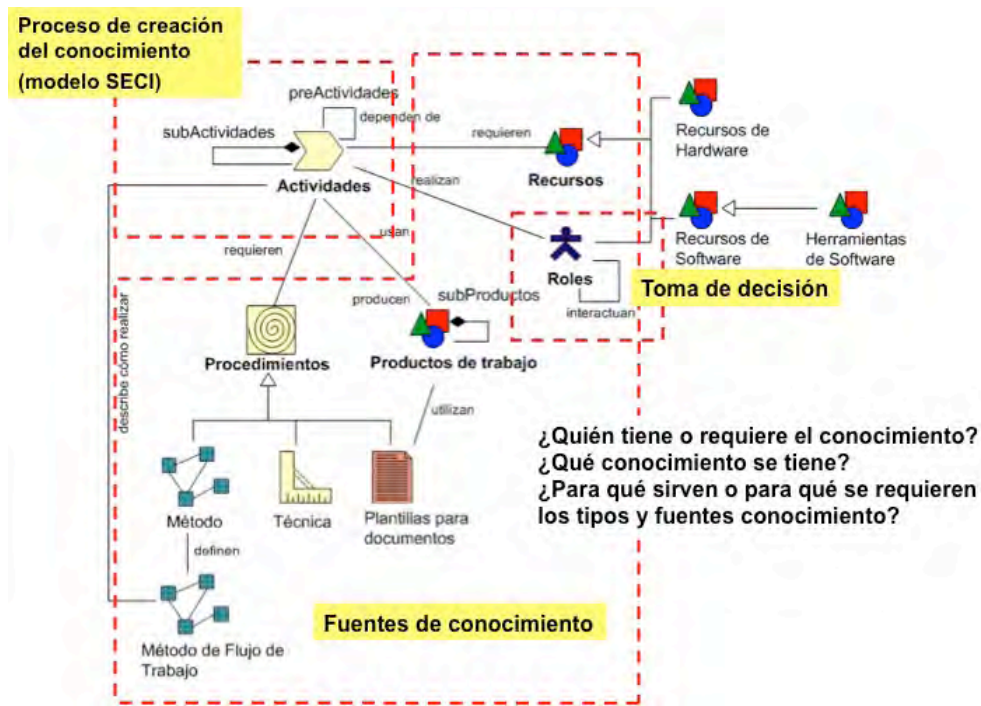


Figura III.15 Modelado detallado para la identificación de flujos de conocimiento en las entidades Proceso software

Suponiendo que las organizaciones de desarrollo de software cuentan con las entidades proceso software y realizan actividades de un proyecto de SPI, entonces es importante identificar los flujos de los procesos basados en conocimiento, los cuales les permitan definir e implementar estrategias o iniciativas de GC para elevar su nivel de GC. Aun cuando la identificación de problemas y el análisis de herramientas de soporte al flujo del conocimiento corresponden a la cuarta etapa de análisis y la última fase de la metodología KoFI se integrarán en el análisis, debido a que es importante considerar la infraestructura tecnológica que apoya al proceso como parte integral de una estrategia de GC (Marwick, 2001). Es necesario aclarar que, algunas de las tecnologías se desarrollaron bajo esquemas distintos al de GC, sin embargo, considerando las características y bondades que poseen son consideradas como parte esencial de los mecanismos que apoyan los procesos de flujo de conocimiento (Rodríguez-Elias, 2003).

Por tal motivo, se espera que el identificar flujos de conocimientos que se relacionan en cada proceso de creación de conocimiento se podría retroalimentar a las organizaciones con la información obtenida del análisis, especificándole el tipo de recursos de software y hardware que requieren para complementar la BC dependiendo su nivel de madurez y nivel de GC.

III.3.4 Identificación de problemas en el flujo de conocimiento

La última etapa de análisis del proceso se centra en identificar los problemas específicos que puedan afectar el flujo de conocimiento, para encontrar estrategias de solución. En este punto se pueden presentar dos situaciones: la decisión de desarrollar o adquirir un nuevo sistema para abordar problemas detectados o utilizar los ya existentes, posiblemente modificándolos o adaptándolos (Rodríguez-Elias, 2008). Para el primer caso la metodología puede dejar de aplicarse, mientras que para el segundo, la metodología KoFI brinda un marco de ayuda para identificar el rol de las herramientas o infraestructura como habilitadoras del flujo de conocimiento.

III.3.5 Análisis de herramientas de soporte al flujo de conocimiento

La fase final de la metodología KoFI consiste en aplicar un marco de trabajo para identificar las características de las herramientas o sistemas por medio de su dominio de aplicación (uso, alcance y dominio de conocimiento), la estructura del conocimiento tácito y conocimiento explícito identificado y las etapas que constituyen el flujo de conocimiento desde dónde es creado hacia dónde es transmitido o almacenado (Rodríguez-Elias et al., 2008). Las etapas constituyen el proceso integrado definido por Rodríguez-Elias (2007).

III.4 Análisis de flujos de conocimiento del modelo SECI con entidades Proceso Software

En esta sección, se analizarán los flujos de conocimiento involucrados en los 4 procesos de creación y conversión de conocimiento, presentados específicamente en la Tabla II.3 de la sección II.1.2, y tomando como referencia la Figura III.16.

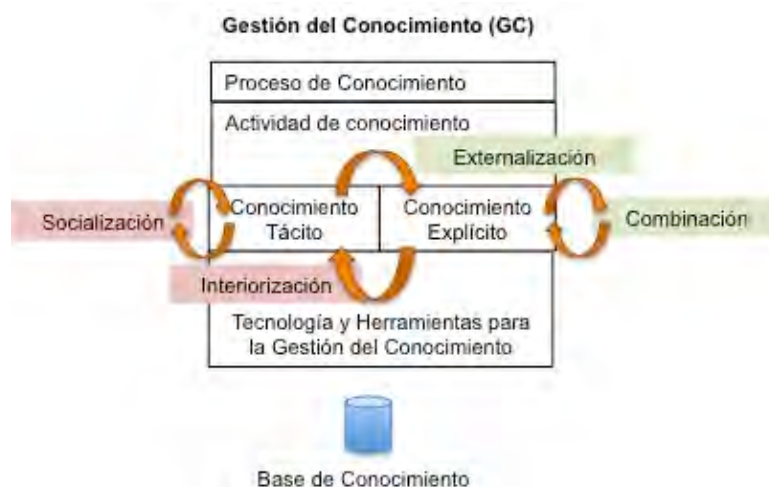


Figura III.16 Representación de procesos de creación de conocimiento en una estructura estática

III.4.1 Socialización: de Conocimiento tácito a conocimiento tácito

El proceso de socialización (del tipo *KnowledgeTransfer*) consiste en compartir ampliamente experiencias, modelos mentales o habilidades técnicas (conocimiento tácito) entre roles con una cultura común para crear más conocimiento tácito y realizar sus actividades efectivamente. Las fuentes de conocimiento (*KSource*) para este proceso son los roles, recursos, procedimientos y productos de trabajo, aunque este último a menor escala por estar relacionado con el conocimiento explícito. La característica del proceso de socialización es cuando un rol puede adquirir conocimiento tácito directamente de otros roles a través de la observación, imitación, colaboración y la práctica directa; en algunas ocasiones sin usar un lenguaje verbal. Sin embargo, a un rol le resultará difícil generar conocimiento tácito cuando no hace uso o comparte verbal o directamente su experiencia.

Otra forma de intercambiar o compartir conocimiento tácito es por medio de la localización de expertos (Ackerman, 1998; Girgensohn, et al., 1996), dependiendo el nivel de experiencia o dominio en temas de conocimiento (*KLevel*) que éstos posean (Tabla III.2). El facilitar el acceso a personas con experiencia especializada según su nivel y dominio en métodos y técnicas y/o uso de ciertas plantillas permitirá a los roles desempeñar las actividades según la interacción que tengan con ellos. Algunos recursos que se utilizan para localizar expertos son el perfil de una persona, una formato lleno con el concepto de conocimiento o nivel de conocimiento sobre el concepto, preguntas previamente respondidas o asociaciones entre nombre-documento (Marwick, 2001).

Aun cuando el proceso de socialización involucra sólo la utilización y conversión de conocimiento tácito, la categoría de documentos también se detecta en este proceso en un nivel menor. Algunas veces los roles incrementan su conocimiento tácito cuando otros roles les interpretan el llenado de algunas plantillas de documentos o les mencionan aspectos sobre los productos de trabajo que utilizan en sus actividades. Este escenario se puede ejemplificar cuando una organización de software cuenta con personal con poca experiencia y/o posee procesos inestables o no documentados solicitando la intervención de consultores expertos para que brinden ayuda en la identificación de causas o circunstancias que originan problemas en el desempeño de las actividades. La organización puede revisar una lista de perfiles de consultores con años de experiencia o nivel de conocimiento en ciertos temas o áreas dentro de su base de datos, intranet o un portal de conocimiento. Dicho nivel corresponderá al dominio o experiencia en métodos, técnicas, en el manejo de plantilla, recursos de software o hardware (Tabla III.3).

Se recomienda el uso de reuniones informales de equipo y colaboración (asíncrona y síncrona) para llevar a cabo discusiones y retroalimentaciones detalladas para resolver problemas difíciles relacionados con los proyectos. En dichas reuniones puede participar cualquier rol que esté interesado en el proyecto con disponibilidad para trabajar en equipo. También se puede hacer un foro para el diálogo creativo como medio para compartir experiencias y fomentar la confianza mutua entre el equipo de trabajo.

Cuando los roles socializan utilizan diversos recursos de software y hardware, dichos recursos se relacionan como sistemas de información y herramientas dentro de la categoría de fuentes de conocimiento. Algunos ejemplos de herramientas de software que permiten el intercambio de conocimiento, experiencia, confianza e información en ciertas actividades específicas son los portales de conocimiento, sistemas de tele/videoconferencias, mensajería instantánea, entre otros. Por otro lado, los roles se apoyan de cierta tecnología tales como los videoteléfonos, aparatos de videoconferencias, tableros electrónicos o tecnología *groupware* como recursos de hardware.

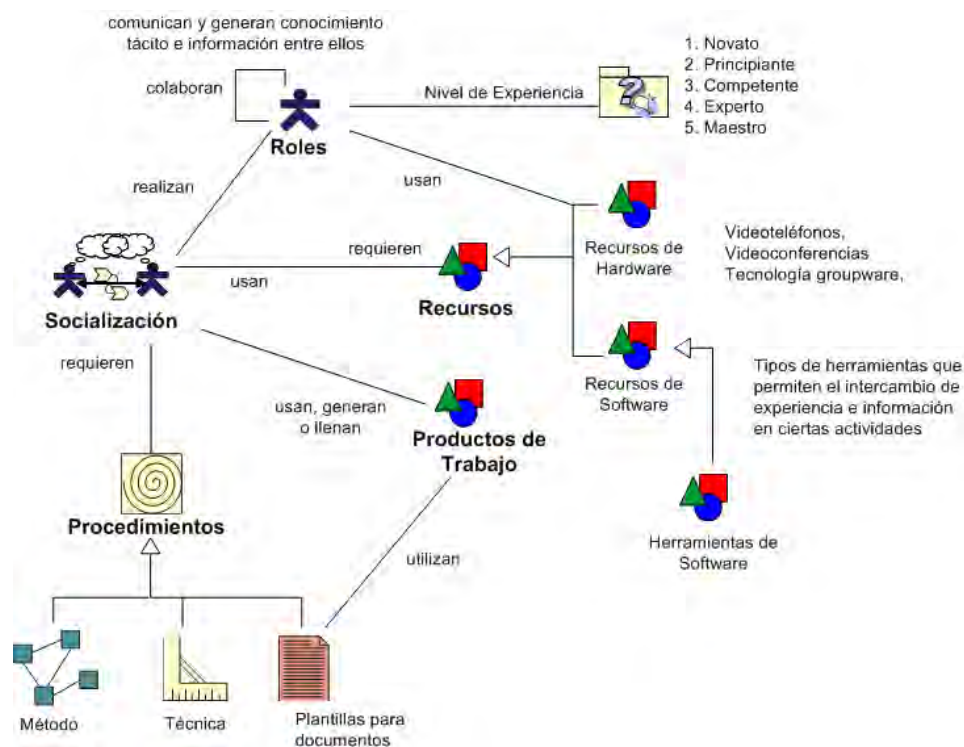


Figura III.17 Modelado del proceso de socialización relacionado a entidades proceso software

Las fuentes de conocimiento detectadas para el proceso de socialización apoyan los flujos de experiencias y conocimiento debido a que durante un programa de SPI se crean significados compartidos entre los roles participantes, tales como el equipo de mejora, el grupo consultor o evaluador de procesos. El conocimiento tácito generado se utilizará para planear y especificar acciones de mejora para los siguientes ciclos o niveles de capacidad de procesos y se relaciona con los conocimientos técnico, procedural y episódico.

Algunos problemas básicos que se pueden presentar cuando sólo existe conocimiento tácito dentro de las organizaciones son:

- Riesgo de pérdida de conocimiento. En la medida de que las organizaciones dependan más del conocimiento tácito estarán con un mayor riesgo de pérdida del mismo. Esto es debido a que este conocimiento radica en los roles y si éstos dejan de trabajar en la organización se llevan su conocimiento consigo (Rus y Lindvall, 2002; Rodriguez-Elias, 2003). Pueden presentarse los escenarios de que algunos roles olvidan lo que aprendieron en proyectos anteriores y vuelven a repetir errores al desempeñar sus nuevas actividades, o que necesiten largos periodos de tiempo para adquirir o generar conocimiento tácito debido a largas curvas de aprendizaje (Rus y Lindvall, 2002).
- Desperdicio de conocimiento existente. Algunas organizaciones no saben que cuentan con roles con niveles de experiencia o dominio de conocimiento en otras actividades quienes podrían ayudar a solucionar ciertos problemas, por lo que al no saber que ellos existen desaprovechan su conocimiento tácito existente.
- No se identifica a todas las personas relevantes. Si bien en la práctica se interactúan con los miembros del equipo de trabajo, las reuniones no suelen ser planificadas ni periódicas o no participan todas las personas o roles involucrados (Cukier, 2008)

La recomendación para reducir los riesgos de pérdida de conocimiento es el uso de la plantilla para la descripción de fuentes y tipos de conocimiento (Tablas III.2 y III.4) capturando el conocimiento tácito y propiciando la exteriorización del mismo. Se podría inferir que este tipo de problemas suceden en las organizaciones desarrolladoras de software con bajo nivel de madurez.

III.4.2 Exteriorización: de conocimiento tácito a conocimiento explícito

La exteriorización es el proceso esencial a través del cual el conocimiento tácito de un rol puede ser articulado de forma explícita para generar conceptos (Figura III.18); es decir, se responde ¿el conocimiento que alguna fuente posee fue aportado por algún rol?. Para esto, los roles utilizan

analogías, metáforas (Choo, 1999), conceptos, hipótesis, historias o modelos para percibir o entender intuitivamente una cosa, hecho o situación imaginando otro simbólicamente. Es así como por medio de la conceptualización, elicitación y articulación en colaboración o reflexión colectiva entre los roles, una parte del conocimiento tácito se convierte explícito. En los modelos creados no debe haber contradicciones y todos los conceptos y las proposiciones deben expresarse usando un lenguaje sistemático y una lógica coherente.

Por su naturaleza, el conocimiento tácito es difícil de convertir en conocimiento explícito (Marwick, 2001). Sin embargo, si no se presenta la exteriorización, los roles que poseen el conocimiento tácito clave y dejan de estar disponibles en la organización, se llevan consigo su conocimiento (Rus y Lindvall, 2002). Para hacer más efectivo este proceso se utilizan herramientas de software del tipo de *newsgroups*, groupware, Wikis, flujo de trabajo o sistemas colaborativos; y tecnología para el modelado o generación de gráficos o tecnología audiovisual. Por ejemplo, se utilizan recursos de software que permiten guardar el intercambio de información entre roles o generan líneas de código a través de la elaboración de modelos.

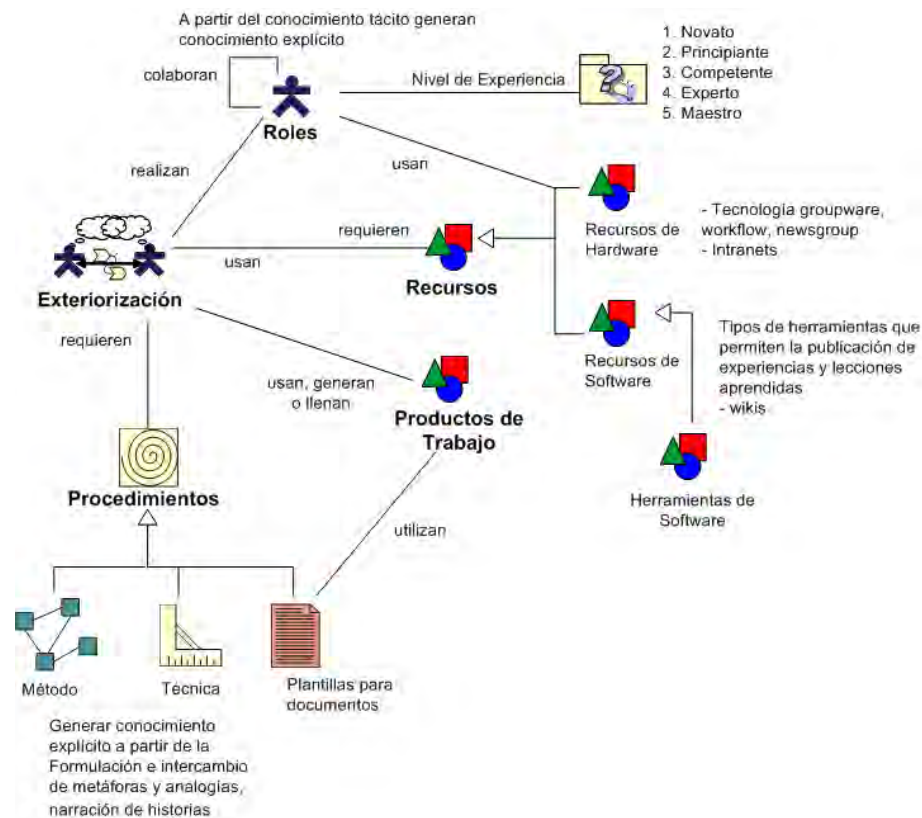


Figura III.18 Modelado del proceso de exteriorización relacionado a entidades Proceso software

Una vez que el conocimiento es explícito, los roles con problemas similares pueden encontrar soluciones al consultar la fuente de información. Para este caso, la plantilla para la definición de tipos de conocimiento (Figura III.13) cuenta con una sección dedicada a la especificación de las fuentes de conocimiento donde se pueden obtener o consultar más conocimiento. Así, los roles consultan las anotaciones o registros de otros roles que se encontraron con la misma situación, especificando el nivel de experiencia que éste posee como experto o maestro; o cuando se definen los nombres de los productos de trabajo y recursos recomendados facilitando su recuperación o acceso a ellos.

Otras técnicas aceptadas y utilizadas dentro de la ingeniería de software para la exteriorización es el transmitir lecciones aprendidas (Basili y Caldiera, 1995) o mejores prácticas utilizando historias o eventos pasados para determinadas situaciones o eventos. El rol posee conocimiento episódico al identificar sus aciertos y dificultades que se le presentan al realizar sus actividades diarias que pueden modificar, parcialmente, el proceso pero sin afectar los objetivos del mismo. La plantilla de la Tabla 2.6, presentada en el capítulo anterior, permite hacer anotaciones y capturar este conocimiento explícito generado por la realización de la actividad (Figura III.18).

Algunos de los problemas más comunes por la falta de exteriorización del conocimiento son:

- No todos los miembros del equipo conocen las políticas adecuadas a su rol (Cukier, 2008).
- No siempre se explicita al responsable del proceso. No se presenta evidencia del compromiso de los roles identificados (Cukier, 2008).

III.4.3 Combinación: de conocimiento explícito a conocimiento explícito

La combinación se refiere al proceso de sistematización de conceptos en el que el rol se dirige a repositorios para satisfacer sus demandas de conocimiento, para generar y modificar conocimiento explícito a partir de otro explícito (Figura III.19). La búsqueda, como la actividad más importante para la manipulación del conocimiento, es encontrar los materiales o contenidos relevantes (Marwick, 2001) en documentos, minutas de juntas o conversaciones por teléfono, base de conocimiento o en la red interna de la organización (Intranet). Las herramientas deben facilitar el digerir grandes cantidades de información y conocimiento que pueda existir en un repositorio (Rodríguez-Elias, 2007).

Se recomienda utilizar resúmenes de documentos escritos de manera coherente usando un lenguaje natural. Esta técnica podría reducir la carga de los roles interesados en encontrar los documentos correctos para desempeñar alguna actividad. Sin embargo, puede darse el caso que el acceso a un tema o área de conocimiento de algunos documentos puede estar restringido según las políticas de la organización.

Por otro lado, la Figura III.19 muestra como el proceso de combinación implica el uso de plantillas, recursos de software y hardware para administrar y buscar colecciones de conocimiento explícito bien establecido, almacenado y persistente para generar más conocimiento explícito. Se pueden utilizar algunos medios, tales como formatos de reportes o presentaciones, correos electrónicos, páginas y sitios Web (portales) para que el conocimiento explícito esté disponible para el resto de la organización o una amplia audiencia (Marwick, 2001). Los sitios Web o Intranets utilizan índices de búsqueda, agentes inteligentes y/o mapas de conocimiento para localizar o buscar ciertos documentos o textos en un dominio específico. También pueden medir y registrar métricas sobre la interacción de los roles en los documentos como en las bases de datos bibliográficas o sistemas de recuperación de información o documentos electrónicos.

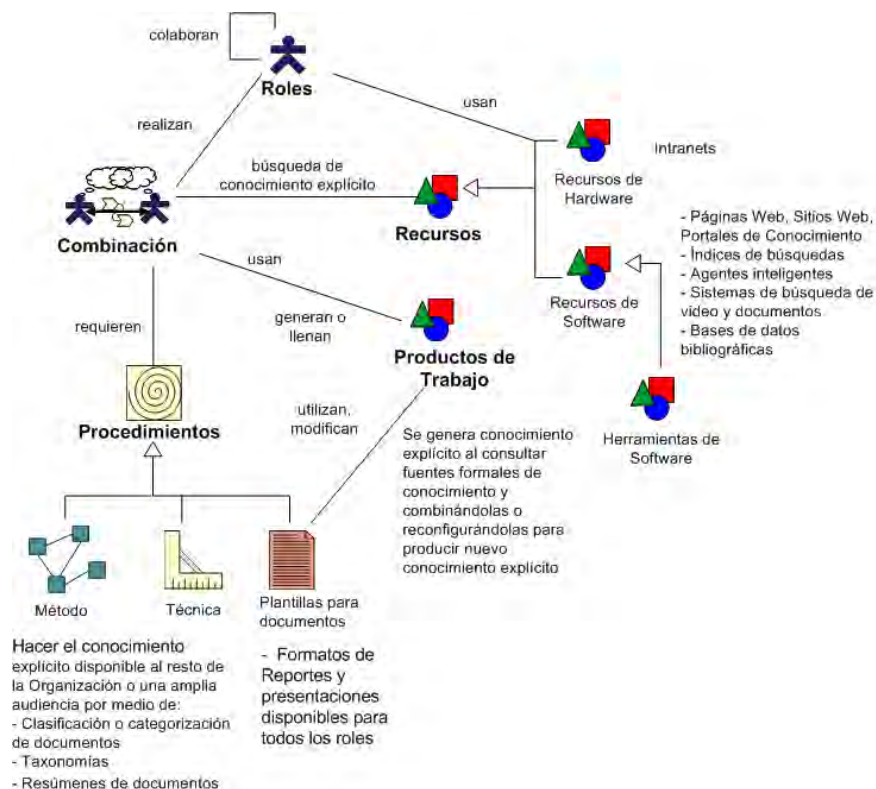


Figura III.19 Modelado del proceso de combinación relacionado a entidades Proceso software

Las organizaciones con bajo nivel de organización y control de conocimiento explícito pueden presentar algunos de los siguientes problemas:

- Falta o baja calidad de los productos de trabajo. Las organizaciones no cuentan con plantillas o productos de trabajo, y cuando la tienen ésta puede estar incompleta, de difícil acceso, no actualizada e incluso no corresponde a la realidad de las actividades (Rodríguez-Elias, 2007) que se realizan diariamente.
- No se definen los requisitos para generar productos de trabajo. Este aspecto se presenta cuando no se tiene una especificación formal o la definición de requisitos para la documentación de los procesos y/o productos de trabajo producidos por la realización de la actividad. Por ejemplo, por la falta de una plantilla específica para la descripción de los proyectos de software se generan diversos formatos para los proyectos, sin la oportunidad de capturar o reutilizar conocimiento explícito de los proyectos relacionados.
- Los productos de trabajo no se identifican o controlan. No todos los productos relevantes al proceso están bajo la gestión de configuración. No siempre existe aseguramiento de la calidad para todos los productos de trabajo relevantes (Cukier, 2008).
- No se genera evidencia de revisiones de los productos de trabajo involucrados. No todos los productos de trabajo pasan por un proceso de revisión y validación.

Por todo lo anterior, se considera que el proceso de combinación es un factor estratégico y de competitividad entre las organizaciones desarrolladoras de software, debido a que es necesario que éstas cuenten con, y generen, más información y conocimiento explícito a partir del ya existente. Esta situación se observa cuando la alta dirección o grupo directivo especifica y combina los conceptos de negocio o visiones corporativas para ciertos productos con la visión de la organización definidos en el plan estratégico. Posteriormente, los gerentes de niveles medios los descifrarán y pondrán en operación para generar más conocimiento explícito que después retroalimentarán y presentarán ante la alta dirección por medio de informes, reportes de actividades o catálogos de documentos, haciendo uso de su Intranet.

III.4.4 Interiorización: de conocimiento explícito a conocimiento tácito

Para que el conocimiento explícito se vuelva tácito, es de gran ayuda que el conocimiento se verbalice o exprese en historiales orales. Cuando se aprende y socializa, al hacer reiteradamente una actividad, el conocimiento explícito se convierte en conocimiento tácito, procedural y declarativo.

La documentación explícita ayuda a los individuos a interiorizar lo que han experimentado, por lo que éstos enriquecen su conocimiento tácito. De esta forma, los productos de trabajo facilitan la transferencia de conocimiento explícito a otros roles, permitiendo que experimenten indirectamente las vivencias de otros, es decir, que las reexperimenten. Leer o escuchar una mejor práctica o lección aprendida de éxito hace que algunos miembros de la organización sientan el realismo y la esencia de la historia. La experiencia que tuvo lugar en el pasado puede convertirse en conocimiento tácito (*Learning by Doing*). De esta forma, cuando el conocimiento tácito se comparte con otros se vuelve parte de la cultura organizacional y se avanza de nivel en la dimensión ontológica (Figura II.2 de la sección II.1.2).

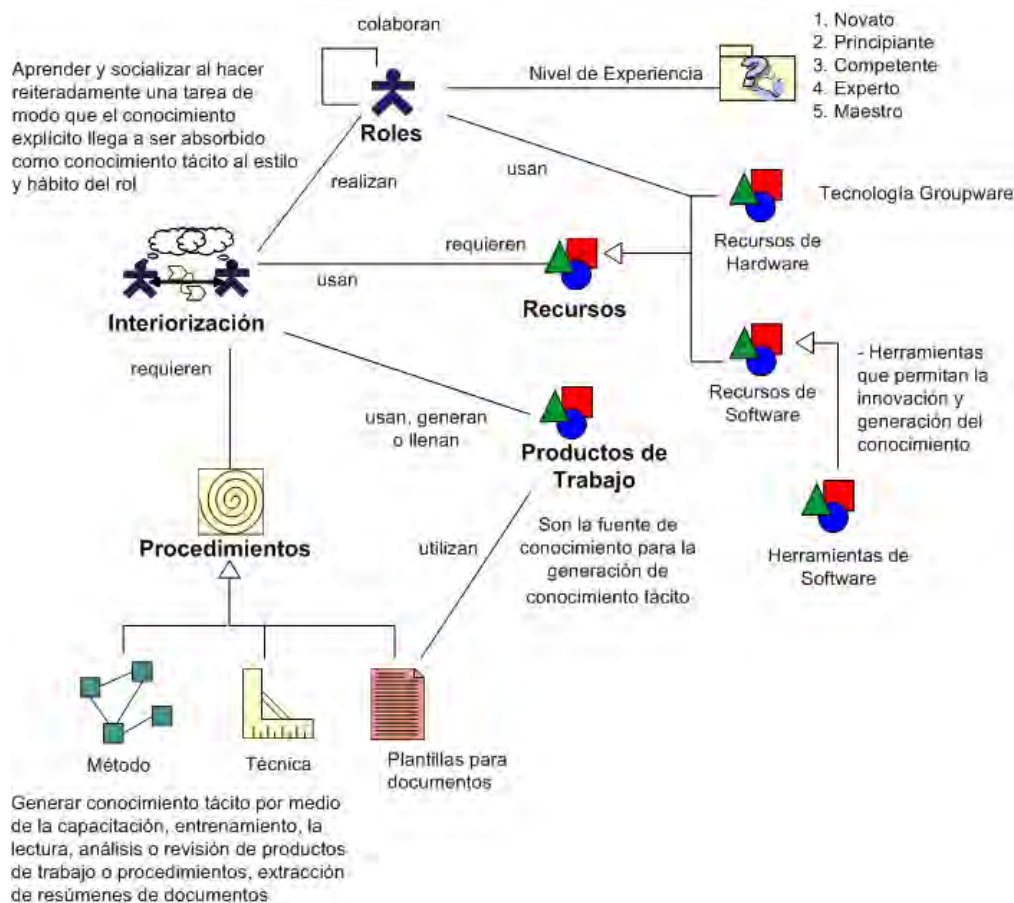


Figura III.20 Modelado del proceso de interiorización relacionado a entidades Proceso software

Cuando se tienen equipos multifuncionales o autoguidados de desarrollo de software se permite que sus miembros aprendan e interioricen una amplia gama de experiencias más allá del

trabajo diario o de la función en la que están especializados. El conocimiento operacional generado en cada uno jugaría un papel importante debido a las capacidades y prácticas al implementar nuevos procesos, métodos o estrategias como parte del desarrollo de proyectos de software.

Aunque la mayoría de las organizaciones reconoce la importancia del proceso de interiorización, el establecimiento de estrategias para generar nuevo conocimiento tácito se les dificulta debido a cómo el conocimiento explícito está presentado. Por ejemplo, la falta de documentación, plantillas o formatos no estructurados para la fácil representación del conocimiento explícito. Por lo anterior, las iniciativas de SPI además de crear y compartir conocimiento tácito deben de considerar que el proceso de interiorización es complejo y está en continuo crecimiento dependiendo el nivel de conocimiento explícito que éstas posean conforme avanza en los niveles ontológicos, desde un nivel individual hasta el nivel interorganizacional. Por otro lado, existe una carencia de herramientas que apoyen la conversión de conocimiento explícito a tácito. La mayoría se orientan a apoyar los procesos de socialización, exteriorización y combinación (Rodríguez-Elias, 2007).

III.4.5 Identificación global de flujos y perspectivas de conocimiento

El modelo de la Figura III.21 integra los procesos de conversión del conocimiento a partir de los tipos de conocimiento tácito y explícito, activos de conocimiento y las entidades proceso software. El conocimiento armonizado producido en el proceso de socialización se relaciona a los roles que interactúan y comparten modelos mentales y habilidades técnicas dependiendo el nivel de experiencia (Tabla III.2). A partir del proceso de exteriorización, el conocimiento conceptual se genera de la reflexión de conceptos, hipótesis, procedimientos, especificación de formatos, plantillas o modelos. Cuando el conocimiento explícito produce más conocimiento explícito se genera el conocimiento sistémico a través de la distribución del conocimiento almacenado en los productos de trabajo, recursos de software (como la BC, los repositorios de proyectos, la configuración de software, entre otros). Por último, el conocimiento operacional se genera de la interiorización del conocimiento de los roles a partir del conocimiento explícito asociado a la experiencia. Se recomienda que para que este escenario sea efectivo, los productos de trabajo y procedimientos deberán registrar, describir y almacenar los activos de conocimiento para que los roles, por medio de los recursos de software y hardware, los recuperen e interpreten facilitando la transferencia y generación de nuevo conocimiento. En este sentido, esta sección presenta las características de las tecnologías, herramientas, métodos y técnicas que mejor se adaptan y

benefician cada proceso dinámico de creación del conocimiento a través de un ciclo continuo y acumulativo.

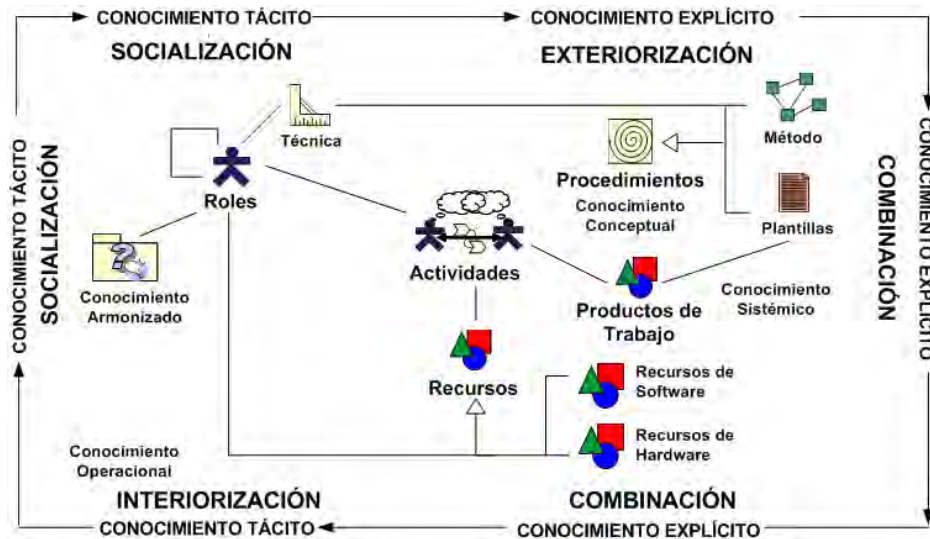


Figura III.21. Modelado detallado del flujo de conocimiento relacionado a las entidades Proceso software bajo el enfoque del modelo SECI

Para conocer la situación actual de una organización con respecto al flujo del conocimiento se identifican las fuentes y tipos de conocimiento requeridos y generados por los principales procesos de conversión del conocimiento (modelo SECI), qué tipo de conocimiento está fluyendo y cuál no (Aurum et al., 2003) y los canales por medio de los cuales el conocimiento fluye (Rodríguez-Elias, 2007).

La asociación de procesos del modelo SECI y perspectivas de conocimiento (Alavi y Leidner, 2001) fueron presentadas en la Figura II.3 del capítulo anterior. Sin embargo, estos elementos se retoman para identificar los flujos de conocimiento involucrados en las entidades proceso software dentro de su estructura estática (Figura III.22). Algunas de las preguntas que se detectan a partir de la relación de los elementos de dicha figura se presentan en la Tabla 3.5.

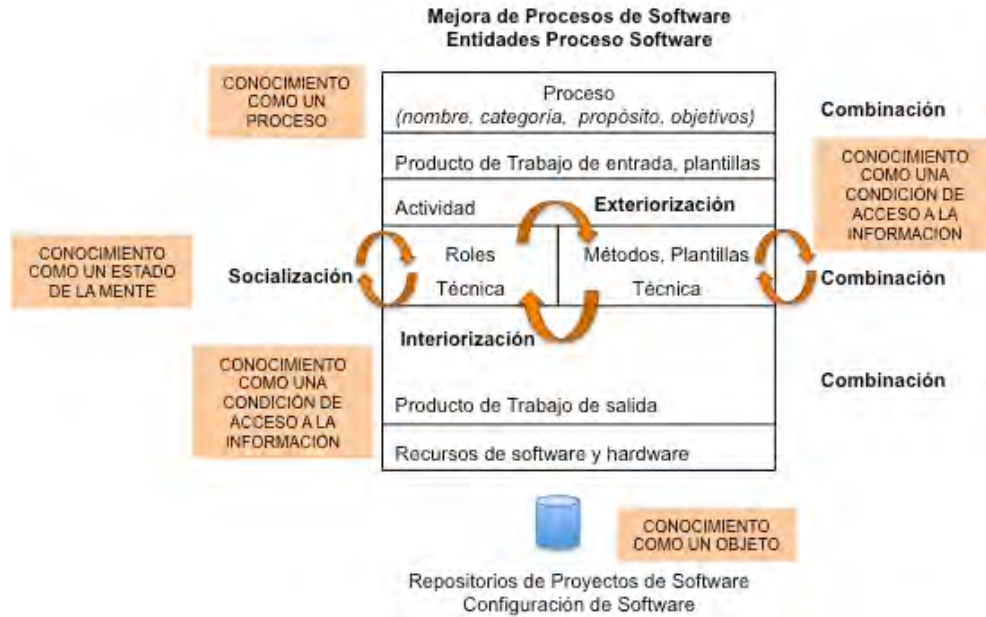


Figura III.22. Identificación del modelo SECI y perspectivas de conocimiento en la estructura estática de las entidades Proceso software

Con frecuencia, en las organizaciones existe tecnologías y herramientas (como los recursos de hardware y software) de uso común que de alguna manera brindan apoyo a las actividades de GC (Lindvall y Rus, 2003) y a la realización de los procesos de SPI. Es probable, que en un proyecto de SPI se proporcionen o adquieran nuevos recursos y se le especifique a los roles ciertos cambios en la forma en la que realizan sus actividades o se propongan mejoras en el flujo del conocimiento con el propósito de lograr la capacidad de los procesos.

Cuando los roles se oponen, manifiestan su resistencia o requieren de invertir más tiempo, puede deberse a una carencia de conocimiento tácito o explícito en la organización de software. Esta situación se relaciona con la perspectiva del conocimiento visto como una capacidad, por lo que se expone que el nivel de conocimiento involucrado en la dimensión epistemológica se relaciona directamente con el nivel de capacidad de procesos y por ende con el nivel de madurez de la organización de software. Esta relación y su validación empírica se abordarán ampliamente en el análisis de niveles de madurez en GC en el siguiente capítulo.

Tabla 3.5 Relación de perspectivas de conocimiento con las entidades proceso software y flujos de conocimiento

Perspectiva de conocimiento	Descripción	Preguntas a considerar	Recomendación de uso
El conocimiento como un proceso	Se centra en los procesos de crear, compartir y distribuir conocimiento	<ul style="list-style-type: none"> - ¿Existe conocimiento generado por una actividad/proceso que es requerido o utilizado en otra actividad/proceso? - ¿Cuáles son las estrategias para facilitar, mejorar o incrementar el flujo de conocimiento entre procesos relacionados? 	- Se relaciona directamente con los flujos de conocimiento del modelo SECI en las entidades proceso software (sección III.4)
El conocimiento como un estado de la mente	Se habilita a los roles a expandir y compartir su conocimiento personal y aplicarlo en los proyectos o en las necesidades de la organización	<ul style="list-style-type: none"> - ¿Cuál es el conocimiento tácito relevante que poseen los roles responsables de los procesos? - ¿Se almacena el conocimiento tácito o episódico generado por los roles? - ¿Cuáles son las estrategias para detectar el conocimiento tácito o episódico que poseen los roles y que es útil para otros? - ¿Cuáles son los métodos para mejorar el aprendizaje y la comprensión del rol? 	<ul style="list-style-type: none"> - Se relaciona con el concepto y nivel de experiencia y conocimiento que posee un rol (Figura III.10) y con los tipos de conocimiento procedural, tácito y episódico (Figura III.13) y su grado de conocimiento (Tablas III.2 y III.4) - Se recomienda la implementación efectiva de los procesos de socialización, interiorización y exteriorización
El conocimiento como una condición de acceso a la información	Se realizan accesos organizados para la recuperación de contenidos	<ul style="list-style-type: none"> - ¿Cuáles son productos de trabajo, recursos de software o hardware que se utilizan para obtener información y/o conocimiento explícito o apoyan la exteriorización del conocimiento tácito? - ¿Cuáles son los métodos o técnicas que se utilizan para las búsquedas o recuperación de conocimiento explícito o tácito? 	- Se recomiendan las plantillas para la identificación de fuentes de conocimiento para las categorías de documentos, sistemas de información y herramientas (Figura III.10) y tipos de conocimiento (Figura III.13) para el conocimiento explícito
El conocimiento como un objeto	Se construyen o habilitan stocks de conocimiento	<ul style="list-style-type: none"> - ¿Cuáles son los métodos o técnicas eficientes para guardar o recuperar productos de trabajo de la base de conocimiento? - ¿Cuáles métodos, técnicas o recursos de software o hardware que apoyan la ejecución de la actividad y se relacionan con el propósito del proceso? 	<ul style="list-style-type: none"> - El conocimiento es un objeto que es almacenado y manipulado por alguna fuente de conocimiento - Se recomienda la implementación efectiva del proceso de combinación

III.5 Conclusiones del capítulo

Este capítulo presenta los resultados del modelado (global y detallado) y análisis de dos enfoques de flujos de conocimiento (modelo SECI y ciclo del conocimiento) aplicados a las entidades proceso de software. Para cada uno de los análisis, se adaptaron marcos o plantillas como estructuras estáticas con el propósito de capturar, transferir y difundir el conocimiento que posea una organización de software de una forma entendible por las personas que vayan a utilizarlo en un momento determinado, propiciando la percepción del entorno, la creación de conocimiento y toma de decisiones. Por entendible asumimos que el conocimiento explícito se estructura y formaliza para que un trabajador de conocimiento pueda hacer uso del él o almacenarlo en la base de conocimiento.

Es importante resaltar, que el conocimiento que posea la organización sobre un dominio en particular sea igual al contenido en los marcos adquirido de los roles, las diversas fuentes de conocimiento y del modelado, por lo que es importante la verificación y validación pertinente para evitar interpretaciones erróneas. Por otro lado, en los cuatro procesos de creación de conocimiento se caracterizaron los flujos de conocimiento existentes en las entidades de proceso software especificando la utilización de recursos de hardware o software que permiten alcanzar los objetivos al implementar una estrategia de GC.

Este capítulo, nos permitió considerar el modelado de procesos con enfoque al análisis de flujo de conocimiento para clasificar y estructurar los tipos y fuentes de conocimiento involucrados en un proyecto de SPI basado en GC. Los modelos resultantes apoyan en el análisis de flujo o nivel de conocimiento que caracterizan los productos de trabajo y los activos de conocimiento como lecciones aprendidas, buenas y mejores prácticas para los primeros niveles de capacidad de procesos según la norma ISO/IEC 15504-5 (Flores Rios et al., 2013). Los atributos de procesos para los niveles de capacidad se analizarán en función a los niveles de madurez de GC en el siguiente capítulo.

CAPÍTULO IV. MARCO DECLARATIVO DE PROCESOS DE CONOCIMIENTO

Como el capítulo anterior se centró en la utilización de los enfoques de flujos de conocimiento, modelo SECI y el conocimiento como un recurso para la toma de decisiones (Choo y Johnston, 2004); este capítulo aborda un tercer enfoque relacionado a los procesos que componen el ciclo de vida de GC, por medio de un marco para la descripción de procesos de conocimiento. Para tal motivo, se retoma cómo el conocimiento tácito y explícito son mutuamente complementarios en el modelo SECI (Nonaka y Takeuchi, 1995), para apoyar la interacción dinámica entre los procesos de conocimiento que realizarán los roles. Se analizará como ambos tipos no son recursos estáticos, sino que varían en función de la etapa del ciclo de vida de GC en la que se encuentren y/o de su aplicación. De esta forma, la puesta en marcha de procesos de conocimiento ayudan a las organizaciones a aplicar, transferir y evolucionar conocimiento para la generación de productos y/o prestación de servicios, con el propósito de obtener ventajas competitivas (Claver-Cortés et al., 2008).

IV.1 Descripción del marco de procesos de conocimiento

Una buena estrategia de GC consiste en la definición de los procesos clave, ya que ellos permiten orientar los esfuerzos de análisis a los aspectos de mayor impacto en la organización (Pérez Soltero, 2007). Un ejemplo, es la formalización de procesos donde se presenta una definición clara de las actividades y relaciones que les permite a los roles ser más eficientes en su desempeño, debido a la conversión del conocimiento tácito en explícito (Lee y Choi, 2003). La formalización puede hacerse por medio de plantillas, patrón de procesos (como la presentada en la Tabla II.5) o marcos descriptivos (OICT, 2002), los cuales permiten transmitir, utilizar e interpretar el conocimiento declarativo, presentado en secciones y/o segmentos de conocimiento (Wiig et al., 1999).

En este capítulo, se propone un marco para la descripción de procesos de conocimiento (Figura IV.1 y Tabla 4.1) considerando el propuesto por el estándar ISO/IEC 24774, correspondiente al patrón de procesos de la Tabla 2.4 y la estructura estática de las entidades proceso de software, definidos en el capítulo II.

Mejora de Procesos de Software (SPI)

Proceso (nombre, propósito, objetivos)	
Productos de trabajo de entrada	
Actividad	
Role Técnica	Método Plantillas
Productos de trabajo de salida	
Recursos de software y hardware	

Gestión del Conocimiento (GC)

Proceso de conocimiento	
Fuentes de conocimiento	
Actividad de conocimiento	
Rol	Plantillas Técnicas
Productos de conocimientos Activos de conocimiento	
Tecnología y Sistemas de apoyo a la GC	

Figura IV.1 Marco para la descripción de elementos de procesos de conocimiento basado en las entidades proceso de software

Tabla 4.1 Descripción de elementos de procesos de conocimiento

Proceso de conocimiento	<Nombre del proceso de conocimiento>
Propósito	<Este elemento presenta un objetivo de alto nivel y se relaciona directamente con los objetivos estratégicos de la organización>
Fuentes de conocimiento	<Se especifican las fuentes de conocimiento necesarias para realizar las actividades>
Rol	<Rol responsable del conocimiento de la organización>
Actividad de conocimiento <Descripción detallada de los roles y tareas correspondientes a la actividad>	
Roles <Abreviatura o nombre del rol>	Tareas A1.1 Descripción de la tarea 1. A1.2 Descripción de la tarea 2. ... A1.n Descripción de la tarea n.
Productos o activos de conocimiento	<Se especifica el(los) nombre(s) del producto(s) o activo(s) de conocimiento generados al realizar las actividades y son requeridos por otros procesos>
Técnicas de apoyo a la GC	<Se especifica(n) la(s) técnica(s) o método(s) recomendados para la realización del proceso>
Tecnología y sistemas de apoyo a la GC	<Se especifica el(los) tipo(s) de recurso(s) recomendados para la realización del proceso>

Se recomienda que una organización considere el valor de los procesos de conocimiento, en su cultura e implementación de estrategias de GC y al mismo tiempo los integre a las actividades de compartir, comunicar y promover haciendo uso de una infraestructura donde todos los roles participen (Muzumdar, 1998). Según Pérez Soltero (1997) el identificar los procesos de conocimiento asegura la naturaleza y los tipos del

conocimiento existentes en la organización, favoreciendo la solución de nuevos problemas para aplicar las mejores prácticas de trabajo, entre otras ventajas.

IV.2 Inicializar el programa de Gestión de Conocimiento en un proyecto de Mejora de Procesos de Software

En este documento se propone un programa de GC basado en los procesos de conocimiento del modelo integral de ciclo de vida de GC definido por Rodríguez Elías y Martínez García (2011). La Figura IV.2 muestran los procesos de conocimiento y la manera de cómo fluye el conocimiento en la organización a partir de la transferencia y conversión del conocimiento tácito y explícito. Los procesos de conocimiento son de importancia para determinar qué tan eficiente se identifica, almacena, comparte, recupera, utiliza y crea el conocimiento dentro de la organización (Pérez Soltero, 2007). Así mismo, se debe de tomar en cuenta las valoraciones objetivas y subjetivas para medir el impacto e importancia del conocimiento en los procesos del ciclo de vida.

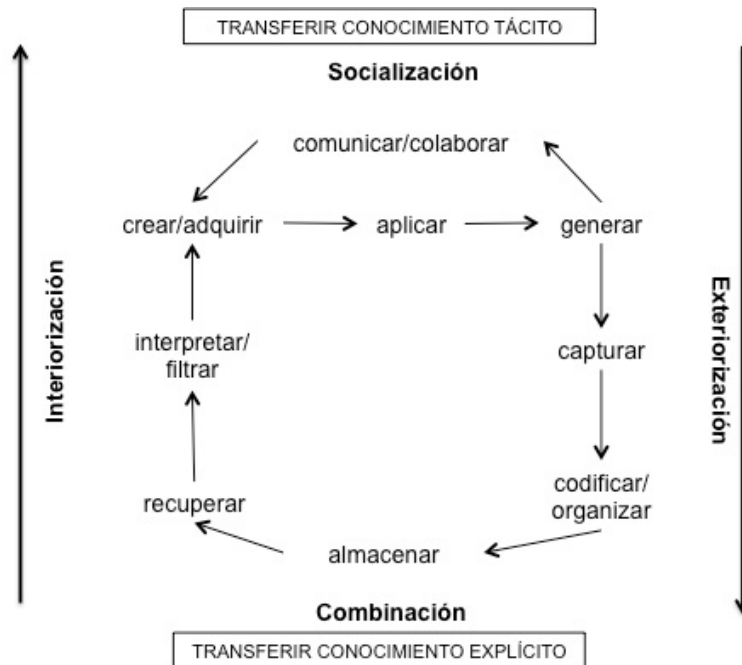


Figura IV.2 Procesos de conocimiento del modelo integrado de GC
Adaptado de Rodríguez Elías y Martínez García (2011)

Rodríguez (2006) señala que se deben de establecer tres fases básicas en la implantación de procesos de cualquier programa de GC: 1) Diagnóstico, 2) Desarrollo del programa de GC y 3) Evaluación del conocimiento y seguimiento de los resultados. Por lo que para el programa de GC propuesto se han clasificado los procesos de conocimientos en 3 fases tal como se presentan en la Figura IV.3. En la primera fase, se identifican las fuentes y tipos de conocimiento así como el dominio de aplicación del mismo. La segunda y tercera fase están relacionadas a la dimensión de los procesos de conocimiento con 7 procesos centrados en la aplicación, transferencia, medición y evolución del conocimiento. En las siguientes secciones, se presentarán a detalle las tres fases del programa de GC como apoyo a un proyecto de mejora de procesos software.

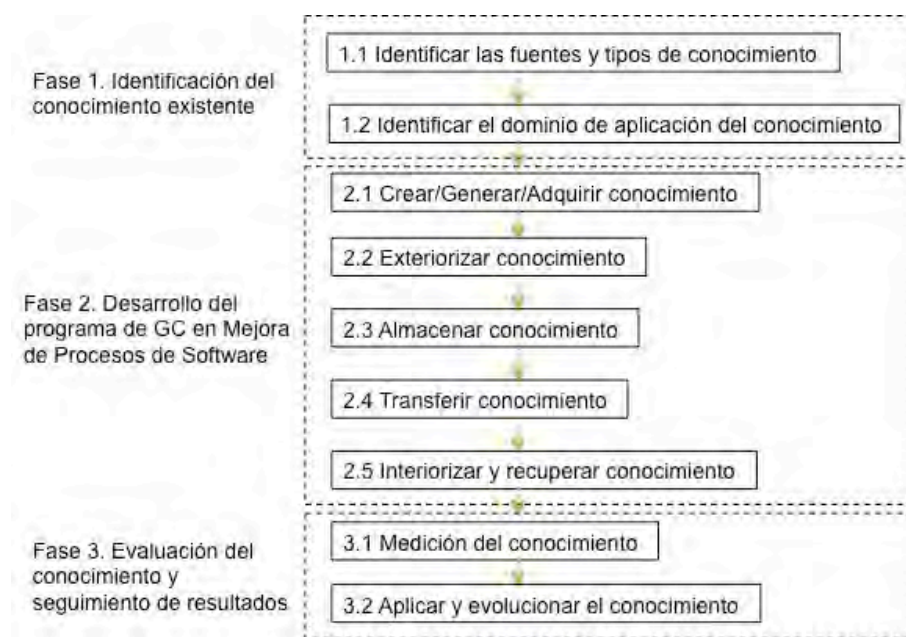


Figura IV.3 Modelo propuesto para la implantación de procesos de conocimiento en un programa de GC

IV.2.1 Fase 1. Identificación del conocimiento existente

En el capítulo anterior, se definieron los marcos para la identificación de las fuentes, tipos y temas de conocimiento (Tabla 3.2 y Tabla 3.4). Dichos marcos servirán como productos de trabajo de entrada para los 2 procesos relacionados a esta fase. El objetivo es conocer las fuentes y tipos de conocimiento, su importancia y dominio de aplicación que

tienen en los procesos requeridos por un modelo de referencia de procesos. De esta forma, el conocimiento identificado será posteriormente almacenado en el repositorio o base de conocimiento de manera que pueda ser transferido entre los roles (Heredia García, 2012) y aplicado en los procesos de conocimiento de las dos fases restantes.

IV.2.1.1 Proceso: Identificar las fuentes y tipos de conocimiento

Como primera fase se identifican las fuentes y tipos de conocimiento para saber qué, quién y dónde se localiza cualquier fuente y/o tipo de conocimiento. Las fuentes de conocimiento pueden ser productos y activos de conocimiento, detectados de manera parcial o totalmente en la organización, pero necesarios para realizar las actividades de cada proceso de conocimiento.

Por otro lado, en la Tabla 4.2 se especifica al trabajador de conocimiento como el rol involucrado en el proceso. Este rol consiste de un equipo técnico, administrativo y de apoyo altamente interesado en la generación del conocimiento y responsable de la gestión del mismo (Alagarsamy et al., 2007). Es el responsable de empaquetar el conocimiento con el apoyo de controles como los estándares, guías, políticas, normas y/o material de capacitación para generar más conocimiento explícito, al proponer modelos formales e informales para garantizar la calidad tanto del proceso como del producto de software.

Tabla 4.2 Descripción del proceso Identificar las fuentes y tipos de conocimiento

Proceso de conocimiento	Identificar las fuentes y tipos de conocimiento
Propósito	Obtener y caracterizar el conocimiento existente (Heredia García, 2012) en diversas fuentes necesarias para determinar cómo fluye en cada proceso requerido del modelo de referencia de procesos.
Fuentes de conocimiento	<ul style="list-style-type: none"> - Tabla 3.1 Descripción de las categorías de las Fuentes de información o conocimiento - Tabla 3.2. Marco para la identificación de Fuentes de conocimiento - Procesos y roles requeridos por el modelo de referencia de procesos
Rol	Trabajador de conocimiento, Grupo de expertos
Actividad de conocimiento	
Trabajador de conocimiento	A1. Recopilar procesos y experiencias Recopilar los procesos requeridos y definidos en el modelo de referencia de procesos que se llevan a cabo en la organización (conocimiento procedural).

Trabajador de conocimiento	A2. Recopilar las fuentes de información que permitan incrementar el conocimiento respecto a los procesos (conocimiento tópico).
Trabajador de conocimiento, Grupo de expertos	A3. Consultar lecciones aprendidas, experiencias, mejores prácticas de la base de conocimiento para aprovechar los activos de conocimiento (conocimiento episódico)
Productos o activos de conocimiento	- Conjunto de activos que conforman el conocimiento clasificado (Tabla 3.2 llena) - Listado de los procesos requeridos, los roles y personas responsables que integran el equipo de trabajo
Técnicas de apoyo a la GC	Para identificar conocimiento de un grupo de expertos existen técnicas como la tormenta de ideas, técnica nominal de grupo, análisis de protocolos y método Delphi, los directorios y las páginas amarillas de expertos, los mapas de conocimiento, las topografías del conocimiento, los mapas de activos y fuentes de conocimiento (Pérez-Soltero et al., 2013).

IV.2.1.2 Proceso: Identificar el dominio de aplicación del conocimiento

El conocimiento de un dominio específico se representa por medio de distintos niveles de formalización, desde un conocimiento explícito expresado en un lenguaje natural hasta reglas o modelos lógicos (Baumeister et al., 2011). También puede ser de tipo tácito el cual reside en los roles participantes. En la Tabla 3.3 del capítulo anterior, se presentó cómo cada concepto de conocimiento se categoriza en 5 niveles de experiencia o conocimiento según el nivel de conocimiento de los roles sobre dominios específicos.

Tabla 4.3 Descripción del proceso Identificar el dominio de aplicación del conocimiento

Proceso de conocimiento	Identificar el dominio de aplicación del conocimiento
Propósito	Identificar los temas y dominios de aplicación que resulten más relevantes para la ejecución de las actividades en un modelo de referencia de procesos.
Fuentes de conocimiento	- Tabla 3.2. Marco para la identificación de Fuentes de conocimiento (producto de salida del proceso identificar fuentes y tipos de conocimiento) - Tabla 3.4 Marco para la descripción de temas y tipos de conocimiento - Procesos y roles requeridos por el modelo de referencia de procesos
Rol	Trabajador de conocimiento
Actividad de conocimiento	
Trabajador de conocimiento	A1. Identificar los conceptos de conocimiento y el nivel de conocimiento que poseen los roles
Trabajador de conocimiento	A2. Establecer vínculos entre los distintos activos de conocimiento creados previamente. Los vínculos facilitarán

	el acceso desde el activo que se está identificando hacia otros activos o tema de conocimiento que guarden relación con este (Heredia García, 2012).
Trabajador de conocimiento	A3. Almacenar la descripción de activos de conocimiento que fueron previamente identificados y relacionados entre sí en la base de conocimiento.
Productos o activos de conocimiento	<ul style="list-style-type: none"> - Conjunto de activos que conforman el conocimiento identificado (Tabla 3.2 llena) - Fuentes y tipos de conocimiento identificados y relacionados a las entidades proceso de software (Tabla 3.4 llena) - Relación de fuentes y tipos de conocimiento con las entidades proceso software (Figura III.14)
Técnicas de apoyo a la GC	<p>Responder a las siguientes preguntas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se conoce ¿cuál es el conocimiento que necesitan los roles para realizar sus actividades asignadas? (conocimiento procedural, tópico y/o episódico) - Los roles saben el uno del otro (¿quién sabe qué?) - Los roles tienen identificado y definido realmente todos su conocimiento, (¿saben lo que conocen?) - Se identifica ¿cómo encontrar el conocimiento que está disponible en la organización? - ¿Existen mecanismos o recursos de hardware y software que ayudan a los roles a encontrar el conocimiento que se requiere en el área de trabajo?

La fase 1 permite formalizar y capturar las fuentes y tipos de conocimiento existentes en la organización, haciendo uso de las Tablas 3.2 y 3.4. Además, se especifican las interrelaciones de éstos entre la descomposición del dominio de aplicación.

Supongamos que se desean identificar los tipos de conocimiento y dominio de aplicación asociados a la actividad de establecer o actualizar el producto de trabajo Plan de Gestión de Proyectos. Dicho producto depende de la Cartera de proyectos y considera los proyectos internos, externos y las oportunidades de proyectos. Las tareas requerirían de conocimiento procedimental sobre la elaboración de dicho plan. También es preciso recurrir a su definición y conocer su relevancia (conocimiento declarativo-tópico). Con la experiencia que el responsable de gestión de proyectos posea en la generación del plan, se tendría conocimiento Declarativo-Episódico. En caso de que el dominio de conocimiento sea básico se recomendarán técnicas de apoyo a la GC, como la colaboración con otros gestores con un nivel de aplicación del conocimiento superior (Flores Rios y Rodríguez-Elías, 2009).

IV.2.2 Fase 2. Desarrollo del programa de GC en un proyecto de Mejora de Procesos de Software

Si el grado de madurez o cambio organizacional es proporcional a la contribución y dedicación de sus roles en un proyecto de SPI (Alagarsamy et al., 2007), entonces esta proporción puede ser aplicada en la implementación de un programa de GC ante un proyecto de SPI. Debido a que consideramos que los procesos de conocimiento involucrados en la segunda fase son los indispensables para cumplir las estrategias definidas para un programa de GC.

En el capítulo II, se presentó desde una perspectiva ontológica como la creación del conocimiento comienza por el individuo y se desarrolla continuamente en todos los niveles de la organización. Sin embargo, dicho proceso de creación del conocimiento no debe verse como un proceso secuencial sino la interacción dinámica entre el conocimiento tácito y explícito (Dalkir, 2011), es decir desde una dimensión epistemológica. Los flujos de conocimientos involucrados en esta dimensión, se analizaron posteriormente en el capítulo III utilizando la simbología SPEM-KF. Por ejemplo, la Figura III.17 visualiza el modelo de creación de conocimiento tácito a partir de otro conocimiento tácito (socialización), mientras el proceso de creación de conocimiento explícito a partir de otro explícito (combinación), se visualiza en la Figura III.19.

Los 5 procesos de conocimiento de la fase 2 (Figura IV.4) ayudarán a las organizaciones a analizar la eficiencia del flujo de conocimiento como un paso previo a la medición y evolución del conocimiento. Estos dos procesos corresponden a la fase 3.

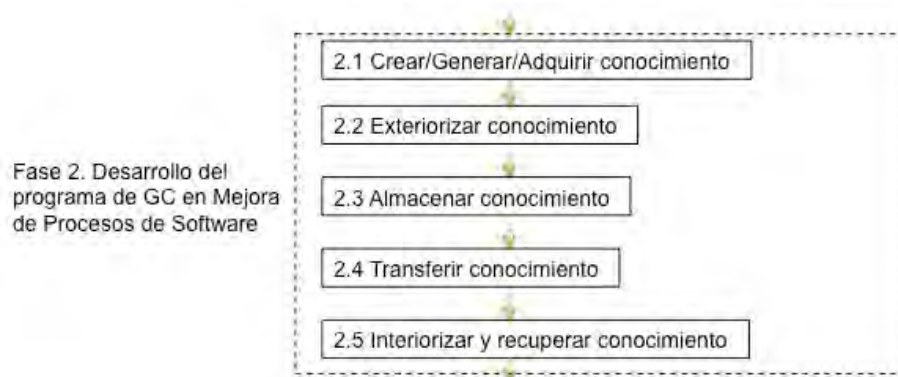


Figura IV.4 Procesos de conocimiento relacionados a la fase 2

IV.2.2.1 Proceso: Crear/Generar/Adquirir conocimiento

El primer proceso de la fase 2 corresponde a la identificación y adquisición del conocimiento (Tabla 4.4). Estas actividades están reportadas como las que más tiempo consumen (Pérez Soltero, 2007). El conocimiento identificado y/o adquirido no tiene que haber sido creado recientemente, sólo se requiere que sea nueva adquisición para los roles. Por otro lado, la adquisición de conocimiento es también una problemática a tratar debido a que los expertos poseen información y conocimiento estructurado de una forma cognitivamente compleja, por lo que su carácter es totalmente de tipo tácito. En la Tabla 4.4 se recomiendan algunas técnicas, tecnología y sistemas de apoyo para facilitarles a los roles la creación y generación de nuevo conocimiento que pueden utilizar en la ejecución de las actividades de mejora de procesos software.

Tabla 4.4 Descripción del proceso Crear conocimiento

Proceso de conocimiento	Crear/Generar/Adquirir conocimiento
Propósito	Crear, generar o adquirir conocimiento tácito o explícito propiciando la exteriorización del mismo.
Fuentes de conocimiento	<ul style="list-style-type: none"> - Tabla 3.2. Marco para la identificación de Fuentes de conocimiento (producto de salida del proceso identificar el dominio de aplicación del conocimiento) - Tabla 3.4 Marco para la descripción de temas y tipos de conocimiento (producto de salida del proceso identificar el dominio de aplicación del conocimiento)
Rol	Trabajador de conocimiento
Actividad de conocimiento	
Trabajador de conocimiento	A1. Identificar los tipos y temas de conocimiento viables para crear nuevo conocimiento
Productos o activos de conocimiento	Conjunto de activos que conforman el conocimiento tácito o explícito
Técnicas de apoyo a la GC	<p>Responder a las siguientes preguntas (Pérez-Soltero, et al., 2013):</p> <ul style="list-style-type: none"> - ¿Se definen y seleccionan las estrategias de adquisición del conocimiento? - ¿Existe la facilidad para adquirir conocimiento de fuentes de información internas (normas, manuales, impresiones, documentos, entre otros)? - ¿Se establecen las formas de cómo adquirir el conocimiento de fuentes externas (normas, consultores, competencia, proveedores, clientes)? - ¿Qué recursos se utilizan para adquirir conocimiento: internet, materiales electrónicos, bases de datos, cursos en línea, entre otros.? - ¿El conocimiento que los roles adquieren es por parte de

	<p>sus compañeros de trabajo?</p> <ul style="list-style-type: none"> - ¿Se han desarrollado nuevas maneras de apoyar la creación de nuevo conocimiento (periodos de prácticas, rotación de personal, entre otros)? - En la organización. ¿se busca aprender y encontrar nuevas formas de trabajo? - Se sabe ¿cómo innovar, modificar, actualizar procedimientos, procesos, actividades? - ¿Los roles son eficientes y eficaces al desarrollar nuevo conocimiento cuando lo necesitan?
Tecnología y sistemas de apoyo a la GC	Teléfono, videoteléfono, aparatos y sistemas de tele/videoconferencias, foros en internet, portales de conocimiento, chat, mensajería asíncrona y síncrona, correo electrónico y convencional, búsqueda de información o conocimiento con ayuda de sistemas de información, entre otros.

IV.2.2.2 Proceso: Exteriorizar conocimiento

En la sección III.4.2 del capítulo anterior, se define ampliamente cómo el proceso de exteriorización permite, a partir del conocimiento tácito, la articulación explícita del conocimiento para generar conceptos, hechos o situaciones. Se presenta el modelado del proceso por medio de flujos de conocimiento (Figura III.18) y se especifican las técnicas y tecnologías aceptadas y utilizadas en ingeniería de software.

Es por ello, que en la Figura IV.2 la exteriorización está muy relacionada con el proceso de generar conocimiento, capturar, codificar y organizar el conocimiento con el objetivo de facilitar su almacenamiento y manejo (Davenport y Prusak, 2000). Así mismo, este proceso permite enriquecer el conocimiento organizacional mediante contribuciones provenientes de la ejecución de los proyectos (Heredia García, 2012).

IV.2.2.3 Proceso: Almacenar conocimiento

En las organizaciones de software el conocimiento explícito se identifica en forma de productos de trabajo, archivos, folders, bases de datos, artículos de investigación y difusión, libros de normas o estándares, código de software, mensajes de correo electrónico, procedimientos y procesos escritos (Rodríguez Elías y Martínez García, 2011). El proceso de almacenar conocimiento se refiere a gestionar conocimiento explícito utilizando

depósitos de conocimiento (Davenport y Prusak, 2000), repositorios de documentos, bases de datos, memoria organizacional, entre otros. El objetivo es almacenar conocimiento en ellos y valorar si la organización proporciona mecanismos sencillos para que los roles tengan la posibilidad de contribuir con nuevo conocimiento o si por el contrario es necesario adquirir alguna tecnología o recursos de software para su utilización (Heredia García, 2012).

Se ha observado como prácticas de algunas MIPYMEs la adecuación y generación de productos de trabajo directos como parte de un servicio de consultoría o una cultura de gestión de documentos o almacenamiento de conocimiento explícito (Flores Rios et al., 2013). En ocasiones, los roles consideran que si generan los productos de trabajos y almacenan conocimiento explícito, darán cumplimiento de la realización del propósito de las actividades (Prácticas base) definidas en un modelo de referencia de procesos, acotando algunos riesgos inherentes a una medición del conocimiento y reduciendo sus debilidades al llenar plantillas para los productos que hagan constatar los resultados del proceso de mejora. Sin embargo, en el proceso de verificación oficial de procesos se analiza que los roles conozcan y comprendan el propósito del proceso, realicen las actividades necesarias para las prácticas base y generen productos como evidencia de la realización y desempeño del proceso. Sin embargo, a partir del nivel 2 de capacidad definida por el ISO/IEC 15504, implica que cualquier proceso debe ser planeado, supervisado y adaptado para cumplir con los objetivos del proceso y producir productos de trabajo que se identifican, documentan, almacenan y controlan adecuadamente. Estas técnicas básicas corresponden al atributo de administración del producto de trabajo (ISO/IEC 15504-5, 2006), donde el proceso de almacenar conocimiento puede apoyar el análisis del flujo de conocimiento explícito, el cual es requerido para obtener el grado del cumplimiento del atributo de proceso. En este proceso es importante cuidar la recuperación de la información, la no sobresaturación de conocimiento explícito requerido por las actividades y el nivel de capacidad del proceso (Flores Rios et al., 2013).

IV.2.2.4 Proceso: Transferir conocimiento

En ocasiones, las organizaciones enfrentan problemas para distribuir y colocar, a disposición de sus miembros, el conocimiento que ellos necesitan. Generalmente, el conocimiento se transfiere mediante acciones personales y desde un punto de distribución hacia uno o varios grupos específicos de individuos, entre y dentro de los grupos y equipos de trabajo o entre individuos (Pérez-Soltero et al., 2013).

En la Figura IV.2 se observa cómo este proceso de transferencia se lleva a cabo de dos maneras, entre el conocimiento tácito a otro tácito (socialización) y entre conocimiento explícito para generar más conocimiento explícito (combinación). Así mismo, la transferencia se interrelaciona con los procesos crear, almacenar y recuperar conocimiento.

El inconveniente para transferir conocimiento tácito contribuye a la dificultad de imitar capacidades (Wan et al., 2011), a la cultura y experiencia personal que no es fácil de transmitir y compartir con otros. La sección III.4.1 presenta las recomendaciones para reducir la pérdida de conocimiento tácito propiciando la exteriorización del mismo. Por otro lado, el proceso de combinación involucra la conversión del conocimiento explícito consultando otras fuentes formales de conocimiento, combinándolas o reconfigurándolas para crear nuevo conocimiento explícito. La tecnología que apoya este proceso se especificó en la sección III.4.3.

IV.2.2.5 Proceso: Interiorizar y recuperar conocimiento

Además de ser parte del modelo SECI, este proceso se refleja en el ciclo de conocimiento de Choo (1999), debido a que permite que los roles apliquen su conocimiento tácito para tomar alguna decisión correcta, solucionar un problema inesperado o incrementar sistemáticamente su conocimiento. El conocimiento tácito se representa en distintos formatos, analizando si la forma de representarlo es comprensible y de utilidad (Heredia García, 2012) para que los demás roles o trabajadores de conocimiento ejecuten sus actividades. Una vez recuperado dicho conocimiento, se requiere del filtrado e interpretación del mismo, por tal motivo estas actividades también se visualizan en la Figura IV.2. La sección III.4.4 especifican las características generales de este proceso.

IV.2.3 Fase 3. Evaluación del conocimiento y seguimiento de resultados

La tercera y última fase consiste en evaluar o medir el valor de las iniciativas asociadas con las prácticas de la GC en relación con su aporte al desarrollo y madurez organizacional. Así mismo, los resultados se presentan a los roles involucrados en el proyecto de SPI para dar seguimiento e impacto de las estrategias de GC en dicho proyecto.

IV.2.3.1 Proceso: Medición del conocimiento

Como se expuso anteriormente, el programa de GC está apoyado del modelo integral de ciclo de vida de GC evaluando o midiendo cada uno de los procesos de conocimiento, por lo que se recomienda determinar cuáles de los procesos concentran (suman) mayores ponderaciones según los criterios de medición. Los criterios también se acompañan de valoraciones subjetivas y/o objetivas para medir el impacto de los procesos de conocimiento. Una de las actividades del proceso de medición es la generación de un informe (Tabla 4.5) individual para cada proceso o un informe integral para un grupo de procesos correspondientes a cada una de las tres fases del programa. Así mismo, es recomendable apoyarse de los productos o activos de conocimiento que se generaron en cada proceso.

Tabla 4.5 Descripción del proceso Medición del conocimiento

Proceso de conocimiento	Medición del conocimiento
Propósito	Documentar y entregar un informe con el análisis de los resultados obtenidos durante la actividad de medición de cada proceso, acompañado de iniciativas para mejorar el conocimiento identificado (Pérez Soltero, 2007).
Fuentes de conocimiento	Formato de criterios de medición
Rol	Trabajador de conocimiento, roles del proyecto de SPI
	Actividad de conocimiento
Trabajador de conocimiento	A1. Aplicar los criterios de medición del conocimiento para cada proceso.
Trabajador de conocimiento	A2. Elaborar un informe donde se presenten los resultados obtenidos
Trabajador de conocimiento	A3. Analizar los resultados de los criterios de medición proporcionados por los roles
Productos o activos de conocimiento	- Resultados de criterios de medición para los procesos de conocimiento - Análisis de los activos y flujos de conocimiento detectados en los resultados
Técnicas de apoyo a la GC	Responder a las siguientes preguntas:

	<ul style="list-style-type: none"> - ¿Se cuentan con indicadores para medir el conocimiento de la organización? - ¿La organización mide y evalúa el conocimiento de cada persona? - ¿La alta dirección conoce cuánto ha aprendido su personal en el último año? - ¿Se mide y/o cuantifica el conocimiento almacenado (conocimiento explícito) en papel, correo, y/o sistemas? - ¿Se cuenta con un instrumento de medición?
--	---

El formato de criterios de medición para los procesos de conocimiento está basado en el trabajo definido por Pérez Soltero (2007) y Wan et al., (2011) y permite capturar información y conocimiento de parte de los roles de un proyecto SPI. El formato incluye: 1) La definición de variables directamente relacionadas a los procesos de conocimiento dependiendo la fase a la que corresponden; y 2) El valor de la variable, definido por una escala Likert (Hernández Sampieri et al., 2008) desde Totalmente de acuerdo (TD), De acuerdo (D), Ni acuerdo ni desacuerdo (N), De acuerdo (DA) y Totalmente en desacuerdo (TDA). A continuación, se presenta la estructura y contenido de dicho formato.

CRITERIOS DE MEDICIÓN PARA UN PROGRAMA DE GC EN UN PROYECTO DE MEJORA DE PROCESOS DE SOFTWARE

1. Datos generales

Área/Departamento _____
 Antigüedad en años en la organización _____
 Nombre del rol _____
 Antigüedad en años en su rol/puesto _____

2. INSTRUCCIONES: Escribe una X en la opción que considere responde cada criterio solicitado.

Abreviaturas

TD: Totalmente de acuerdo **D:** De acuerdo **N:** Ni acuerdo ni desacuerdo **DA:** Desacuerdo

TDA: Totalmente en desacuerdo

Fase 1. Identificación del conocimiento existente						
		TD	D	N	DA	TDA
1.1 Identificar las fuentes y tipos de conocimiento						
1.2 Identificar el dominio de aplicación del conocimiento						
1	Conoce qué tipos o fuentes de conocimiento necesita para realizar su trabajo					
2	Los roles involucrados saben el uno del otro (quién sabe qué)					
3	Los roles conocen cómo encontrar el conocimiento que esta disponible					

4	Los roles conocen todos sus conocimientos (sé lo que sé)					
5	Existe tecnología o sistemas de apoyo (recursos de hardware y software) que permiten encontrar el conocimiento que requiero para desempeñar las actividades					
TOTAL						

Fase 2. Desarrollo de un programa de GC en Mejora de Procesos de Software						
2.1 Crear/Generar/Adquirir conocimiento		TD	D	N	DA	TDA
1	Se definen y seleccionan las estrategias de adquisición del conocimiento					
2	Se establecen formas de cómo adquirir el conocimiento de fuentes externas (consultores, proveedores, clientes, etc)					
3	Se tiene facilidad para adquirir fuentes de conocimiento explícitas (normas, material impreso, minutas, manuales, etc)					
4	El conocimiento tácito que adquiero generalmente es por parte de los otros roles con los que interactúo.					
5	Para adquirir conocimiento generalmente se utilizan materiales electrónicos, procedimientos, manuales, cursos en línea, etc.					
6	Se motiva a los roles para crear y/o generar nuevo conocimiento					
7	Puedo aprender y encontrar nuevas formas de trabajo					
8	Los roles sabemos cómo innovar, modificar, actualizar procedimientos y procesos					
TOTAL						
2.2 Exteriorizar conocimiento		TD	D	N	DA	TDA
9	Existe una formalización para documentar los objetivos implícitos del proyecto					
10	Se capturan formal y sistemáticamente los requerimientos del cliente					
11	Se relacionan los requerimientos tácitos del cliente con características específicas del proyecto (requerimientos subjetivos a requerimientos objetivos)					
12	Se capturan ideas de mejoras, lecciones aprendidas en tiempo real					
13	Se verifica y valida el trabajo recíprocamente					
TOTAL						
2.3 Almacenar conocimiento		TD	D	N	DA	TDA
14	Los roles saben cómo almacenar el conocimiento y su experiencia que poseen y generan					
15	Los roles saben o están de acuerdo de que el conocimiento debe ser almacenado					

16	Se motiva a los roles para capturar los activos de conocimiento (experiencias, lecciones aprendidas, mejores y buenas prácticas, etc) y tener acceso a estos					
17	Existe un responsable para el almacenamiento y mantenimiento de los activos de conocimiento					
18	Se registran las evaluaciones, comentarios y quejas de los clientes					
TOTAL						
2.4 Transferir conocimiento		TD	D	N	DA	TDA
19	El conocimiento que poseo es realmente accesible para los demás					
20	El conocimiento explícito existente se distribuye en forma electrónica por medio de correo electrónicos, intranet, sistemas de información, etc.					
21	Se motiva a los roles para compartir el conocimiento mediante la construcción de la confianza, concesión de incentivos, tiempo y recursos disponibles					
22	Los roles saben que su conocimiento puede ser compartido con los demás					
TOTAL						
2.5 Interiorizar y recuperar conocimiento		TD	D	N	DA	TDA
23	Se motiva a los roles para tomar cursos de capacitación, entrenamiento					
24	Se revisan los productos de trabajo o procedimientos para generar conocimiento o reflexiones por parte de los roles					
25	Se utilizan herramientas que permiten la innovación y generación de conocimiento					
TOTAL						

Fase 3. Evaluación del conocimiento y seguimiento de resultados						
3.1 Medición del conocimiento		TD	D	N	DA	TDA
1	Existen indicadores para medir el conocimiento que poseo					
2	La organización mide y evalúa el conocimiento de cada persona					
3	Se sabe cuánto ha aprendido un rol en el último año					
4	Se mide y/o cuantifica el conocimiento almacenado y documentado					
5	Existe en la organización un instrumento de medición					
TOTAL						
3.2 Aplicar y evolucionar el conocimiento		TD	D	N	DA	TDA
6	Se aplica el conocimiento para mejorar e innovar actividades y procesos					
7	Se consideran los activos de conocimiento para tomar mejores decisiones					

8	Los roles saben cómo pueden utilizar los conocimientos disponibles en las actividades que realizan					
	TOTAL					

Para conocer la madurez de una organización de software, se recomienda realizar mediciones y autoevaluaciones a los procesos como parte del proyecto SPI. En esta actividad es importante el uso de herramientas o recursos de software que proporcionen información, indicadores y evaluación del conocimiento explícito reduciendo la subjetividad de los roles con el propósito de lograr resultados válidos, útiles y comparables a la evaluación final (Morales Bustamante, 2013). Es importante que los recursos de software y hardware faciliten el manejo del volumen y complejidad de la información y proporcionen resultados objetivos relacionados a la capacidad del proceso y se identifiquen fortalezas y debilidades para establecer planes de acción que le permitan mejorar sus procesos. Actualmente, el formato de criterios de medición está en formato de texto pero se espera ajustarlo a un recurso de software el cual brinde más ventajas en el conocimiento de los resultados alcanzados para la aplicación y evolución efectiva de estrategias de GC en el proyecto SPI.

IV.2.3.2 Proceso: Aplicar y evolucionar el conocimiento

La importancia de la GC es asegurar que el conocimiento de una organización se aplique de manera productiva para su beneficio (Probst et al., 2001; Grant, 1996; Rodríguez Elías y Martínez García, 2011). En el capítulo II, se puntualizó como la aplicación de estrategias de GC en el campo de desarrollo de software han sido de beneficio por ser disciplinas intensivas en conocimiento.

Por ejemplo, en un proyecto SPI existen diversos elementos como el plan estratégico de la alta dirección, políticas y la cultura organizacional que inciden en la aplicación de nuevo conocimiento. La aplicación y análisis continuo de éste dependerá de la periodicidad que se defina para dar seguimiento a la implementación de estrategias de GC (Pérez-Soltero et al., 2013). Por otro lado, cuando los roles se oponen o manifiestan su resistencia a nuevas formas de realizar las actividades o requieren de invertir más recursos

y conocimiento tácito para la realización de las mismas, puede deberse a una carencia de conocimiento tácito o explícito en la organización de software. Esta situación se relaciona con el nivel de conocimiento involucrado en la dimensión epistemológica y al mismo tiempo con el nivel de capacidad de procesos de la organización de software.

En esta sección se definieron 7 procesos de conocimientos involucrados en un programa de GC. Cada proceso representa un flujo de conocimiento que hace que el conocimiento se mueva dinámicamente dentro de una organización (Pérez Soltero, 2007). Por tal motivo, también es de relevancia para una organización contar con un modelo que represente los procesos de conocimiento, ayudándole a fortalecer su capacidad de procesos (Álvarez Castañón y Páramo Ricoy, 2011) y al mismo tiempo elevar su madurez organizacional.

IV.3 Modelo bidimensional para el análisis de flujos de conocimiento

Los flujos de conocimiento de los procesos de conocimiento del marco declarativo están interrelacionados por la precedencia de los mismos; es decir, algunos de ellos deben completarse primero antes de que otros puedan comenzar con eficacia. De aquí que los flujos de conocimiento se puedan medir con respecto al tiempo (Nissen, 2006). En esta sección se utiliza, el modelo extendido de Nissen y Levitt (2002) como base de la propuesta de un diseño factorial tipo 2^2 para el análisis de flujos de conocimiento, involucrados en un programa de GC relacionado a un proyecto de mejora de procesos de software. Las dos siguientes secciones explican a detalle este planteamiento.

IV.3.1 Modelo extendido de flujos de conocimiento

De acuerdo con Nissen y Levitt (2002), la dimensión epistemológica y ontológica son los planteamientos más conocidos sobre flujos de conocimiento en el contexto de aprendizaje organizacional. Dichas dimensiones, descritas en el capítulo II, fueron presentadas en un modelo extendido de flujos de conocimiento como procesos cíclico e iterativo por el que las organizaciones desarrollan nuevos conocimientos (Figura IV.5). En la Figura IV.5 se observa como el flujo lineal representa la manera en la cual las organizaciones informan y capacitan a su recurso humano utilizando conocimiento

explícito y el proceso de interiorización. Por otro lado, el flujo cíclico refleja una dinámica más compleja al describir un ciclo de creación, distribución y evolución del conocimiento dentro de un grupo de trabajo (Pérez Soltero, 2007). Es así, como el modelo extendido representa la continua creación y desarrollo de conocimiento como factor principal de competitividad organizacional.

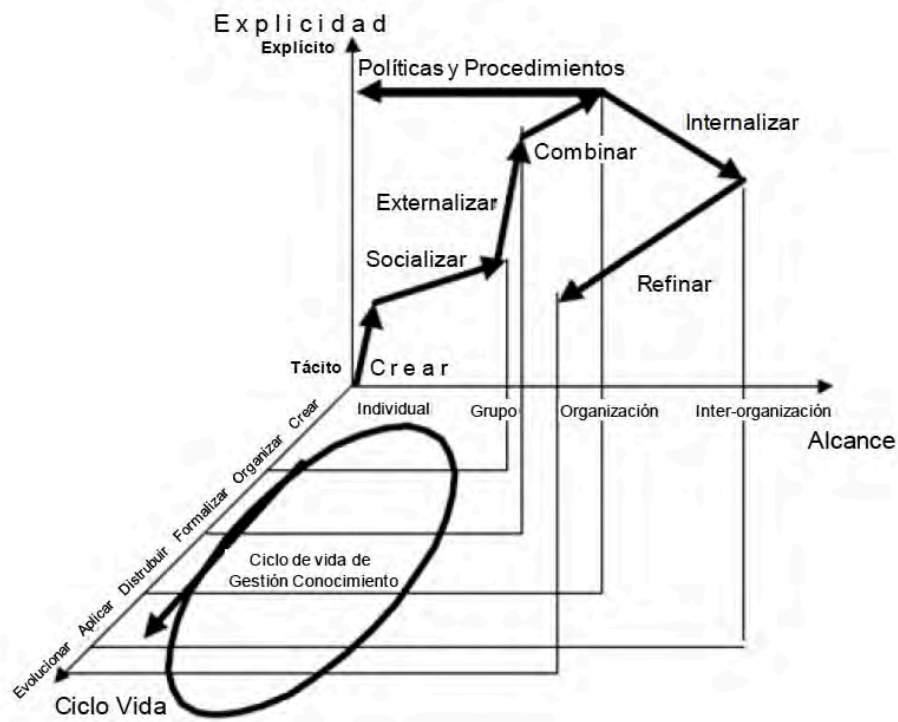


Figura IV.5 Modelo extendido de flujos de conocimiento (Nissen y Levitt, 2002; traducido por Pérez Soltero, 2007)

La intersección de las dimensiones presentada en la Figura IV.5, se visualiza como complementarias para la gestión eficiente y eficaz del conocimiento. Por lo que se requiere definir marcos y modelos complementarios e interdependientes para la aplicación de estrategias de GC en escenarios de desarrollo y mantenimiento de software, mejora de procesos de software, innovación de procesos, entre otras actividades puntualizando la transdisciplinariedad entre GC e ingeniería de software.

IV.3.2 Diseño del modelo bidimensional

Como primera actividad, se analizó cómo los tipos de conocimiento involucrados en un proyecto SPI están asociados implícitamente con los niveles 1 y 2 de capacidad de procesos definidos en ISO/IEC 15504 (2011). Palma et al., (2000) especifica que el nivel de conocimiento se sitúa sobre algo simbólico, como resultado de los procesos que operan en dicho nivel. De esta forma, era necesario conocer los tipos de conocimientos detectados en los primeros niveles de capacidad de procesos.

En la dimensión de capacidad, si un organización de software tiene procesos de nivel 0 significa que el conocimiento no es utilizado, generado o almacenado. El nivel 1 de capacidad indicaría la existencia de conocimiento explícito obtenido por las fuentes al identificar los requisitos en las normas mexicanas y la creación de conocimiento tópico y procedural por parte de los roles al aprender a generar y utilizar los productos de trabajo (conocimiento explícito) al ejecutar las actividades. Al final de cada ciclo del proyecto de mejora de nivel 2 de capacidad, la MIPyME contará con nuevo conocimiento explícito almacenado en alguna fuente, conocimiento episódico obtenido y transmitido por los roles y demás activos de conocimiento almacenados en la base de conocimiento para futuros proyectos. De esta forma, los niveles de capacidad de procesos se constituyen por diferentes tipos de conocimiento que los roles adquieren, procesan, utilizan, almacenan o transmiten para determinar qué acciones tomar para lograr la calidad de sus procesos. Esto significaría que un nivel 5 de capacidad de procesos, según el ISO/IEC 15504 o NMX-I-059, indicaría que todos los tipos de conocimiento estarían disponibles para todos los roles que deseen hacer uso de ellos por medio de una adecuada tecnología de GC (recursos de infraestructura, intranet y varias base de conocimiento eficientes para el cumplimiento de los indicadores y atributos), con el propósito de que la organización logre la innovación y optimización de los procesos.

Este resultado preliminar, señala que una MIPyME que desee implementar un programa de SPI basado en GC requerirá contar con conocimiento técnico o procedural al especificar las fases (o ciclos) del proyecto, del conocimiento episódico generado y almacenado en la base de conocimiento detectando los activos de conocimientos y fuentes

de conocimiento relacionados a los ciclos anteriores. Y todo aquel conocimiento explícito, tópico o semántico que pueda ser útil para crear, compartir y transmitirlo con todo el equipo de trabajo.

Partiendo del hecho de que los flujos de conocimiento de tipo tácito son más lentos y locales que el conocimiento explícito, debido a que la creación de conocimiento requiere más tiempo que el uso del conocimiento (Nissen, 2006) a lo largo de la dimensión de procesos de GC, la siguiente actividad se orientó a diseñar un modelo bidimensional que caracterice la dinámica de flujos de conocimiento. El modelo propuesto (Figura IV.6) es una dimensión menor al modelo extendido de Nissen y Levitt (2002), donde el eje y esté relacionado al nivel de implementación de GC (por medio del conocimiento tácito y explícito) y el eje x corresponde a la dimensión de los 7 procesos de conocimiento descritos en la sección anterior.

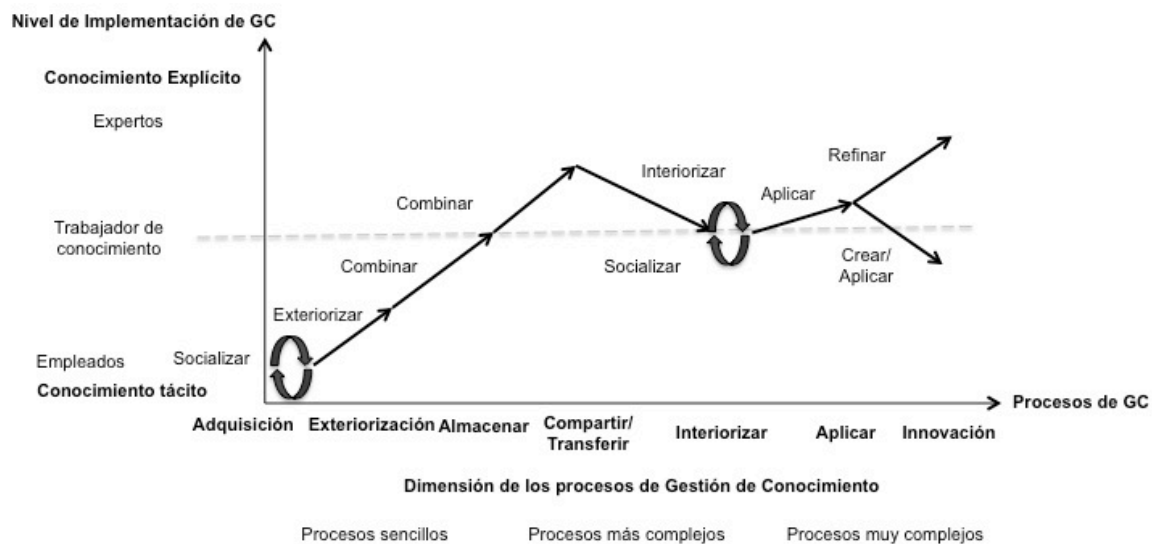


Figura IV.6 Modelo bidimensional para el análisis de flujos de conocimiento relacionados al nivel de implementación de los procesos de conocimiento

La dimensión de los procesos de conocimiento está relacionada a los procesos de las fases 2 y 3 del modelo propuesto (Figura IV.3). Se observa una asociación continua que va desde los procesos sencillos realizados por los roles hasta procesos intensivos en conocimiento o muy complejos que requieren de niveles de dominio de expertos. Por esta

razón, el sentido de la flecha para abajo indica la utilización del conocimiento tácito de los expertos, mientras la gestión de nuevo conocimiento explícito es en un sentido ascendente.

Carver (2001) define que el flujo de conocimiento se puede observar en diferentes tipos, dos de ellos son el longitudinal y circular. La Figura IV.6 muestra cómo el flujo longitudinal implica la transferencia de conocimiento de arriba a abajo, mientras que el flujo de conocimiento del tipo circular es asociado con un ciclo iterativo donde el conocimiento de los roles es compartido, transferido e incrementado por el proceso. El flujo de conocimiento circular por lo general es intensivo y altamente tácito, por lo que se relaciona al proceso de socialización.

IV.3.3 Diseño factorial 2^2 definido

Cuando en un experimento son variados los factores de interés, se recomienda usar un diseño factorial. Por experimento factorial se entiende que en cada réplica completa del experimento se investiga el efecto de diversas condiciones de experimentación y sus interacciones en el desarrollo y mejoramiento de procesos. Los diseños factoriales 2^2 o también conocidos como planes de experiencia, son ampliamente utilizados en experimentos cuantitativos y cualitativos representando dos niveles. Los niveles son superior (alto, +) e inferior (bajo, -). La representación geométrica es un cuadrado con $2^2 = 4$ corridas formando los vértices del cuadrado.

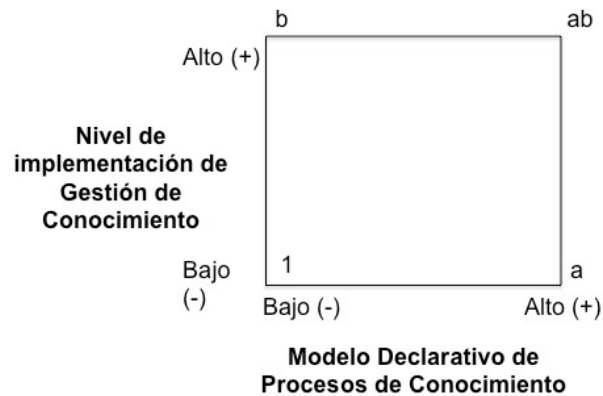


Figura IV.7 Representación del diseño factorial 2^2

En el diseño 2^2 los efectos de interés son los efectos A, B y la interacción de los factores AB. Donde: A = los procesos de conocimiento y B = Nivel de implementación de GC. Para estimar el efecto principal de A, se calcula el promedio de las observaciones cuando A está en el nivel más alto y se resta de éste el promedio de las observaciones donde A está en el nivel más bajo. De manera similar se calcula el efecto de B y AB.

$$A = \frac{a + ab}{2n} - \frac{b + (1)}{2n} = \frac{1}{2n} [a + ab - b - (1)]$$

$$B = \frac{b + ab}{2n} - \frac{a + (1)}{2n} = \frac{1}{2n} [b + ab - a - (1)]$$

$$AB = \frac{ab + (1)}{2n} - \frac{a + b}{2n} = \frac{1}{2n} [ab + (1) - a - b]$$

Un diseño 2^2 se ajusta a un modelo de regresión, donde los factores A y B se representan con las variables codificadas x_1 y x_2 , la interacción AB se representa con el término del producto cruzado del modelo x_1x_2 .

$$y = \beta_0 + \beta_1x_1 + \beta_2x_2 + \beta_3x_1x_2 + \xi$$

Es importante resaltar que $\beta_0 - \beta_3$ representan los parámetros de los coeficientes de variación parcial para cada una de las variables independientes. Por ejemplo, las variables independientes podrían estar asociadas al nivel de dominio de conocimiento de los roles, el nivel de posición tecnológica en el uso de herramientas y sistemas como apoyo a la GC o el nivel de capacidad de procesos de la organización. El identificar aquellos factores o variables sobre los cuales las MIPYMEs articulan el éxito de un proyecto de SPI basado en GC es un tema de gran interés (Alagarsamy et al., 2007). Queda fuera del alcance de este trabajo la interpretación práctica del modelo de regresión bajo la experimentación de un caso de estudio.

IV. 4 Conclusiones del capítulo

Hasta este punto del documento, se ha expuesto cómo el conocimiento (en sus diversos tipos) es un elemento estratégico para las MIPYMEs desarrolladoras de software, propiciándolas a ser generadoras de nuevo conocimiento o desarrolladoras de programas de conocimiento para mejorar la capacidad de sus procesos de software. Como elemento de un marco de trabajo para la implantación de un proyecto SPI basado en conocimiento, se presenta un marco declarativo compuesto por 3 fases y descrito por 7 procesos de conocimiento. Para cada proceso, se pueden hacer propuestas de estrategias de GC de manera inmediata.

Una contribución principal es el modelo bidimensional para la descripción de flujos de conocimiento relacionados al nivel de implementación de conocimiento explícito y tácito en la dimensión de procesos de GC. Se observa cómo el conocimiento tácito y explícito tiene un menor y mayor grado de especificidad, de dependencia y carácter individual dependiendo el nivel de implementación con los procesos relacionados a la identificación, creación, almacenamiento, transferencia, aplicación e innovación del conocimiento.

Aún cuando el modelo bidimensional propuesto no utiliza una dimensión para la dimensión ontológica como el modelo extendido de Nissen y Levitt (2002), también se indica cómo por medio de varios ciclos de mejora de un proyecto de SPI, la organización implementa e institucionaliza las prácticas de mejora de desarrollo y mantenimiento de software, creando nuevo conocimiento a nivel organizacional. Este conocimiento es adquirido inicialmente a nivel individual por los roles participantes de los procesos y posteriormente, expandiéndolo a nivel organizacional para ser aplicado en nuevos proyectos. De igual manera, se propicia la innovación y mejora continua de procesos como resultado de un alto nivel de implementación de conocimiento explícito y la participación de un grupo de expertos como fuente de conocimiento tácito directa.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

En este capítulo se exponen las conclusiones y aportaciones específicas para este proyecto de investigación. Así como las actividades recomendadas como trabajo futuro. Las conclusiones se expresan en el sentido de resaltar la importancia de aplicar estrategias, técnicas o enfoques de GC en una MIPYME desarrolladora de software como parte de un proyecto de SPI. Es de particular valor para este tipo de empresas, el adoptar iniciativas de GC que no requieran la implementación de cambios significativos en la ejecución de sus procesos (Rodríguez Elías y Martínez García, 2011) requeridos por los modelos de referencia de procesos o según el nivel de madurez deseado.

V.1 Conclusiones

La naturaleza del conocimiento y su nivel de desarrollo hacen necesario distinguir diversos modelos para su gestión. En el capítulo II, se expuso el carácter complejo y multifacético del término conocimiento por medio de la Tabla 2.1, Tabla 2.3, Figura II.2 y Figura II.3 y se estableció la evidencia de la transdisciplinariedad entre la ingeniería del conocimiento y la ingeniería del software, al presentar el marco conceptual y trabajo relacionado entre ambas disciplinas. Se especifico que en un proyecto de SPI se emplea tanto conocimiento declarativo y procedimental, como conocimiento explícito y tácito para alcanzar las metas del proyecto (Flores Rios y Rodríguez Elías, 2009). Así mismo, se definieron las entidades proceso software (Figura II.6) que se manejaron en toda la investigación y fueron la base para la descripción de procesos de conocimiento en términos de nombre del proceso, fuentes de conocimiento, trabajador y actividades de conocimiento, productos de conocimiento, técnicas, tecnología y herramientas de GC recomendada (Capítulo IV).

Con el objetivo de fundamentar el uso y beneficios de la metodología KoFI, en este documento se observó el aporte que KoFI brindó al identificar el tipo de conocimiento requerido y aplicado en el análisis de flujos de conocimiento de las entidades proceso software, bajo los enfoques de modelo SECI y ciclo de conocimiento. Se presentaron diversos modelos detallados, bajo la simbología de la extensión del Metamodelo para

procesos de ingeniería de software SPEM-KF, con el propósito de que sean de utilidad para los responsables de procesos y se propicie la percepción del entorno, la creación de nuevo conocimiento y toma de decisión al considerar el mayor número de entidades.

La importancia de analizar dicho flujo se debe a la transferencia de conocimiento de la entidad de donde reside a la(s) entidad(es) donde se necesita(n), resaltando una interacción completa de todas las entidades independientemente del proceso de conocimiento. Por ejemplo, en el proyecto de SPI los roles crean y transmiten conocimiento para la ejecución de sus actividades por lo que requieren de procesos de conocimiento que les ayuden en dicha ejecución dependiendo el nivel de capacidad de procesos y al mismo tiempo, les permitan incrementar sistemáticamente el conocimiento actual o nuevo. Este escenario permite reducir el desaprovechamiento y riesgo de pérdida de los activos de conocimiento de la organización.

Posterior a la definición del marco declarativo para los procesos de conocimiento (capítulo IV), se decidió diseñar un modelo para el análisis de flujos de conocimiento que considerara visualmente los tres enfoques utilizados en el capítulo II y III y las características de los niveles de capacidad de procesos, por ejemplo los definidos por las normas ISO/IEC 15504 o NMX-I-059. Utilizando el enfoque de dinámica de flujos de conocimiento (Nissen, 2006), se realizaron diversos planteamientos como modelos bidimensionales y tridimensionales pero nos dimos cuenta de que el modelo resultante debía ser realmente útil y de fácil interpretación por los roles involucrados en un proyecto de SPI. Aún cuando el estudio de modelos de madurez de GC no fue considerado como objetivo de este trabajo se valoró si podían apoyar la construcción del modelo requerido. Un modelo de madurez de GC describe las etapas de crecimiento que se espera que una organización, grande o MIPYME, realice a través del desarrollo de técnicas de GC. El resultado de la representación de los modelos de madurez de GC basados en el modelo de referencia de procesos CMMI fue por medio de un modelo bidimensional donde la intersección del nivel de implementación de GC y el nivel de énfasis de conocimiento aplicado especifican el nivel de madurez organizacional (Flores Rios et al., 2011). Esto nos mostró que el nivel de implementación de GC podría ser representado por los dos tipos de

conocimientos involucrados en el modelo SECI y por otro lado, el nivel de énfasis correspondería a los procesos de conocimiento del marco declarativo. Las características de los atributos de procesos se analizarían intrínsecamente en la interacción entre ambos puntos. El modelo gráfico fue incluido como elemento importante del marco declarativo para la interpretación visual que se deriven de la aplicación del programa de GC en un proyecto de SPI, quedando como trabajo futuro el análisis matemático del mismo.

En la búsqueda de un ente tecnológico que sirva de soporte para la implementación práctica del modelo SECI y ciclo de conocimiento como enfoques de ciclo de conocimiento, así como las prácticas de SPI, se seleccionó la infraestructura de fábrica de experiencias (Anexo B). La gestión de calidad que se especifica en dicha infraestructura es una estrategia de gestión enfocada a aumentar la calidad de los productos de software, incrementar el grado de satisfacción de los clientes y mejorar procesos internos, todas estas de relevancia en un proyecto de SPI. Una vez que se revisaron las características de la infraestructura, se integraron y modelaron, bajo la simbología SPEM-KF, elementos de los 2 enfoques, representando una aportación teórica como modelo ampliado. Por otro lado, la utilidad práctica se presentó por medio de una organización que se rija bajo los procesos requeridos por la norma mexicana NMX-I-059. Una vez que la acción de mejora se ejecuta dentro de la organización se van realizando al mismo tiempo las actividades de los procesos requeridos y recolectando los tipos de conocimientos existentes y generados de manera que se almacenen en la base de conocimiento o experiencia como parte de sus actividades diarias facilitando la recuperación y acceso al conocimiento explícito existente. Se espera que como trabajo futuro se realicen más investigaciones del flujo de conocimiento existente en las prácticas de mejora para cada proceso de la infraestructura de fábricas de experiencia dependiendo el nivel de madurez de la organización.

V.2 Aportaciones

A continuación, se listan las principales contribuciones de esta investigación: 1) la caracterización de los diversos tipos y fuentes de conocimiento involucrados en un proyecto de SPI basado en conocimiento; 2) la identificación de un marco, basado en las entidades proceso software, para definir los elementos de los procesos de conocimiento; 3) la

definición de un modelo bidimensional para el análisis de flujos de conocimiento relacionando el nivel de implementación de conocimiento con la dimensión de procesos de conocimiento; y, 4) la adaptación de la infraestructura de fábricas de experiencias como una estructura base para las organizaciones dedicadas al desarrollo y mantenimiento de software con iniciativas en crear, almacenar y reutilizar sus activos de conocimiento para elevar su nivel de madurez (Anexo B). Todo lo anterior, constituye el marco de trabajo para un proyecto de SPI basado en conocimiento dando cumplimiento al objetivo general de la investigación el cual es el diseño de un marco de trabajo que guíara la realización de la Gestión del Conocimiento en los procesos software bajo intervención, durante un proyecto de Mejora de procesos de software.

En el capítulo IV, se presenta como parte del marco declarativo la definición de los 7 procesos de conocimiento agrupados en tres fases de implantación. Es relevante mencionar que para el proceso de medición de conocimiento, se especificaron los criterios de medición para determinar el impacto en los procesos de conocimiento relacionados indirectamente en un modelo de referencia de procesos. Dependiendo los resultados de la medición se pueden aplicar, de manera inmediata, estrategias de GC en paralelo a la realización de las actividades del proyecto de SPI.

Se plantea que por medio de varios ciclos de SPI, el modelo bidimensional contribuya a que la organización implemente e institucionalice prácticas de mejora de desarrollo y mantenimiento de software, cuando crea nuevo conocimiento desde un nivel individual hasta un nivel organizacional. De esta forma, el modelo bidimensional (Figura IV.6) incluye tanto la dimensión epistemológica (Nonaka y Takeuchi, 1995) como la dimensión ontológica (Nonaka y Takeuchi, 1999). En la primera dimensión, se propicia la innovación y mejora continua de procesos como resultado de un alto nivel de implementación de conocimiento explícito (proceso de combinación) y la participación de un grupo de expertos como fuente de conocimiento tácito directa, por medio de los procesos de socialización y exteriorización. Por otro lado, desde la perspectiva ontológica el conocimiento es adquirido a nivel individual a través de los procesos de interiorización y

socialización y posteriormente, transferido y expandido a nivel organizacional para ser aplicado y evolucionado en nuevos proyectos.

Durante una estancia de investigación en una MIPYME de la región con experiencia en desarrollo de sistemas de gestión de documentos (Olguín Espinoza et al., 2012), se observó como el responsable de procesos recomienda a su equipo de trabajo los activos de conocimiento (mejores prácticas y lecciones aprendidas), los recursos de software (de tipo intranet) y los métodos que les permiten según sus objetivos estratégicos, crear y transferir el conocimiento explícito de la organización. Y al mismo tiempo los capacita en la gestión de los productos de trabajo como evidencia de la realización de sus actividades requeridas a un nivel 2 de capacidad de procesos. En este nivel, se desea que los activos de conocimientos sobre la realización de actividades (prácticas base) se transformen de intangibles a explícitos por lo que se requiere de indicadores de atributos de procesos para su representación, gestión y disponibilidad dentro de la organización. Tomando en cuenta este escenario, se diseñaron formalmente los modelos de conceptos de conocimiento que apoyaron el análisis de conocimiento explícito para los niveles 1 y 2 de capacidad de procesos (Flores Rios et al., 2013). Se identificó que el nivel de implementación de conocimiento explícito, para los procesos de conocimiento exteriorizar, almacenar y transferir, se relaciona directamente con las características correspondientes al atributo de proceso AP 2.2 Administración de productos de trabajo definido en la norma ISO/IEC 15504-5 (Flores Rios et al., 2013).

Un resultado importante del trabajo, lo constituye el listado de productos académicos (Anexo C). Los modelos generados del análisis de flujos de conocimiento en entidades proceso software, expuestos en el capítulo III, fueron registrados en el Instituto Nacional de Derecho de autor con número 03-2013-110110433400-01 (Anexo A). El registro representa un colaboración interinstitucional entre la Universidad Autónoma de Baja California, el Instituto Tecnológico de Hermosillo y la Universidad del Cauca, Colombia. Los demás productos corresponden a publicaciones en revistas, congresos internacionales y nacionales así como la participación en consorcios doctorales.

V.3 Trabajo Futuro

Como continuación de la investigación realizada, se plantean las siguientes líneas de acción:

1. Validar empíricamente las tres fases del modelo propuesto para la implantación de procesos de conocimiento en un proyecto de SPI por medio de una(s) MIPYME(s) desarrolladora de software. La organización a seleccionar deberá poseer como perfil que el equipo de trabajo tenga acceso a fuentes de conocimiento directas, cuente con conocimiento episódico en la implantación de los procesos requeridos en cualquier nivel de capacidad de procesos o al menos uno de sus roles haya participado en un proceso de verificación oficial. Además, de abarcar ampliamente los factores de éxito recomendados en la literatura sobre la implantación de proyectos de SPI.
2. Investigar desde un enfoque de flujo de conocimiento, el tipo y dominio de aplicación de conocimiento involucrado y/o requerido para el atributo de proceso AP 2.1 Gestión de la realización, según la norma ISO/IEC 15504-5. Así como la identificación de aquellos procesos de conocimiento de la fase 2 que sean más recomendados o tengan un mayor impacto en el cumplimiento de los atributos AP 2.1 y AP 2.2. El resultado ampliaría la relación de estrategias de GC involucradas en un proyecto SPI basado en conocimiento.
3. Analizar el flujo de conocimiento tácito del responsable del proyecto de implantación de SPI en una MIPYME desarrolladora de software. En algunos casos su nombre se conoce como Responsable de Gestión de Procesos. Se definiría, a nivel de dominio e implementación de conocimiento, una caracterización de dicho rol como trabajador de conocimiento para los procesos de conocimiento que mejor apoyen las actividades requeridas por un modelo de referencia dependiendo el nivel de madurez deseado.
4. Definir los parámetros del modelo de regresión lineal presentado en el capítulo IV para medir el impacto de las estrategias de GC en un proyecto de SPI. Alagarsamy et al., (2007) recomiendan especificar el esfuerzo del proyecto en horas y el conocimiento en función al nivel de madurez de la organización.

Referencias

Ackerman, M. S. (1994). Augmenting the Organizational Memory: A Field Study of Answer Garden. *ACM Transactions on Information Systems. Proc. Intl. Conf. on Computer-Supported Cooperative Work*, pp. 243-252, ACM Press.

Alagarsamy, K., Justus, S., y Iyakutti, K. (2007). The knowledge based software process improvement program: A rational analysis. In *Software Engineering Advances, 2007. ICSEA 2007. International Conference on* (pp. 61-61). IEEE.

Alavi, M., y Leidner, D. E. (2001). Knowledge management and knowledge management systems: Conceptual foundations and research issues. *MIS Quarterly*, vol. 25, núm. 1. Pp. 107-136.

Castañón, L. D. C. Á., y Ricoy, M. T. P. (2011). Una valoración de la gestión del conocimiento, para el desarrollo organizacional en empresas locales manufactureras del estado de Guanajuato, México.

Arent, J. y Nørbjerg, J. (2000). Software Process Improvement as Organizational Knowledge Creation: A Multiple Case Analysis. *Proceedings of the 33rd Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS)*, pp. 40-45, USA. IEEE.

Armbrecht, F. M. R., Chapas, R.B., Chappelow, C.C., Farris, G.F., Friga, P.N., Hartz, C.A., McIlvaine, M.E., Postle S.R. y Whitwell, G.E. (2001). Knowledge management in research and development. *Research Technology Management*, vol. 44 núm. 4, Pp. 28-48.

Aurum, A., Jeffery, R., Wohlin, C. y Handzic, M. (Eds.). (2003). *Managing software engineering knowledge*. Springer. Berlin, Germany. 406 p.

Barquin, R. y Bennet, A. (2001). *Knowledge Management: The Catalyst for Electronic Government, Management Concepts*, Vienna, VA, USA.

Basili, V. R. y Caldiera, G. (1995). Improve software quality by reusing knowledge & experience, *Sloan Management Review*, vol. 37, núm. 1, Pp. 55-64.

Baumeister, J., Reutelshoefer, J., Puppe, F. (2011). Engineering intelligent systems on the knowledge formalization continuum. En *International Journal of Applied Mathematics and Computer Science*, vol. 21, núm. 1, pp. 27-39.

Bayoda, S., Calvo-Manzano, J., Cuevas, G. y San Feliu, T. (2010). Taxonomía de Factores Críticos para el despliegue de procesos software. *Revista Española de Innovación, Calidad e Ingeniería del Software*, vol. 6, núm. 3.

Borghoff, U. M., y Pareschi, R. (Eds.). (1998). *Information technology for knowledge management*. Springer. Berlin, Germany. 244 p.

Calvo-Manzano, J.A., Cuevas, G., Feliu, T.S. y Serrano, A. (2008). Process Asset Library to Support Software Process Improvement in Small Settings. En Proceedings of the 15th European Systems and Software Process Improvement and Innovation (EuroSPI), Irlanda, Software Process Improvement, 16, pp. 25-35, Springer Berlin/Heidelberg.

Capote, J., Llanten Astaiza, C. J., Pardo Calvache, C. J., González Ramírez, A. de J. y Collazos, C. A. (2008). Gestión del Conocimiento como apoyo para la mejora de procesos software en las micro, pequeñas y medianas empresas, Revista Ingeniería e Investigación, vol. 28, núm. 1, Pp. 137-145.

Choo, C. W. (1999). La organización Inteligente: el Empleo de la Información para dar Significado, Crear Conocimiento y Tomar Decisiones. Oxford University Press. 346 pp.

Choo, C. W. y Johnston, R. (2004). Innovation in the knowing organization: a case study of an e-commerce initiative. Journal of Knowledge Management, vol. 8, núm. 6, Pp. 77-92.

Claver Cortés, E., Pertusa Ortega, E. M., y Zaragoza-Sáez, P. C. (2008). Diseño organizativo y knowledge performance: Un estudio empírico. Diseño organizativo y knowledge performance: Un estudio empírico. Intangible Capital, 2008, vol. 4, núm. 3, Pp. 166-190.

Cox, K., Hall, J. G. y Rapanotti, L. (2005). A roadmap of problem frames research. Information and Software Technology, vol. 46, núm. 14, Pp. 891-902.

Cukier, J. J. (2008). Problemas de las pymes en el nivel 2 de madurez. Una muestra sesgada. Revista Española de Innovación Calidad e Ingeniería del Software, vol. 4, núm. 2. Pp. 20-32.

Dalkir, K. (2005). Knowledge management in theory and practice. Elsevier. Amsterdam. 356 p.

Dalkir, K. (2011). Knowledge management in theory and practice, Second Edition, USA: The MIT Press.

Davenport, T. y Prusak, P. (2001). Conocimiento en acción: Como las organizaciones manejan lo que saben. Traducido del Inglés por Moreno J.M. Buenos Aires 1ª Ed: Pearson Education, S.A.

Dingsoyr, T., Bjornson, F. O., y Shull, F. (2009). What do we know about knowledge management? Practical implications for software engineering. Software, IEEE, vol. 26, núm. 3, Pp. 100-103.

Flores Rios, B. L., Gastélum Ramírez, S L., Rodriguez-Elias, O. M. (2010). Modeling Knowledge Flows in Software Projects Management Processes, International Conference on Knowledge Management and Information Sharing (KMIS), España, pp. 213-217.

Flores Ríos, B. L. y Rodríguez Elías, O. M. (2010). Experience Factory Infrastructure as a basis for Knowledge Management in a Software Process Improvement Program, En: Ingeniería de Software e Ingeniería del Conocimiento: Tendencias de Investigación e Innovación Tecnológica en Iberoamérica, Aguilar Vera et al. (Eds.), México, Alfaomega, Pp. 174-183.

Flores-Ríos, B. L., Rodríguez-Elias, O. M., Olgúin-Espinoza, M. (2009). Comparative Analysis of the ISO 10006 to other Standards and Guidelines related to Software Project Management, Research in Computing Science: Advances in Computer Science and Artificial Intelligence. Instituto Politécnico Nacional. Vol. 43, Pp. 55-67.

Flores Ríos, Brenda L., Rodríguez-Elías, Oscar M., Pino, F. J., (2011). Research on CMM-based Knowledge Management Maturity Models, En: 4to. Congreso Internacional en Ciencias Computacionales (CICOMP 2011). Pp. 145-152.

Flores Ríos, B. L., Rodríguez-Elías, O. M., y Pino, F. J. (2013). Administración del Producto de Trabajo como Gestión de Conocimiento explícito de conformidad con el estándar ISO/IEC 15504. Congreso Internacional de Investigación e Innovación en Ingeniería de Software. México.

Freeze, T.R. y Kulkarni, U. (2011). Understanding the Composition of Knowledge Management Capability. Information Resources Management Association (Ed.), Organization Learning and Knowledge: Concepts, Methodologies Tools and Applications, Vol. 1. IGI Global, Hershey, PA, USA.

Girgensohn, A., A. L., y Kevin, S. 1996. Experience in Developing Collaborative Applications Using the World Wide Web 'Shell'. Seventh ACM Conference on Hypertext. pp. 246-255.

Grant, R. M. (1996). Toward a knowledge-based theory of the firm. Strategic management journal, vol. 17, Pp. 109-122.

Guo, J. M. y Wang, Y. L. (2008). Context modeling for knowledge flow, Proceedings of 2008 IEEE International Conference on Information Reuse and Integration, IEEE IRI-2008, Institute of Electrical and Electronics Engineers Computer Society, Piscataway, NJ 08855-1331, USA, pp. 330-335.

Gupta, A. y Govindarajan, V. (2000). Knowledge flows within multinational corporations. Strategic Management Journal, 21:473-96.

Calad, M. H. (1998). La adquisición del conocimiento dentro de la ingeniería del conocimiento. Revista Universidad EAFIT, 34(110), 53-60.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., y Baptista Lucio, P. (2008). Fundamentos de metodología de la investigación. Editorial Mc Graw-Hill.

Heredia García, A. (2012). ITAKA Gestión Interactiva del Conocimiento en Organizaciones de Desarrollo de Software. Escuela Politécnica Superior. Universidad Carlos III de Madrid. Tesis de doctorado.

McFeeley, B. (1996). IDEAL: A User's Guide for Software Process Improvement (No. CMU/SEI-96-HB-001). Carnegie-Mellon Univ Software Engineering Institute.

Jackson, M. (2005). Problem frames and software engineering. *Information and Software Technology*, 47 (14): 903-912 p.

Kamsu Fogueu, B., Coudert, T., Béler, C., & Geneste, L. (2008). Knowledge formalization in experience feedback processes: An ontology-based approach. *Computers in Industry*, vol. 59, núm. 7, Pp. 694-710.

Laihonen, H. (2006). Knowledge flows in self-organizing processes. *Journal of Knowledge Management*, 10 (4):127-135.

Landes, D., Schneider, K., Houdek, F. (1999). Organizational learning and experience documentation in industrial software projects. *International Journal Human-Computer studies*. Pp. 643-661.

Lee, H., y Choi, B. (2003). Knowledge management enablers, processes, and organizational performance: an integrative view and empirical examination. *Journal of management information systems*, vol. 20, núm. 1, Pp. 179-228.

Lindvall, M. y Rus, I. (2003). Knowledge management for software organizations, in: A. Aurum, R. Jeffery, C. Wohlin, M. Handzic (Eds.), *Managing Software Engineering Knowledge*, Springer, Berlin, pp. 73-94.

Maier, R., y Remus, U. (2002). Defining process-oriented knowledge management strategies. *Knowledge and Process Management*, vol. 9, núm. 2, Pp. 103-118.

Makosky, L. (2000). Overview knowledge mapping approach. *Proceedings of the Knowledge Management Brighton Workshop at the University of Sussex*. pp. 42-44.

Marwick, A. D. (2001). Knowledge management technology. *IBM Systems Journal*. Vol. 40, núm. 4, Pp. 814-830.

Mas, A. y Amengual, E. (2005). La mejora de los procesos de software en las pequeñas y medianas empresas (pyme). Un nuevo modelo y su aplicación a un caso real *Revista española de innovación, calidad e ingeniería del software*.

Moen, R. D., Nolan, T. W. y Provost, L. P. (1999). *Improving quality through planned experimentation*, 2da. Edición. Mc Graw Hill.

Morales Bustamante, J. P. (2013). AURAP: Herramienta para la autoevaluación de requisitos de procesos establecidos en la NMX-I-059-NYCE-2011 considerando los

atributos de procesos de la NMX-I-15504-NYCE-2010. Tesis de Maestría. MyDCI, área de conocimiento Computación. UABC.

Muzumdar M. (1998). Organizational knowledge management frameworks and a case study, *UMI dissertation*, Kent State University.

Nissen, M.E. (2006). *Harnessing Knowledge Dynamics: Principled Organizational Knowing And Learning*, IRM PRESS, ISBN 1-59140-773-7.

Nissen, M. and R. Levitt. Dynamic models of knowledge flow dynamics. [Online]. 2002. Available: <http://cife.stanford.edu/online.publications/WP076.pdf>.

Nonaka, I. (1994). A Dynamic Theory of Organizational Knowledge Creation. En *Organization Science*, 5 (1), pp. 14-37.

Nonaka, I. y Takeuchi, H. (1995). *The Knowledge creating company. How japanese companies create the dynamics of innovation*. Oxford University Press.

Olguín-Espinoza, J. M., Mexía Sánchez, A., Flores Rios, B. L. y Juárez Curiel, M. Adopción de un Sistema de Solicitudes como Mecanismo de Comunicación con el Cliente en una MiPYME Desarrolladora de Software. Congreso Internacional de Investigación e Innovación en Ingeniería de Software (2012). México. Pp. 222-227.

Office of Information and Communications Technology OICT (2002). *Information Management Inventory Guideline*, Issue No. 1.0, Sydney AU.

Oktaba, H., Piattini, M., Pino, F. J., Orozco, M. J. y Alquicira, C., *COMPETISOFT, Mejora de Procesos Software para Pequeñas y Medianas Empresas y Proyectos*, Ra-Ma, España, 2008.

Palma, J.T., Paniagua, E. Martín, F. y Marín, R. Ingeniería del Conocimiento. De la Extracción al Modelado del Conocimiento. *Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial*. Vol. 11. 2000. Pp. 46-72.

Pérez-Soltero, A. (1997). Modelo para la representación de una memoria organizacional utilizando herramientas computacionales de Internet. Tesis de maestría en ciencias con especialidad en tecnología informática. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM).

Pérez-Soltero, A. (2007). Modelo para la auditoría del conocimiento considerando los procesos clave de la organización y utilizando tecnologías basadas en conocimiento. Tesis de doctorado. Universidad de Murcia.

Pérez-Soltero, A., Leal Soto, V., Barceló Valenzuela, M., & León Duarte, J. A. (2013). Un diagnóstico de la Gestión del Conocimiento en las pymes del sector restaurantero para identificar áreas de mejora en sus procesos productivos. *Intangible capital*. 2013.

Pino, F. J., García, F. O., Ruiz F. y Piattini, M. (2006). *Adaptación de las normas ISO/IEC*

12207:2002 e ISO/IEC 15504:2003 para la evaluación de la madurez de procesos software en países en desarrollo. Revista IEEE América Latina, Vol. 4, Num. 2, pp. 17-24.

Probst, G., Raub, S. y Romhardt, K. (2001). Administra el conocimiento: los pilares del éxito. Pearson Educación.

Rao, M. (Ed.). (2005). Knowledge management tools and techniques: Practitioners and experts evaluate km solutions. Elsevier. Amsterdam. 438 p.

Rodríguez V., J. (2006). Dirección Moderna de Organizaciones. 1ra edición. México: Editorial Thomson.

Rodríguez Elias, O. M. (2003). Administración del conocimiento como soporte al proceso de mantenimiento de software. Tesis de Maestría. CICESE. Ensenada, B.C., México.

Rodriguez-Elias, O. M., Martínez-García, A. I., Vizcaíno, A. Favela, J. y Piattini, M. (2009). Modeling and analysis of knowledge flows in software processes through the extension of the Software Process Engineering Metamodel, International Journal of Software Engineering and Knowledge Engineering. World Scientific. Vol. 19, núm. 2. pp. 185-211.

Rodríguez-Elias, O. M. y Martínez García, A. I. (2011). Diseño de sistemas y estrategias de gestión del conocimiento: Un enfoque metodológico orientado a procesos y flujos de conocimiento, Editorial Académica Española, 236 p.

Rus, I. y Lindvall, M. (2002). Knowledge management in software engineering. IEEE Software, vol. 19, núm. 3, Pp. 26-38.

Schutte, M. y M. Snyman. (2006). Knowledge flow elements within a context - a model, South African Journal of Information Management, vol. 8, núm. 2.

Wiig K.M., Hoog R. y Van Der Spek R. (1999). Supporting Knowledge Management: A Selection of Methods and Techniques. Expert Systems With Applications, vol. 13, núm. 1, Pp. 15-27.

ANEXO A. REGISTRO DERECHO AUTOR ANÁLISIS DE FLUJOS DE CONOCIMIENTO EN ENTIDADES PROCESO SOFTWARE

CERTIFICADO

Registro Público del Derecho de Autor

Para los efectos de los artículos 13, 162, 163 fracción I, 164 fracción I, 168, 169, 209 fracción III y demás relativos de la Ley Federal del Derecho de Autor, se hace constar que la **OBRA** cuyas especificaciones aparecen a continuación, ha quedado inscrita en el Registro Público del Derecho de Autor, con los siguientes datos:

AUTORES: FLORES RIOS BRENDA LETICIA
PINO CORREA FRANCISCO JOSE
RODRIGUEZ ELIAS OSCAR MARIO

TITULO: ANALISIS DE FLUJOS DE CONOCIMIENTO EN ENTIDADES PROCESO SOFTWARE

RAMA: LITERARIA

TITULARES: FLORES RIOS BRENDA LETICIA
PINO CORREA FRANCISCO JOSE
RODRIGUEZ ELIAS OSCAR MARIO

Con fundamento en lo establecido por el artículo 3° de la Ley Federal del Derecho de Autor, el presente certificado ampara única y exclusivamente la obra original literaria.

Con fundamento en lo establecido por el artículo 14 fracción I y II de la Ley Federal del Derecho de Autor, el presente certificado no ampara: las ideas en sí mismas, las fórmulas, soluciones, conceptos, métodos, sistemas, principios, descubrimientos, procesos e invenciones de cualquier tipo; el aprovechamiento industrial o comercial de las ideas contenidas en las obras.

Artículo 168 de la L.F.D.A.- Las inscripciones en el registro establecen la presunción de ser ciertos los hechos y actos que en ellas consten, salvo prueba en contrario. Toda inscripción deja a salvo los derechos de terceros. Si surge controversia, los efectos de la inscripción quedarán suspendidos en tanto se pronuncie resolución firme por autoridad competente.

Número de Registro: 03-2013-110110433400-01

México D.F., a 12 de noviembre de 2013

EL DIRECTOR DEL REGISTRO PÚBLICO DEL DERECHO DE AUTOR

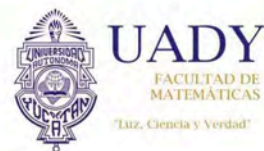
JESUS PARETS GOMEZ







**ANEXO B. INFRAESTRUCTURA DE FÁBRICA DE EXPERIENCIAS
COMO BASE PARA LA GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO EN UN
PROGRAMA DE MEJORA DE PROCESOS SOFTWARE**



Datos catalográficos

**Tendencias de Investigación e Innovación
Tecnológica en Iberoamérica**

Alfaomega Grupo Editor, S. A. de C. V., México

ISBN: 978-607-707-096-2

**Tendencias de Investigación e Innovación
Tecnológica en Iberoamérica**

Derechos Reservados © Alfaomega Grupo Editor, S. A. de C. V., México

Alfaomega Grupo Editor, noviembre de 2010

© 2010 Alfaomega Grupo Editor, S. A. de C. V., México

Pitágoras 1139, Col. Del Valle, 03100, México, D. F.

Miembro de la Cámara Nacional de la Industria Editorial Mexicana
Registro No. 2317

Pág. Web: <http://www.alfaomega.com.mx>

E-mail: atencioncliente@alfaomega.com.mx

ISBN: 978-607-707-096-2

Derechos Reservados

Esta obra es propiedad intelectual de su autor y los derechos de publicación en lengua española han sido legalmente transferidos al editor. Prohibida su reproducción parcial o total por cualquier medio sin permiso por escrito del propietario de los derechos del copyright.

Nota importante:

La información contenida en esta obra tiene un fin exclusivamente didáctico, y por lo tanto, no está previsto su aprovechamiento a nivel profesional o industrial. Las indicaciones técnicas y programas incluidos, han sido elaborados con gran cuidado por el autor y reproducidos bajo estrictas normas de control. ALFAOMEGA GRUPO EDITOR, S. A., DE C.V. no será jurídicamente responsable por: errores u omisiones; daños y perjuicios que se pudieran atribuir al uso de la información comprendida en este libro, ni por la utilización indebida que pudiera dársele.

Impreso en México. Printed in Mexico.

Empresas del grupo:

México: Alfaomega Grupo Editor, S. A. de C. V. - Pitágoras 1139, Col. Del Valle, México, D.F. - C.P. 03100, Tel. (52-55) 5089-7740 - Fax: (52-55)-5575-2420/2490. Sin costo: 01-800-020-4398
E-mail: atencioncliente@alfaomega.com.mx

Colombia: Alfaomega Colombiana, S. A. - Carrera 15 No. 64 A 29 - PBX (57-1) 2100122, Bogotá, Colombia, Fax: (57-1)-6068648 E-mail: sciente@alfaomega.com.co

Chile: Alfaomega Grupo Editor, S. A. - General del Canto 370 - Providencia, Santiago, Chile
Tel. (56-2) 235-4248 - Fax: (56-2)-235-5786 - E-mail: agechile@alfaomega.cl

Argentina: Alfaomega Grupo Editor Argentina, S. A. - Paraguay 1307 P.B. "11", Buenos Aires, Argentina, C.P. 1057 - Tel.: (54-11) - 4811-7183/8352. E-mail: ventas@alfaomegaeditor.com.ar

□

*Ingeniería de Software e
Ingeniería del Conocimiento:*

*Tendencias de Investigación e
Innovación Tecnológica
en Iberoamérica*

Editores:

Raúl A. Aguilar Vera
Julio C. Díaz Mendoza
Gerzon E. Gómez Cruz
Edwin León Bojórquez.

ISBN: 978-607-707-096-2

Alfaomega Grupo Editor

□

Experience Factory Infrastructure as a basis for Knowledge Management in a Software Process Improvement Program

Brenda Leticia Flores Ríos¹, Oscar Mario Rodríguez-Eliás²

¹Institute of Engineering, Autonomous University of Baja California, Calle de la Normal S/N y Blvd. Benito Juárez Col. Insurgentes Este, C.P. 21280, Mexicali, Baja California, México

²Division of Graduate Studies and Research, Institute of Technology of Hermosillo, Ave. Tecnológico y Periférico Poniente S/N, Col. Sahuaró, C.P. 83170, Hermosillo, Sonora, México

¹bfflores@uabc.mx, ²omrodriguez@itih.mx

Abstract. Software Development Processes, Software Process Improvement (SPI) and Knowledge Management (KM) research, along with their relationships, have been of recent interest to researchers and practitioners. A model that can be useful to consolidate and integrate an SPI program by means of KM, is the Experience Factory model. We present a model that relates the Experience Factory Infrastructure, the 6 steps of the Quality Improvement Paradigm (QIP) with a knowledge flows modeling approach, together with the relationships of the QIP with some KM models. The Mexican standard for software development Small and Medium Enterprises (SMEs), NMX-1-059-NYCE-2005, is taken as a software process standard for exposing this model. This infrastructure may guide KM based SPI actions, depict the activities of processes reference models or describe the main phases of a continuous improvement model.

Keywords: Experience Factory Infrastructure, Software Process Improvement, Knowledge Management, NMX-1-059-NYCE-2005.

Introduction

Experience refers to what people have learnt from their past endeavors. It is the result of daily work and provides a historical perspective to view new situations and events [1]. In software engineering, reusing life cycle experience, processes and products for software development is often referred to as having an Experience Factory (EF), where experience is collected from software development projects, and is packaged and stored in an experience base [2]. According to Komi-Sirviö [3], EF also uses Knowledge Management (KM) principles. In EF, knowledge and experience of knowledge workers, e.g. project

managers or developers, are systematically collected and packaged in such a way that they can be reused in subsequent software production projects.

Likewise, Mexican software development Small and Medium Enterprises (SMEs) have invested in improving their software processes by applying NMX-I-059-NYCE-2005 Standard. This standard is suited for Mexican software development and maintenance SMEs. Its processes were defined through the rearrangement, summary, and compilation of internationally recognized practices, models and standards such as CMMI, ISO 9000, ISO/IEC 12207, ISO/IEC 15504, ISO 10006 [4] and complements the current Mexican standards NMX-I-006-NYCE and NMX-I-045-NYCE. W24 of ISO/IEC JTC1 SC7 decided to take NMX-I-059/03-NYCE-2005 as a basis to develop their life cycle profiles. They realized that software development SMEs around the world, even in Europe and the USA, have the same needs as Mexican software development and maintenance SMEs [5].

The main contribution of part 03 of NMX-I-059-NYCE-2005 is its systematic approach, as it establishes relationships among processes, products and roles. The standard identifies a knowledge base as a repository for 70 work products, software configuration, technological knowledge and Lessons Learned (LL) for its 9 processes. These features speed up the model implementation and reduce the cost of it [5]. Now, the challenge is to improve the software process maturity level of Mexican SMEs through NMX-I-059-NYCE-2005 Standard adoption. Sparrow [6] specified that SMEs must see their processes in knowledge terms, and see KM as a concept with implications in their current processes and infrastructure. Hence, we believe that it is important to work on how to establish strategies for KM tailored to the knowledge needs of Mexican software development SMEs which provide support to the key principles of KM-based SPI programs; while helping them improve their required processes (top management, management and operation) and technical infrastructure.

This paper is organized as follows. Section 2 introduces the key elements of EF. Section 3 presents a model for EF infrastructure based on knowledge flows. Additionally, the three levels of EF infrastructure and their relationship with other knowledge models and the activities defined in the Mexican standard are shown and analyzed. Finally, conclusions and future work are shown in section 4.

Experience Factory Model

Basili and McGarry specified that the Experience Factory (EF) has two elements: a defined process for experience reuse (the Quality Improvement Paradigm process) and an infrastructure for the experience reuse (the EF Infrastructure) [2]. QIP is an overriding experimental paradigm that combines the evolutionary and revolutionary experimental aspects of the scientific method, tailored to the study of improvement programs for software processes. QIP comprises a total of six guiding steps for improvement actions [7].

- 1) Characterize and understand context (environment),

- 2) Set the quantifiable goals for successful project performance and improvement,
- 3) Choose the appropriate process model and supporting methods and tools for this project,
- 4) Execute the processes, construct the products, collect and validate the prescribed data, and analyze them to provide real-time feedback for corrective action,
- 5) Analyze the data to evaluate the current practices, record findings, and make recommendations for future project improvements, and
- 6) Package and store experience.

QIP is grounded on the idea that each project provides an opportunity for an organization to learn about its processes, its products and related quality aspects, and to build and refine models for these objects [3]. QIP process is not a part of the infrastructure [8]. The EF represents an organizational structure that supports QIP's activities by providing an infrastructure for learning through the accumulation of experience, the building of experience models in an experience base, and the use of this new knowledge and understanding in current and future project developments [9]. EF Infrastructure contains three entities [2, 8].

- *Project Organization*, whose goal is to produce and maintain software, provides the EF with product development and environment characteristics, data, and a diversity of models (resources, quality, product, process) currently used by the projects in order to deliver their capabilities [9].
- *Experience Organization* captures and packages the experiences generated by *project organization* and delivers packaged experiences and recommendations to the project manager. The learning organization takes a bottom-up approach. This organization focuses on supporting projects, analyses and synthesizes all kinds of experience, supplies the experience to various projects on demand, and acts as a repository for those experiences.
- *Support Organization* is responsible for experience management from the information technology point of view.

Project Organization and Experience Organization have different focuses and priorities. Support organization does not directly participate in the QIP processes [8]. This organization sustains and facilitates communication by taking care of interactions between developers and analysts, saving and maintaining the information, making it efficiently retrievable, and controlling and monitoring the access to it.

Experience Factory Infrastructure through Knowledge Flows Modeling

The content of the software production process may influence the quality of delivered products and other issues necessary for competitiveness and success in software

development organizations. Additionally, it is important to emphasize that process improvement is an integral responsibility of software process management. Therefore, it could be useful to understand which types of knowledge are necessary for software project managers, which knowledge sources they use and share, how they obtain that knowledge, which mechanics they use to consult the sources, and how all of these interact in an SPI program [10].

NMX-I-059-NYCE-2005 standard's Infrastructure Elements

In part 01 of NMX-I-059-NYCE-2005 Standard, process structure is presented by means of a Unified Modeling Language (UML) package diagram [11]. In this document we use SPEM package diagrams (Figure 1). SPEM is a UML based metamodel which has been specifically designed for software process modeling, with a focus upon the identification and analysis of knowledge flows [10]. Figure 1 illustrates the structure of a typical SME, by grouping related activities in three categories. SMEs have a top management group which makes decisions about the direction of the business. Also, it has a middle management group which is responsible for project and resource procurement and control. Finally, there exists an operation group which develops projects using assigned resources. The members of those groups recognize their responsibilities through assigned roles.

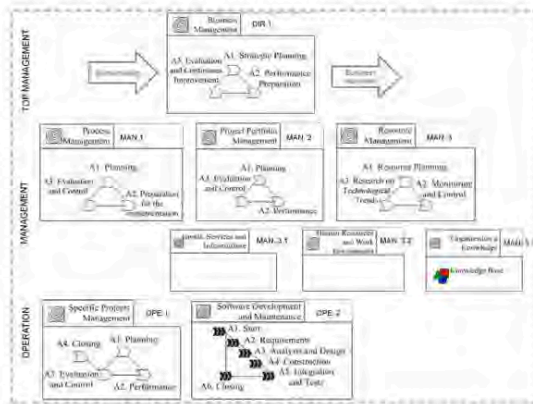


Fig. 1. NMX-I-059-NYCE-2005 Standard's Process Structure modeled with SPEM.

Each process has defined base practices (denoted by the letter A plus a number), associating them to the process goals, products (PT), document's verifications and validations, infrastructure, measurements, as well as the roles involved in the process and their required training. Here, the term infrastructure is defined as a set of elements or services deemed necessary for the creation and operation of an SME [11].

The process improvement is explicitly included in the model through the process management process (GPR) [5]. The purpose of this process is to establish the organization processes based on the nine required processes identified in the strategic plan (work product of DIR.1), as well as defining, planning, implementing, evaluating and controlling the corresponding improvement activities (Table 1).

Table 1 General description for the process management process (GPR).

ID	Role	Product	Capability level
GPR.A1.Planning			
GPR.A1.PT1	Responsible for Process Management	Processes Plan	1
GPR.A1.PT2	Responsible for Process Management	Verify the Processes Plan	2
GPR.A1.PT3	Responsible for Business Management	Validate the Processes Plan	2
GPR.A2.Preparation for the implementation			
GPR.A2.PT1	Responsible for Process Management	Process Documentation	1,3
GPR.A2.PT2	Responsible for Process Management	Verify Process Documentation	2
GPR.A3.Evaluation and Control			
GPR.A3.PT1		Measurement and Improvement	3,4
GPR.A3.PT2	Responsible for Process Management	Suggestions Report	3
GPR.A3.PT3		Lessons Learned	3
GPR.A3.PT4		Processes	3
GPR.A3.PT5	Responsible for Process Management	Measurement Plan	3
GPR.A3.PT6		Quantitative and Qualitative Report	3
GPR.A3.PT7		Actions Plan	3
GPR.A3.PT8		Improvement Plan	3
GPR.A3.PT9	Assessor	Evaluation Report	3

In addition, the Mexican standard suggests storing organizational knowledge, e.g., products, LL and work experiences, in a knowledge base; facilitating SMEs to learn from their accumulated knowledge [11]. This would help decrease reworking, as well as reduce the appearance of recurring problems [12]. Small-scale SPI activity is especially important for SMEs which aim to achieve a state of continuous improvement. Such state

implies that SPI activity is a part of day-to-day operation. Also, a good infrastructure can support the SPI activities, sustain them until they start producing visible results and keep them alive even through periods of tension in the SME [8].

The importance of SPI implementation demands that it be recognized as a complex process [13] in its own right and that SMEs should determine their SPI implementation maturity through an organized set of activities. The identification of only what activities to implement is not sufficient and that knowledge of how to implement is also required for successful implementation of SPI programs.

In this context, we present, through an extended SPEM [10], one high-level organizational view of the EF Infrastructure defined by Basili et al. [9]. This extended SPEM can be useful in the analysis of how knowledge flows and resources of information are involved in the six steps of the QIP process.

EF Infrastructure, KM and SPI

Process modeling is an essential step for better understanding and continuous improvement of an organization. Figure 2 shows a diagram where the six steps of QIP are arranged in three levels of EF infrastructure: Plan, Develop and Learn. According to this view, the software development organization must plan for a project (steps 1, 2, 3), develop it (step 4), and then the *Experience Organization* learns from the experience (steps 4, 5). At the end of each project, gained experience is packaged and stored (step 6), so it may be reused in future projects [2].

These three levels were related with practices of SPI initiatives based on NMX-I-059-NYCE-2005 Standard. Oktaba et al., [12] conducted a systemic survey on SPI. They found that most SPI initiatives (71%) deal with guidance of an improvement project, prioritizing improvements implementation and using current improvement models. In addition, use of KM in SPI initiatives accounted for 11% of the cases. Capote et al., [14] state the necessity of a management mechanism that eases capture and use of valuable experiences during the performance of improvement cycles, leaving decisions to the responsible for SPI programs.

For this reason, we are interested in analyzing how the three levels of EF infrastructure can be accompanied by KM models, specifically Choo's model [15], knowledge creation and transfer process or SECI model [16], and the Weber et al. [17] five LL processes. Choo's model considers knowledge flows as a framework of the knowing organization, which postulates that learning and innovation in organizations result from managing, holistically, the activities of sensemaking, knowledge creation and decision making [15]. SECI model implies a more mechanistic approach to knowledge categorization and focuses on a process perspective. Besides, LL process typically target decision making or execution processes and define how to use tacit knowledge in an organization's activities, capturing the knowledge from employees whose knowledge might be lost if they leave the organization, shift projects, retire or otherwise become unavailable [17].

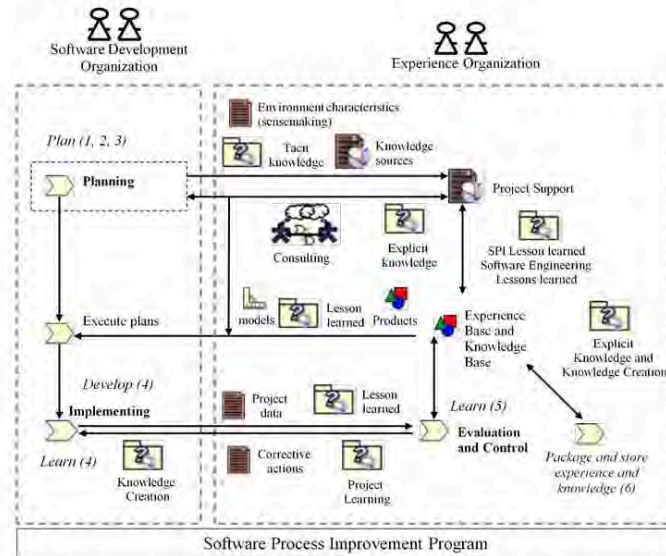


Fig. 2. Experience Factory infrastructure model in the context of Knowledge Flows.

The association of the EF infrastructure elements, KM models [15, 16] and LL processes [17] is explained through the six steps of QIP (Table 2). Next, we describe this association with some activities defined by NMX-I-059-NYCE-2005 Standard.

Table 2 Relationship between QIP steps with other models and approaches.

QIP steps	Choo's model	SECI model	Lessons Learned processes
<i>Plan</i>			
1. Characterize and understand	Sensemaking	Internalization	Reuse
2. Set goals	Decision making	Socialization	Collect
3. Choose processes	Decision making	Socialization	Collect
<i>Develop/Learn</i>			
4. Execute process	Knowledge Creation	Externalization	Verify and store
<i>Learn</i>			
5. Analyze results	Decision making	Socialization	Collect

	Knowledge Creation	Externalization Combination	Verify and Store Disseminate
6. Package and store experience	Knowledge Creation	Externalization Combination	Verify and Store Disseminate

The purpose of the first step is to establish a baseline, based on past experience (episodic and tacit knowledge), for any further actions by gathering knowledge of a project and its environment with respect to available process/product/quality models, data, intuition, etc. [8]. The knowledge sources can be people, support tools, documents and internal products developed by the software organization [10]. Meanings and information that shape the SMEs' purposes and frame the perception of problems or opportunities that the organization needs to work on, are obtained through an internalization process, thus enabling the reuse of LL. In the *Set goal* step, the goals are set for successful project performance and improvement. Decision situations in an organization can therefore be defined by goal clarity and procedural certainty [15]. To support this step, a decision making tool might be used to decide which techniques need to be adopted and/or refined [8]. The third step, *Choose processes, methods, techniques and tools*, describes models needed by a project for the goals that have been set. Decision making of steps 2 and 3 is based on the socialization process, facilitating members to share or collect their knowledge or LL. This level comprises the planning activities required by the Mexican standard.

In the second level, the *Execute process* phase consists of implementing the plans, collecting and validating the measurement data, and providing feedback to the project. Here, the lessons must be verified and then stored as verified LL by experts. These lessons translate the tacit knowledge into comprehensible forms (externalization process). Also, the operations are executed on a project level within the support organization. The projects execute the processes to construct the work products. Concurrently, data of resources, processes and products is being collected, validated and *Analyzed* in order to measure the achievement of the goals. Information (e.g. problems, findings and recommendations), is then fed back to the roles for corrective action [2]. In this third level, information can be used for better prediction and control and to motivate future improvements and combine new explicit knowledge in the software development SME. The new knowledge generated, in its turn, allows the organization to develop new abilities and capabilities, create new products and new services, improve the existing ones and redesign its organizational processes.

In the Mexican standard, some practices related to identifying and documenting LL for 6 processes, including GPR, are required to reach capability level 2. However, the definition of LL and its elements (best practices, concurrent problems and successful experiences) is found only after reviewing the details for capability level 3 (Table 1). In addition, the standard lacks support for documenting the contents of the knowledge base, i.e. templates, guidelines and knowledge flows.

In the sixth and final step, experiences are *Packaged and Stored* in the experience base. It should be noted that if the QIP cycle is used for improving processes through

experimenting with new procedures, methods or tools, it may require several cycle iterations and projects before there is sufficient information for packaging the experiences [8]. The types of experience packaged cover models for prediction (such as effort, error, and cycle time models), product models, process definitions, method and technique evaluations, quality models, products themselves, lessons learned and tailoring guidelines [2]. This step is related with the purpose of Organization's knowledge process of the NMX-I-059-NYCE-2005 (MAN 3.3). This process is responsible for making available and managing the knowledge base that contains the information and products generated by the organization.

Conclusions

The primary objective of knowledge flow is to enable the transfer of capability and expertise from where they reside to where they are needed. We presented an EF Infrastructure model in the context of Knowledge Flows that takes into account the models proposed by Nonaka and Takeuchi, Choo, and the Weber's LL processes. The EF Infrastructure model helps us visualize a way in which the base practices defined in NMX-I-059-NYCE-2005 Standard might be implemented. We identified that GPR at capability level 1, can be mapped up to the 4th step of the QIP process from the first iteration of the SPI cycle. LL could be generated from this point, and then packaged and stored in the knowledge base, which means that higher-level base practices may be reached at the earlier stages of the implementation of a SPI project based on this standard. An empirical study integrating all the elements on this infrastructure is being carried out in a real Mexican software development SME, which purpose is to validate this proposal.

References

1. Davenport, T. H., Prusak, L.: *Working Knowledge: How Organizations Manage what they know*, Harvard Business School Press, Boston, MA, USA, (1998)
2. Basili, V. and McGarry, F.: *The Experience Factory: How to Build and Run one*. 20th International Conference on Software Engineering (ICSE 98), Kyoto, Japan, (1998)
3. Komi-Sirviö, S., *Development and Evaluation of Software Process Improvement Methods*, University of Oulu (2004)
4. Flores-Rios, B. L., Rodríguez-Elias, O. and Olguín-Espinoza, M.: *Comparative Analysis of the ISO 10006:2003 against other Standards and Guidelines related to Software Project Management*. *Research in Computing Science (RCS)*, *Advances in Computer Science and Applications*, Vol. 43, pp. 55 - 67, México, (2009)
5. Oktaba, H. and Vázquez, A.: *MoProSoft ®: A Software Process Model for Small Enterprises*, In: *Software Process Improvement for Small and Medium Enterprises: techniques and case studies*, pp. 170-176, USA, (2008)

6. Sparrow, J.: Knowledge Management in Small Firms, *Knowledge and Process Management*, Vol. 8, pp 3-16, (2001)
7. Basili, V.: The maturing of the Quality Improvement Paradigm in the SEL. Nokia Research Centre: Software Engineering Workshops, Helsinki, Finland (1994)
8. Kinnula, A.: Software Process Engineering Systems: models and industry cases, University of Oulu, Finland (2001)
9. Basili, V. R., Zelkowitz, M., McGarry, F.: SEL's Software Process-Improvement Program, *IEEE Software*, Vol. 12, no. 6 (1995)
10. Rodríguez-Eliás, O. M., Vizcaino, A., Martínez García, A. I., Favelá, J., Piattini, M.: Studying Knowledge Flows in Software Processes, *Software Engineering and Development*, Nova Publishers, pp. 37- 68, (2009)
11. NMX. 2005. NMX-059-NYCE-2005 Information Technology-Software-Models of Processes and Assessment for Software Development and Maintenance. Mexico, (2005)
12. Oktaba, H., Piattini, M., Pino, F., Orozco, M. y Alquieira, C.: *COMPETISOFT, Mejora de Procesos Software para Pequeñas y Medianas Empresas y Proyectos*. Ra-Ma. España, (2008)
13. Niazi, M., Wilson, D. and Zowghi, D. A.: A maturity model for the implementation of software process improvement: an empirical study, *The Journal of Systems and Software*, (2003)
14. Capote, J., Llantén Astaiza, C. J., Pardo Calvache, C. J., González Ramírez, A. de J. y Collazos, C. A.: Gestión del Conocimiento como apoyo para la mejora de procesos software en las micro, pequeñas y medianas empresas, *Revista Ingeniería e Investigación*, 28 (1), pp. 137-145, (2008)
15. Choo, C. W. and Johnston, R.: Innovation in the knowing organization: a case study of an e-commerce initiative. *Journal of Knowledge Management*, 8 (6), pp. 77-92, (2004)
16. Nonaka, I. and Takeuchi, H.: *The knowledge-creation company: How Japanese companies create the dynamics of innovation*. Oxford University Press. New York, N. Y., (1995)
17. Weber, R., Aha, D. W. Muñoz-Ávila, H. and Breslow, L. A.: Active Delivery for Lessons Learned Systems, 5th European Workshop, EWCBR2K, pp. 322-334, Trento, Italy, (2000)



 **Alfaomega Grupo Editor**

ANEXO C. PUBLICACIONES

A lo largo del trabajo doctoral se generaron varios productos académicos que permitieron mostrar los avances de la investigación. Tomando en cuenta que los estudios de doctorado se realizaron en 4.5 años, se han empezado a citar algunas de las publicaciones. El listado se muestra a continuación:

Revistas Arbitradas e Indexadas

1. **Flores-Ríos, Brenda L.**; Rodríguez-Elias, Oscar M.; Olgún-Espinoza, Martín, (2009), "*Comparative Analysis of the ISO 10006 to other Standards and Guidelines related to Software Project Management*", Research in Computing Science: Advances in Computer Science and Artificial Intelligence. Instituto Politécnico Nacional. Vol. 43. Pp. 55-67. ISSN: 1870-4069. Indexada en DBLP, LatIndex y Periodica.
2. **Flores Ríos, B. L.**, Astorga Vargas, M. A., Rodríguez-Elias, O. M., Ibarra Esquer, J., Andrade M. D. C. (2014), "*Interpretación de los Requisitos Establecidos en las Normas Mexicanas para la Implantación de Procesos de Software y Evaluación de la Capacidad bajo un Enfoque de Gestión de Conocimiento*". Revista Facultad de Ingeniería Antioquia. ISSN: 0120-6230. Indexada en Scopus, Latindex, PERIODICA, ISI Web of Science Thomson Scientific. Factor de impacto al 2012: 0.062 (*Aceptado para su publicación*).

Registro Derecho de Autor

3. **Flores Ríos, Brenda L.**; Pino Correa, Francisco; Rodríguez Elías, Oscar (2013). "*Análisis de Flujos de conocimiento en entidades proceso software*". Instituto Nacional de Derecho de autor. Número de Registro: 03-2013-110110433400-01. México.

Memorias en Congreso Internacional Arbitrado

4. **Flores Ríos, Brenda L.**, Rodríguez-Elías, Oscar M., Pino, F. J., "*Administración del Producto de Trabajo como Gestión de Conocimiento explícito de conformidad con el estándar ISO/IEC 15504*". Congreso Internacional de Investigación e Innovación en Ingeniería de Software (CONISOFT 2013). México. Pp. 29-36.
5. **Flores Ríos, Brenda L.**, Rodríguez-Elías, Oscar M., Pino, F. J., (2011), "*Research on CMM-based Knowledge Management Maturity Models*", En: 4to. Congreso Internacional en Ciencias Computacionales (CICOMP 2011). ISBN: 978-607-6070376. Pp. 145-152.
6. **Flores Ríos, Brenda L.**, Gastélum Ramírez, Sandra L., Rodríguez-Elias, Oscar M., (2010), "*Modeling Knowledge Flows in Software Projects Management Processes*", En: International Conference on Knowledge Management and Information Sharing (KMIS): 2nd International Joint Conference on Knowledge Discovery, Knowledge Engineering, and Knowledge Management, SciTe Press, Spain, Pp. 213-217, ISBN: 978-989-8425-30-0.
7. **Flores Ríos, Brenda L.**, Rodríguez Elías, Oscar M. , (2010), "*Experience Factory Infrastructure as a basis for Knowledge Management in a Software Process Improvement Program*", En: Aguilar Vera et al. (Eds.), Ingeniería de Software e Ingeniería del Conocimiento: Tendencias de Investigación e Innovación Tecnológica en Iberoamérica,

Memorias de las Jornadas Iberoamericanas de Ingeniería de Software e Ingeniería del Conocimiento (JIISIC), México, Alfaomega, Pp. 174-183. ISBN: 978-607- 707-096-2.

Memorias en Congreso Nacional Arbitrado

8. **Flores Ríos, Brenda L.**; Rodríguez-Elías, Oscar M., (2009), "*Interpretación de la Gestión de Proyectos de Software desde un enfoque de la Gestión del Conocimiento*", In: Proc. of the XXII Congreso Nacional y VIII Congreso Internacional de Informática y Computación (ANIEI 2009), México, ISBN: 978-607-7854-36-4.

Seminario doctoral en Congresos

9. **Flores Ríos, B. L.**, Rodríguez-Elías, Oscar M., Pino, F. J., "*Evolution Model for knowledge Management in a software process improvement project*". Doctoral seminar. 4th International Workshop on Knowledge Discovery, Knowledge Management and Decision Support (EUREKA 2013). México.
10. **Flores Ríos, Brenda L.**, Rodríguez Elías, Oscar M., (2010), "*Gestión del Conocimiento como Estrategia para la Implantación de un Programa de Mejora de Procesos de Software*", En: J. Reyes Juárez Ramírez, Hanna Oktaba, Ma. Guadalupe Ibargüengoitia, Adriana Cárdenas Martínez (Eds.), Coloquio Nacional de Investigación en Ingeniería del Software y Vinculación Academia-Industria (CONIIS 2010), México, 51- 54 p. ISBN: 978-607-7753-65-0.
11. **Flores Ríos, Brenda L.**; Rodríguez-Elías, Oscar M., (2010), "*Modelado de Flujos de conocimiento con SPEM-KF para los procesos de la NMX-I-059-NYCE-2005*", En: Memorias del 2do Congreso Nacional de Estudiantes de Posgrado del Instituto de Ingeniería, Mexicali, B.C., México. ISBN 978-607-7753-90-2.
12. **Flores Ríos, Brenda L.**; Rodríguez-Elías, Oscar M., (2009), "*Gestión del conocimiento y su adaptación a un programa de mejora de procesos de software*", En: Memorias del Congreso Nacional de Estudiantes de Posgrado del Instituto de Ingeniería de la UABC, Mexicali, B.C., México. ISBN: 978-607-7753-33-9.

CITAS A TRABAJOS

• **Publicación 6** Citado por:

1. Lopez Lopez, J. E., and Garay Cifuentes, A. P. (2012). **Software process improvement as an organizational self-production process**. In Informatica (CLEI), 2012 XXXVIII Conferencia Latinoamericana En (pp. 1-10). IEEE. Doi: 10.1109/CLEI.2012.6427183

• **Publicación 7** Citado por:

1. Moreira da Costa, T. (2012). **Melhoria Contínua de Processo de Software utilizando a Teoria das Restrições**. Programa de Pós-graduação em Engenharia de Sistemas e Computação. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Brasil.

• **Publicaciones 1, 6, 7, 8, 10, 12** Citado por:

1. Juárez-Ramírez, R., Verdín, K. C., de la Torre, B. A. T., Oktaba, H., Fernández-y-Fernández, C. A., Flores Ríos, B. L., & Molina, F. A. (2013). **Estado Actual de la Práctica de la Ingeniería de Software en México**. arXiv preprint arXiv:1310.6686.