



CONISOFT 2013

Xalapa, Veracruz

2 al 4 de Octubre

Tendencias de la Práctica de la Ingeniería de Software en México en el Ámbito Académico

Congreso Internacional de Investigación e Innovación en Ingeniería de Software 2013, CONISOFT'13



Universidad Autónoma de Baja California.
Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería

Editores :

Reyes Juárez Ramírez,
María Karen Cortés Verdín,
Lizbeth Alejandra Hernández González,
Alma Rosa García Gaona,
María de los Ángeles Arenas Valdés,
Hanna Jadwiga Oktaba,
Guadalupe Elena Ibarguengoitia González,
Guillermo Licea Sandoval.

ISBN 978-0-615-89523-9
9 0000 >



9 780615 895239

Congreso Internacional de Investigación e
Innovación en Ingeniería de Software
(1er.: 2013; Xalapa, Veracruz, México).
Memorias del Congreso Internacional de Investigación
e Innovación en Ingeniería de Software (CONISOFT'13) [recurso electrónico] / Reyes Juárez
Ramírez, María Karen Cortés Verdín, Lizbeth Alejandra Hernández González, Alma Rosa García
Gaona, María de los Ángeles Arenas Valdés, Hanna Jadwiga Oktaba, Guadalupe Elena
Ibargüengoitia González, Guillermo Licea Sandoval, eds.
Tijuana, Baja California: Universidad Autónoma de Baja California, 2013.
1 disco compacto.; 4 ¼ plg.
ISBN 978-0-615-89523-9

D.R. ©2013 Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, UABC

Ingeniería en Computación,
Universidad Autónoma de Baja California
Calzada Universidad 14418,
Parque Industrial Internacional Tijuana,
Tijuana, Baja California, México
C.P. 22390

ISBN 978-0-615-89523-9

CONTENIDO

Congreso Internacional de Investigación e Innovación en Ingeniería de Software 2013

CONISOFT' 13

Prólogo	vi
Agradecimientos	viii
Comité Organizador	ix
Comité Organizador Local	ix
Comité Técnico	x
Modelo de Procesos	
Estado actual de la práctica de la ingeniería de software en México	3
<i>Reyes Juárez-Ramírez, Karen Cortés Verdín, Beatriz Angélica Toscano de la Torre, Hanna Oktaba, Carlos Alberto Fernández y Fernández, Brenda Leticia Flores Ríos, Fabiola Angulo Molina</i>	
Panel de expertos: Vinculación Academia Industria en Ingeniería de Software	15
<i>Alma Rosa García-Gaona, Karen Cortés-Verdín, Ángeles Arenas-Valdés, Lizbeth Hernández-González</i>	
Modelo MoProSoft, una Adaptación de la Categoría Operación, Proceso Desarrollo y Mantenimiento de Software en “Especificación de Requerimientos” al Proceso de Desarrollo de Software Embebido, Caso de Estudio: NI cRIO-9074 de National Instrument para Proyecto Final Vision System de Flextronics Manufacturing	20
<i>Vianney Sotelo Mauries, Francisco J. Álvarez Rodríguez, Juan M. Mora Tavarez, Guillermo Ramírez Prado, Pablo Espinosa Lepe</i>	

Administración del Producto de Trabajo como Gestión de Conocimiento Explícito de conformidad con el estándar ISO/IEC 15504-5	29
<i>Brenda L. Flores Rios, Oscar Mario Rodríguez-Elias, Francisco J. Pino</i>	

Métodos y Herramientas

Análisis comparativo de marcos de trabajo para el desarrollo de aplicaciones enriquecidas multi-dispositivo en el ámbito educativo.	39
<i>Humberto Marín Vega, Raquel Vásquez Ramírez, Giner Alor Hernández.</i>	
Entorno Computacional Basado en KUALI-BEH para Apoyar a Organizaciones en el Desarrollo de Software	47
<i>José Luis Urrutia Velázquez, Rodrigo Alberto Barrera Hernández, Clemente Eraim Rúiz Sánchez, Hanna Oktaba, Miguel Ehécatl Morales Trujillo</i>	
Método sistemático para el registro efectivo de métricas de esfuerzo en proyectos de desarrollo de software	53
<i>Martínez López Fernando José, Gutiérrez Torres Luis Germán</i>	

Tópicos de ingeniería de software

Identification and Formalization of Software Project Common Concepts: KUALI- BEH	61
<i>Miguel Ehécatl Morales-Trujillo, Hanna Oktaba</i>	
Proceso para la Generación Automática de Aplicaciones de Realidad Aumentada para Dispositivos Móviles	68
<i>Liliana León Banda, Ignacio López Martínez</i>	
Hacia la Identificación de Elementos para la Construcción de Guías de Diseño para Interfaces de Aplicaciones Sociales Móviles	75
<i>Huizilopoztli Luna García, Ricardo Mendoza González, Miguel Vargas Martín, Jaime Muñoz Arteaga, Francisco J. Álvarez Rodríguez Laura C. Rodríguez Martínez</i>	

Arquitecturas de software

Arquitectura de Software para el Entorno Computacional de KUALI-BEH utilizando los Métodos del Software Engineering Institute (SEI)	85
<i>Alberto Iván Tapia Durán, María Guadalupe Elena Ibargüengoitia González</i>	
Aplicación de Patrones de Diseño de Software en los Algoritmos Culturales	94
<i>Alfonso Recio Hernández, Jaime Muñoz Arteaga, Julio Cesar Ponce Gallegos</i>	

Modelo de arquitectura basado en cloud para e-learning <i>Lourdes Hernández R., Alma R. García G., Francisco Alvarez</i>	103
Propuesta de integración para el consumo de múltiples datasets de Linked Data <i>Karina Romero Hernández, Cristian A. Rodríguez Enríquez, Giner Alor Hernández</i>	108
Definición de los parámetros que apoyen al proceso de reconstrucción de la arquitectura de Frameworks para desarrollo Web Free/Libre y Open Source <i>Jorge Octavio Ocharán-Hernández, José Rafael Rojano-Cáceres, Alma Rosa García Gaona, Francisco Javier Álvarez-Rodríguez</i>	116

Metodologías de desarrollo

Modelado de un Sistema Multi-agentes para Cadenas de Suministro Constante. Usando la Metodología INGENIAS. <i>Erik Hernández Luna, Carlos Pérez Corona, Blanca Estela Pedroza Méndez</i>	125
Aplicación de Matriz Altshuller en Sistemas de Software para generar mejoras creativas. <i>Carlos Javier Valdez Pérez, Alberto Méndez Torreblanca, Héctor Adolfo Andrade Gómez, Guillermo Cortes Robles</i>	132
Estudio de Mapeo Sistematizado sobre la Estimación de Valor del Producto Software <i>Rubén Garay-Hernández, Angelina Espinoza, Alfonso Martínez-Martínez, Luis Castro-Careaga</i>	138
SCRUM en el Desarrollo de Base de Datos para la automatización de documentos de procedimientos de calidad. <i>Cervantes Suárez Emilio, González Meneses Yesenia Nohemí, Pérez Corona Carlos, José Juan Hernández Mora, Pedroza Méndez Blanca Estela, Sánchez Flores Violeta</i>	146
Diseño e implementación de un sistema para una empresa fabricante de filtros de papel, con Scrum. <i>Lucila Gutiérrez Gómez, José Juan Hernández Mora, Yesenia N. González Meneses, María Guadalupe Medina Barrera, J. Federico Ramírez Cruz, Israel Méndez Martínez</i>	154
Propuesta metodológica para la reingeniería de software orientada a aspectos <i>Isabel Espinoza-Espinoza., Ulises Juárez-Martínez.</i>	162

Administración del Producto de Trabajo como Gestión de Conocimiento Explícito de conformidad con el estándar ISO/IEC 15504-5

Brenda L. Flores Rios¹, Oscar Mario Rodríguez-Elias², Francisco J. Pino³

¹ Instituto de Ingeniería, Universidad Autónoma de Baja California, México

² División de Estudios de Posgrado e Investigación, Instituto Tecnológico de Hermosillo, México

³ Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones, Universidad del Cauca, Colombia

¹brenda.flores@uabc.edu.mx ²omrodriguez@ith.mx ³ffpino@unicauca.edu.co

Resumen

Este artículo propone utilizar el atributo de administración del producto de trabajo del nivel 2 de capacidad según la norma ISO/IEC 15504, como una estrategia para crear y transferir conocimiento explícito y apoyar así a los responsables de procesos en identificar, revisar y documentar los indicadores de capacidad involucrados en un proyecto de mejora de procesos de software. Para esto, se hace uso de un enfoque de modelado de procesos que permite esquematizar las prácticas genéricas, recursos genéricos y productos de trabajo genéricos como conceptos de conocimiento y analizar la forma en la cual éstos apoyan el flujo de conocimiento explícito para alcanzar el logro de dicho atributo.

1. Introducción

El propósito principal del modelado de procesos de software es el de guiar, gestionar y controlar las actividades del proceso [1], permitiendo así evaluar la complejidad estructural y dinámica de los procesos. SPEM (acrónimo en inglés para *Software Process Engineering Metamodel*) es un estándar definido por *Object Management Group* (OMG) que permite modelar procesos de software y determinar un marco de trabajo para documentar, presentar, publicar, gestionar, intercambiar y realizar métodos y procesos de software así como sus componentes [2].

Un modelo de proceso en SPEM se define como un conjunto de elementos de trabajo utilizando como base la colaboración entre las actividades, los roles involucrados y los Productos de Trabajo (PT), que se usan o producen (Figura 1). Un PT es un artefacto asociado con la ejecución de un proceso, por consiguiente su naturaleza debe variar dependiendo del

propósito del proceso. Algunos PT pueden ser parte de otro PT que se entrega [3].

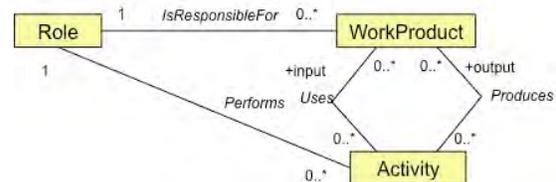


Figura 1. Modelo conceptual de los elementos básicos de SPEM [2]

Con la notación propuesta por SPEM para generar diagramas de caso de uso, clases, paquetes, secuencia, estados y actividad (DA) se podrían identificar algunos aspectos relacionados al flujo de conocimiento [4]. Por ejemplo, los DA muestran el flujo de los PT que son usados, modificados o generados en las actividades. Esta técnica fue utilizada en los modelos de referencia de procesos MoProSoft [5], COMPETISOFT [6] y CMMI (por sus siglas de *Capability Maturity Model Integration*) para identificar con detalle las actividades, su flujo, los roles y los PT involucrados. De manera general, los diagramas representados bajo la simbología de SPEM de los 3 modelos de referencia mencionados, no proveen elementos para representar de forma explícita el conocimiento involucrado en las actividades desde la perspectiva de flujos de conocimiento [4, 7, 8].

Partiendo de esta carencia, consideramos oportuno utilizar 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 mejora de procesos de software. Los modelos apoyarían en el análisis del flujo o nivel de conocimiento [7] que caracterizan a los activos tangibles, representados por los PT y los

activos de conocimiento (al referirse a lecciones aprendidas, buenas y mejores prácticas, experiencias que agregan valor al proceso, etc.) para los niveles 1 y 2 de capacidad de procesos según la norma ISO/IEC 15504-5 [9].

Si bien, la adopción de modelos y estándares para la mejora, referencia y evaluación de procesos de software a nivel mundial representa un importante desafío de implantación para las pequeñas y medianas organizaciones [10], también se ha observado de la existencia, adecuación y/o generación de PT directos como parte una cultura de gestión de documentos o de un servicio de consultoría. Las personas que desempeñan los roles y ejecutan los procesos consideran que si generan los PT, dan cumplimiento de la realización del propósito de las Prácticas Base (PB) definidas en un modelo de referencia de procesos [9], acotan algunos riesgos inherentes a una evaluación y reducen sus debilidades al definir plantillas para los PT que hagan constatar los resultados del proceso. Sin embargo, en el proceso de verificación, los evaluadores deben de verificar que los roles conocen y comprenden el propósito del proceso, y realizan las actividades necesarias para las PB. Los PT que resulten de realizar las PB, junto con los PT de entrada son evidencia complementaria de la realización y desempeño del proceso. Pero el nivel 2 de capacidad del ISO/IEC 15504, denominado proceso administrado implica que cualquier proceso debe ser planeado, supervisado y adaptado para cumplir con los objetivos del proceso y producir PT que se identifican, documentan y controlan adecuadamente [9]. Estas técnicas básicas corresponden al Atributo de Proceso (AP) 2.2 atributo de administración del PT definido en el ISO/IEC 15504-5 [9].

Dado a la iniciativa de integrar actividades y estrategias de Gestión del Conocimiento (GC) dentro de un proyecto de mejora de procesos de software [11], se generó un marco de trabajo para analizar el tipo y flujo de conocimiento y sus mecanismos que permitan capturar, crear, identificar, representar, recuperar y transferir conocimiento en las organizaciones dedicadas al desarrollo y mantenimiento de software. En este documento sólo se abordará la identificación y el modelado de PT como parte del metamodelo de conceptos de conocimientos. La representación gráfica se realizará utilizando la simbología definida por la extensión SPEM-KF [4, 12] para representar formal y explícitamente los conceptos de conocimiento. En SPEM-KF los tipos y fuentes de conocimiento son considerados como PT que pueden ser usados, generados o modificados durante la ejecución de un proceso [4].

A partir de esto, se pretende responder las siguientes preguntas:

1. ¿Cómo se integran al metamodelo de conceptos de conocimiento los indicadores de capacidad para el AP 2.2 atributo de la administración del producto de trabajo?
2. ¿Se define y relaciona el nivel de conocimiento con los resultados del AP 2.2?
3. ¿Cuál es el conocimiento obtenido o almacenado en un PT que es requerido por un rol para la realización de una actividad y sirve para transmitir o convertir conocimiento explícito?

Dichas interrogantes sirven para identificar los elementos, tipos y fuente de conocimiento involucrados en el análisis de flujos de conocimiento explícito representado por los indicadores de capacidad para la administración de PT en conformidad con el ISO/IEC 15504-5.

El resto del documento se organiza de la siguiente manera en la sección 2 se abordan las características para la administración del PT bajo el ISO/IEC 15504-5. En la sección 3 se presenta el modelado de flujos de conocimiento bajo la simbología SPEM-KF. Posteriormente, en la sección 4 y 5 se modelan los conceptos de conocimientos para el AP 2.2, los cuales se integran a 2 enfoques de análisis de flujo de conocimiento detectados en un proyecto de mejora de procesos. En la sección 6 se exponen las conclusiones de este trabajo.

2. Administración de Productos de Trabajo

ISO/IEC 15504:2006 “Tecnologías de Información: proceso de evaluación” está formada por 5 partes. La parte 5 proporciona, por medio del apéndice B, las características seleccionadas para los PT con el fin de ayudar a los responsables de procesos y al evaluador a evaluar el nivel de capacidad de los procesos [9]. Por otro lado, la parte 2 guía la evaluación del proceso y la aplicación del proceso de evaluación para el mejoramiento y determinación de la capacidad; precisa los requisitos mínimos para realizar una evaluación que asegure un nivel de consistencia y capacidad, y que los resultados de la evaluación sean objetivos, imparciales, repetibles, consistentes y representativos. Específicamente las partes 2 y 3 del ISO/IEC 15504 [13] han servido de base para crear métodos de evaluación de procesos conformes a iniciativas de modelos o estándares regionales relacionados con la mejora de procesos de software para organizaciones de:

- México donde se creó el Método de Evaluación de Procesos para la industria de Software (EvalProSoft) [14] y la NMX-I-15504-NYCE-2010 “Tecnologías de Información: Evaluación de los

procesos” [15] en relación al Modelo de Procesos para la Industria del Software (MoProSoft) contenido en la NMX-I-059-NYCE-2011 [16],

- Brasil con su método de evaluación MA-MPS para su Modelo de referencia MR-MPS [17],
- España y los países de Iberoamérica con el Método METvalCOMPETISOFT para el modelo de mejora COMPETISOFT [6].

Tanto los modelos como los estándares internacionales, relacionados con métodos de evaluación, identifican un marco de trabajo de la medición para la capacidad del proceso, los requisitos para realizar una evaluación, el modelo de referencia de procesos, el modelo de evaluación de procesos y verifican la conformidad de la evaluación del proceso [15, 10]. De estos, el modelo de evaluación proporciona una vista bidireccional donde:

1. la Dimensión del proceso especifica las características de los procesos definidos por el modelo de referencia de procesos; y
2. la Dimensión de la capacidad del proceso es definida por una escala ordinal que representa el incremento de los niveles de capacidad del proceso y sus Atributos de Proceso (AP) asociados. El marco de trabajo de la medición para la capacidad del proceso se basa en el concepto de que los procesos tienen AP comunes [3]. Los AP han sido asignados y definidos para determinar las capacidades y habilidades de un proceso.

La Tabla 1 presenta una descripción del nivel 1 y 2 de capacidad de procesos especificando cómo reconocer el logro de sus AP asignados, haciendo énfasis en la identificación y administración de PT.

Nivel 1: Proceso Realizado – El proceso logra su propósito a través de la realización de acciones necesarias y de la presencia de PT de entrada, de salida y los resultados obtenidos, los cuales en conjunto son evidencia complementaria de que el propósito del proceso se logre.

Nivel 2: Proceso Administrado – La realización del proceso se implementa de manera administrada (se planea, supervisa y ajusta). La administración proactiva del proceso debe dar como resultado PT y/o actividades que se pueden verificar. Los PT están apropiadamente establecidos, controlados y mantenidos para ser liberados en tiempo y bajo planes controlables. Los PT generados están alineados con determinados estándares y requerimientos, y cumplen con ciertas especificaciones puntuales de calidad respetando un cronograma y un plan [10].

La diferencia principal entre el nivel 1 y 2, es que el nivel 1 es el único que contiene AP adicionales para la evaluación del desempeño del proceso con base en: Identificar los PT que son introducidos al proceso (PT de entrada) y producidos por el proceso (PT de salida) que proporcionan evidencia del logro de los resultados del proceso; y Realizar el propósito de las PB. En el nivel 2 la realización del proceso se planea, supervisa y adapta para entregar los PT que cumplan con los requisitos expresados. Sin embargo, en ambos niveles de capacidad se cuenta con un grupo de indicadores de capacidad que especifican el alcance del logro del AP evaluado. Los indicadores del AP (IAP) se relacionan con: 1) las prácticas genéricas (PG) realizadas, 2) los recursos genéricos (RG) utilizados y 3) los PT genéricos (PTG) [9].

Tabla 1. Descripción de los AP para los niveles 1 y 2 de capacidad de procesos [9]

Nivel 1: Proceso Realizado		Descripción del AP: Realización del proceso	
AP 1.1	El atributo de la realización del proceso es una medida del grado de cumplimiento de su propósito. Como resultado del logro total: a) El proceso logra sus resultados definidos		
Nivel 2: Proceso Administrado			
Descripción del AP: Administración de la realización			
AP 2.1	El atributo de la administración de la realización es la medida del grado de administración de la realización del proceso.		
Descripción del AP: Administración del PT			
AP 2.2	El atributo de la administración de PT es una medida del grado de la administración apropiada de los PT resultantes del proceso. Como resultado del logro total: <ul style="list-style-type: none"> a) Se definen los requisitos para los PT del proceso b) Se definen los requisitos para la documentación y control de los PT c) Los PT se identifican, documentan y controlan de manera adecuada d) Los PT se revisan de acuerdo con los arreglos planeados, y se adaptan como sea necesario para cumplir con los requisitos 		
PG	2.2.1 Definir los requisitos para los PT del proceso 2.2.2 Definir los requisitos para la documentación y el control de los PT	2.2.3 Identificar, documentar y controlar apropiadamente los PT 2.2.4 Revisar y ajustar los PT	
PTG	Norma [Logro a]	Plan [Logro b]	Repositorio [Logro c, d] PT [Logro a, b, c, d]

En la Tabla 1 se observan los indicadores 2.2.1 al 2.2.4 correspondientes a las PG para el AP 2.2. Una PG es una actividad que cuando se realiza de manera consistente, contribuye a que se logre un AP. Los requisitos para la documentación y el control de los PT se consideran diferentes de los requisitos para los PT. Se puede contar con varios grados de control de cambio o gestión de la configuración, dependiendo de los aspectos específicos de los PT y/o el proyecto. Los PT de salida se revisan y verifican de acuerdo con los arreglos planeados, y se adaptan como sea necesario para cumplir con los requisitos. El alcance y naturaleza de la revisión dependerá de diversos factores, los cuales se deben de considerar como parte de la planeación de la administración del PT.

Para fines de este documento, en la Tabla 1 sólo se presentaron las PG y los PTG del AP 2.2. Sin embargo, es importante resaltar que para conocer el grado de cumplimiento del AP 2.2 se tomarían en cuenta las PG, los RG y los PTG. Además, los requisitos del PT tienen una influencia significativa sobre los requisitos de la realización del proceso. Esto significa que los AP 2.1 y AP 2.2 son interdependientes [9] y los elementos esenciales del proceso administrado son la administración de su desempeño y el enfoque explícito en la administración de los PT.

En las siguientes secciones, se utilizará el modelado de procesos con el propósito de analizar las fuentes, flujo y conceptos de conocimiento involucrados en la generación y transferencia de conocimiento explícito relacionados directamente con el AP 2.2 administración de PT.

3. Modelado de Flujo de Conocimiento con SPEM-KF

SPEM-KF consiste de un conjunto de elementos de modelado de conceptos de conocimiento (Figura 2) adicionales a los elementos propuestos por la especificación SPEM [4]. Los conceptos de conocimiento fueron incluidos como tipos de PT (*WorkProductKind*) denominados *InvolvedKnowledge* para representar un concepto de conocimiento específico (*KConcept*) o conjuntos de conocimientos (*GroupedKnowledge*) [4]. Por otro lado, *KLevel* indica el nivel de conocimiento que se pueda tener sobre un concepto [4], por ejemplo el nivel de conocimiento que un rol posee sobre un tema en particular. Los niveles de gestión de conocimiento que podrían utilizarse son los definidos para los Modelos de Madurez de Gestión de Conocimiento (KMMM por sus siglas en inglés) basados en CMMI [18].

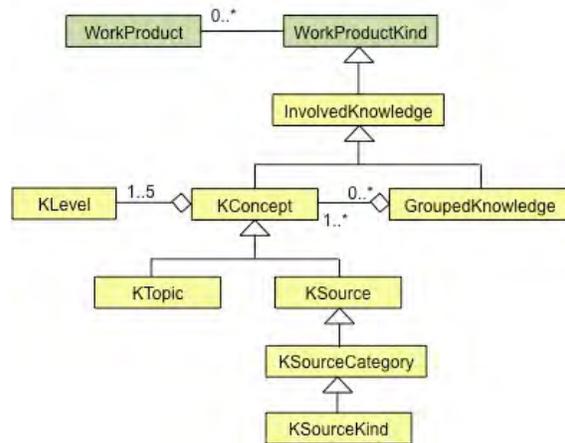


Figura 2. Metamodelo de conceptos de conocimiento como Productos de Trabajo

El propósito de SPEM-KF se centra en [4]:

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 como PT. *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 clasificar las categorías (*KSourceCategory*) y sus tipos (*KSourceKind*);
2. Modelar cómo fluye el conocimiento [7] a través de las actividades o la forma en que las fuentes específicas están siendo usadas o modificadas a lo largo del proceso (*GroupedKnowledge*). *GroupedKnowledge* 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*). Esta relación es usada para representar transferencia de conocimiento entre personas, una persona y un PT [4], por medio de una relación múltiple.

La simbología propuesta para representar los puntos anteriores [4], se muestra en la Figura 3 y son usados en conjunto con los ya definidos por SPEM.

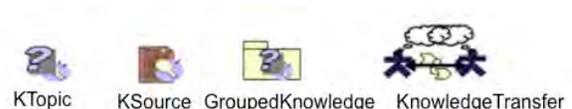


Figura 3. Simbología específica de SPEM-KF para representar conceptos de conocimiento [4]

4. Modelado de Conceptos de Conocimiento para la Administración de PT

Según ISO/IEC 15504-2, un modelo se debe basar en un conjunto de indicadores que explícitamente consideren los propósitos y resultados de todos los procesos dentro de su alcance y que demuestren el cumplimiento de los AP dentro del nivel de capacidad del modelo de evaluación del proceso [15]. Considerando esta definición, la Figura 4 especifica a detalle la categoría de *KSourceCategory* para los PG, RG y PTG correspondientes a los IAP. En un siguiente nivel, se detallarían sus tipo *KsourceKind* basados en la parte 5 del estándar ISO/IEC 15504.

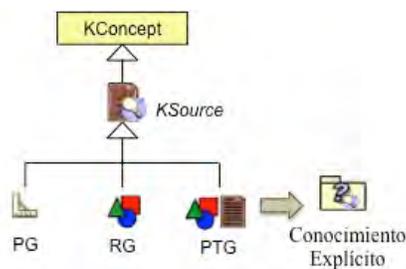


Figura 4. Modelado de los IAP como fuentes de conocimiento explícito

Las dependencias que se presentan en las Figuras 2 y 4 se utilizan para definir paquetes de conocimiento que son requeridos o modificados durante los flujos de trabajo. Un paquete de conocimiento se usa para agrupar temas específicos en temas más generales, o en categorías con el objetivo de estructurar y clasificar el conocimiento [4]. La Figura 5 muestra los diagramas de paquetes de conocimiento específicos para el AP 2.2 Administración del PT, por lo que se utilizó la simbología de *GroupedKnowledge* seguida del nombre del paquete. De esta forma, dicha figura muestra como el paquete del AP 2.2 contiene 3 paquetes de conocimiento relacionados con las PG, los RG y los PTG. También se observa como la información contenida en cada paquete es del tipo *KTopic* y se obtuvo consultado la parte 5 del ISO/IEC 15504 como tópicos de conocimiento requeridos para alcanzar el logro indicado.

Desde el inicio de un proyecto de mejora de procesos de software se podría empezar a identificar los paquetes de conocimiento involucrados para un determinado nivel de capacidad de procesos. De esta forma, los paquetes de conocimiento apoyarían a identificar las áreas, fuentes y tipos de conocimientos representados por modelos.

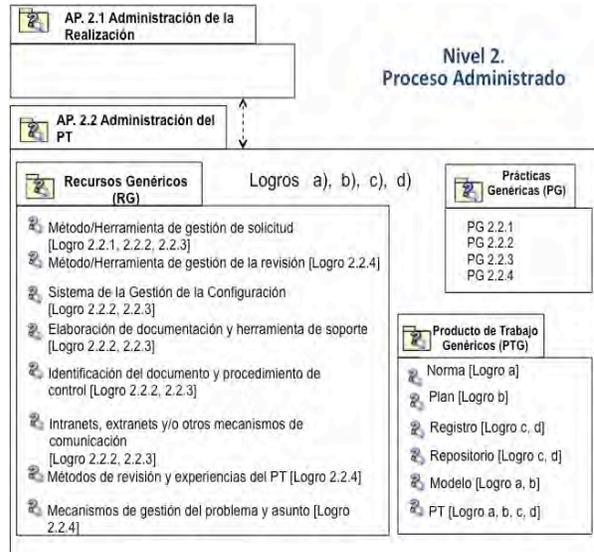


Figura 5. Diagramas de paquetes de conocimiento con la descripción explícita de los IAP para el AP 2.2

En las organizaciones de software el conocimiento explícito se identifica en forma de PT, 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 [4]. Dicho conocimiento se puede emplear cuando se revisan las entradas y salidas potenciales de la implementación del proceso. Sin embargo, los PTG forman la base para la clasificación de los PT definidos como indicadores de la realización del proceso y representan los tipos básicos de los PT que pueden ser de entrada o salida. El paquete de conocimiento PTG de la Figura 5 proporciona los nombres típicos asociados con las características del PT que pueden existir en las organizaciones. En ocasiones, este nombre de PT es diferente o varios PT son equivalentes a las características definidas en un tipo de PT, pero lo importante que se relacione con un logro específico.

Por otro lado, cuando se requiere modelar la forma en la que una determinada fuente va generando conocimiento explícito, se utiliza un diagrama de flujo de conocimiento de una fuente. En la Figura 6 se presenta un ejemplo de este tipo de diagrama de flujo de conocimiento para el paquete de conocimiento de PTG, donde por medio de la realización de una actividad se va obteniendo el flujo de conocimiento explícito el cual es requerido para obtener el grado de cumplimiento del AP basado en los PTG. Dicho diagrama también muestra la utilización explícita de las fórmulas necesarias para obtener la medida del atributo de la capacidad del proceso basado en los PTG [19].

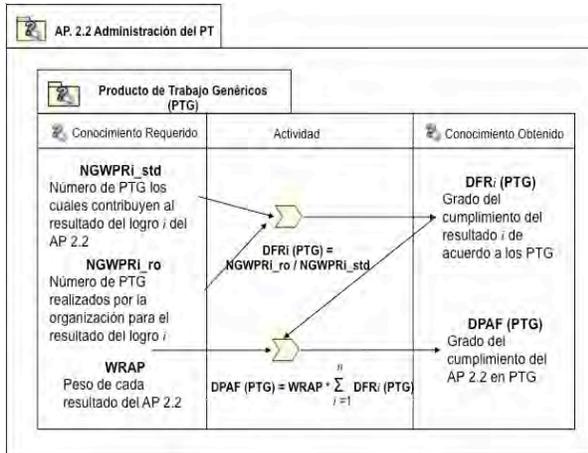


Figura 6. Ejemplo de diagrama de flujo de conocimiento de una fuente para la especificación del conocimiento explícito relacionado a PTG

Los paquetes de conocimiento PTG, RG y PG se relacionan con el paquete de conocimiento AP 2.2 definidos en la dimensión de la capacidad del modelo de evaluación del proceso y en conjunto ayudan a establecer la evidencia objetiva del alcance del logro de dicho atributo. Aún cuando estos paquetes permiten agrupar y especificar el conocimiento explícito de una organización, en ocasiones los roles desconocen dónde localizar las fuentes de información, o el conocimiento que éstas contienen e incluso, desconocen su existencia. Como consecuencia parte del conocimiento explícito se pierde o no es utilizado [4], lo que representa un problema de gestión de conocimiento explícito haciendo evidente la necesidad de establecer estrategias para especificar y gestionar todo el

conocimiento explícito útil en un proyecto de mejora de procesos.

5. Flujo de Conocimiento Explícito involucrado en un proyecto de Mejora de Procesos de Software

Existen diversos modelos o enfoques para analizar flujos de conocimiento [4, 8, 20, 21, 22]. El enfoque de ciclo de conocimiento [23] es un paso inicial para la identificación de elementos y sus conexiones involucrados en un análisis de los flujos de conocimiento [22]. En este enfoque la percepción se obtiene mediante la creación de conocimiento y el uso de diversas fuentes de conocimiento necesarias para planear y tomar decisiones.

En [4] se clasifican a las fuentes de información o conocimiento en las categorías de: documentos, sistemas de información, herramientas y personas. En la Figura 7 se identifican las fuentes de conocimiento asociadas solamente al conocimiento explícito involucrado en un proyecto de mejora por lo que el conocimiento tácito contenido por las personas (roles) no fue modelado. En la misma figura se observa que los PT, las plantillas de documentos, el estándar ISO/IEC 15504, los modelos de referencia de procesos, el marco de trabajo de la medición y el modelo de evaluación corresponden a la categoría de documentos; mientras que la base de conocimiento y el repositorio de proyectos de software forman parte de la categoría sistemas de información y herramientas.

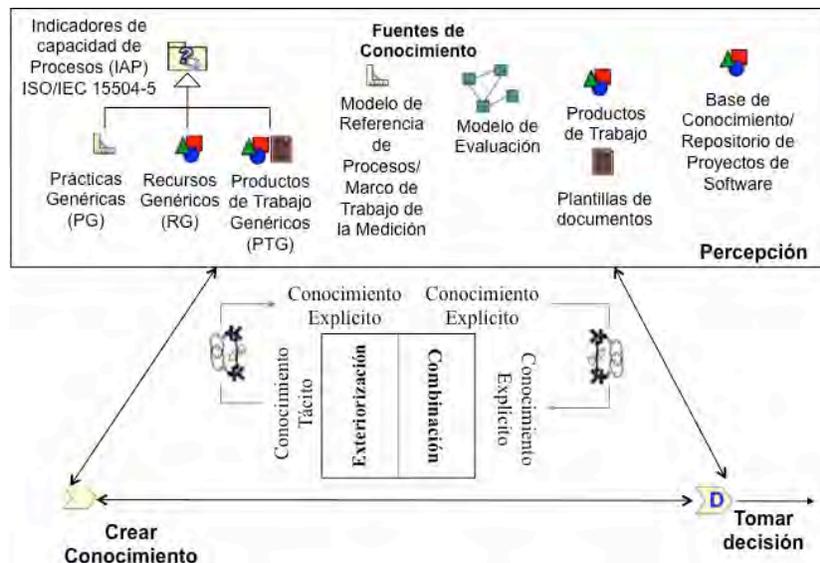


Figura 7. Modelado de enfoques en el flujo de conocimiento explícito involucrado en un proyecto de mejora

Para el elemento de creación de nuevo conocimiento se utilizaron los procesos de creación de conocimiento definidos por [20] con el objetivo de brindar a las organizaciones un entendimiento de cómo crear, aplicar y transferir aquel conocimiento explícito que posean. Específicamente para generar conocimiento explícito se identifican los procesos de exteriorización (de conocimiento tácito a conocimiento explícito) y combinación (de conocimiento explícito a conocimiento explícito). La exteriorización, propicia que los roles respondan a preguntas o narren historias de sus lecciones aprendidas obtenidas durante su participación en proyectos o se realicen reflexiones colectivas de significados que permita el intercambio de modelos o analogías [22] haciendo uso de tecnología audiovisual, sistemas colaborativos y *newsgroups* [4].

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, como PT de salida, correos electrónicos, plantillas de documentos, entre otros. La tecnología que apoya este proceso son los sistemas de búsqueda de textos, documentos o videos, bases de datos, categorización y clasificación de documentos, entre otros [4]. En este proceso es importante cuidar la recuperación de la información y los PT de la base de conocimiento, el entendimiento, llenado y uso de plantillas para generar PT de salida pero sobretodo la no sobresaturación de conocimiento explícito requerido por las actividades y el nivel de capacidad del proceso.

Como resultado se han integrado los enfoques del proceso de creación del conocimiento [23] y el ciclo del conocimiento [23] para analizar las fuentes y tipos de conocimiento involucrados en un proyecto de mejora de procesos de software para nivel 1 de capacidad [23]. Posteriormente, se seleccionó la infraestructura de Fábrica de experiencias para identificar y modelar, bajo SPEM-KF, la relación de las prácticas base de 8 de 9 procesos requeridos por la NMX-I-059 utilizando las etapas del paradigma de QIP (por sus siglas en inglés) para el nivel 1 y 2 de capacidad de procesos definidos en la parte 02 de la misma norma [11]. En este último modelo se involucró tanto el conocimiento tácito como el explícito. Sin embargo, el inconveniente para compartir conocimiento tácito contribuye a la dificultad de imitar capacidades [24], a la cultura y experiencia personal que no es fácil de transmitir y compartir con otros y estaría relacionado a otros 2 procesos de conversión de conocimiento (socialización e interiorización) [20].

Hasta el momento, la generación de los modelos de conceptos de conocimiento considerando las

características de los IAP del AP 2.2, apoyaron en la especificación de los procesos de combinación y exteriorización del modelo de referencia de proceso de gestión de conocimiento en procesos software para la dimensión de la actividad del conocimiento [18]. Por ejemplo, para ambos procesos los RG indicaron cuáles herramientas, infraestructura y métodos permiten crear y transferir conocimiento explícito. Esto nos hace inferir que el nivel de gestión de conocimiento explícito, asociado con el elemento *KLevel*, está directamente relacionado a las características de los IAP correspondientes del AP 2.2 definido en el estándar ISO/IEC 15504-5.

6. Conclusiones

En este trabajo se ha presentado el modelado de conceptos de conocimiento relacionados a las fuentes de conocimiento que participan en la creación y transferencia de conocimiento explícito considerando los logros del AP 2.2 del estándar internacional ISO/IEC 15504-5:2006. Los IAP fueron representados en la categoría de las fuentes de conocimientos facilitando la descripción de temas o áreas de conocimiento específicos a cada IAP por medio de diagramas de paquetes de conocimiento. El objetivo de los modelos es que sean de utilidad a los responsables de procesos para identificar, analizar y administrar de forma efectiva los PT involucrados en un modelo de referencia de procesos.

A partir de este trabajo, se ha definido como trabajo futuro analizar el flujo de conocimiento tácito que posee un rol y la descripción de su conocimiento requerido para desempeñar las actividades definidas en un modelo de referencia de procesos, así como el nivel de conocimiento requerido para llevar a cabo la medición de una evaluación de procesos de software. Por otro lado, se considera de relevancia analizar el tipo de conocimiento obtenido o almacenado para el atributo de gestión de la realización correspondiente también al nivel 2 de capacidad en la norma ISO/IEC 15504.

Actualmente, los autores se encuentran aplicando los modelos de conceptos de conocimiento como parte de una implantación de mejora de procesos, en una organización de desarrollo de software con experiencia en el desarrollo de sistemas de gestión de conocimiento explícito.

Agradecimientos

Este trabajo fue apoyado por los proyectos PROMEP Oficio No. 103-5/11/840 y PROMEP Oficio No. 103.5/12/4633.

Referencias

- [1] Sosa, M., Ledesma, M. I., y Acuña, S. T., “Modelización y verificación automática de un proceso software”. XI Congreso Argentino de Ciencias de la Computación, 2005.
- [2] *Software Process Engineering Metamodel Specification (SPEM), Version 2.0*, Final Adopted Specification, Object Management Group, 2008.
- [3] NMX-I-15504/03-NYCE-2010, *Tecnología de la Información – Evaluación de los Procesos – Parte 03, Guía para realizar una evaluación*, NYCE, México, 2010.
- [4] Rodríguez-Elias, O. M., Martínez G., A. I., *Diseño de sistemas y estrategias de gestión del conocimiento: Un enfoque metodológico orientado a procesos y flujos de conocimiento*, Editorial Académica Española, 236 p., 2011.
- [5] Oktaba, H., Alquicira, C., Su Ramos, A. et al., *Modelo de Procesos para la Industria de Software, MoProSoft: por niveles de capacidad de procesos. Versión 1.3*, México, 2005.
- [6] 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.
- [7] P. Bera, D. Nevo, y Y. Wand, “Unravelling Knowledge Requirements through Business Process Analysis”. *Communications of the Association for Information Systems*, vol. 16, 2005, pp 814-830.
- [8] M. E. Nissen, “An extended model of knowledge-flow dynamics”, *Communications of the Association for Information Systems*, Vol. 8, 2002, pp. 251-266.
- [9] ISO/IEC 15504-5, *Information technology – Process assessment - Part 5: An exemplar Process Assessment Model*, International Organization for Standardization, 2006.
- [10] F. J. Pino, F. O. García, F. Ruiz, M. Piattini, “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, N° 2, 2006, pp. 17-24.
- [11] Flores Ríos, B. L. y Rodríguez Elias, O. M., “Experience Factory Infrastructure as a basis for Knowledge Management in a Software Process Improvement Program”, *JISIC, Alfaomega*, México, 2010, pp. 174-184.
- [12] Rodríguez-Elias, O. M., Martínez-García, A. I., Vizcaíno, A. Favela, J., Piattini, M., “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 Num. 2, 2009, pp. 185-211.
- [13] ISO/IEC 15504-3, *Information technology – Process assessment – Part 3: Guidance on performing an assessment*, International Organization for Standardization, 2004.
- [14] NMX-I-059/04-NYCE-2011 - *Tecnología de la Información - Software - Modelos de Procesos y Evaluación para el Desarrollo y Mantenimiento de Software. Parte 04, Directrices para la Autoevaluación de Procesos (EvalProSoft)*, NYCE, México, 2011.
- [15] NMX-I-15504/02-NYCE-2010, *Tecnología de la Información – Evaluación de los Procesos – Parte 02, Realización de una evaluación*, NYCE, México, 2010.
- [16] NMX-I-59/03-NYCE-2005 – *Tecnología de la Información-Software-Modelos de procesos y evaluación para desarrollo y mantenimiento de software, Parte 03: Guía de implantación de procesos. (MoProSoft)*, México D.F., 2007.
- [17] Weber, K., E. Araújo, A. Rocha, Machado, D. Scalet, and C. Salviano, *Brazilian Software Process Reference Model and Assessment Method*, in *Computer and Information Sciences*. 2005, Springer Berlin/Heidelberg, pp. 402-411.
- [18] Flores Ríos, B. L., Rodríguez-Eliás, O. M., Pino, F. J., , “Research on CMM-based Knowledge Management Maturity Models”, *CICOMP 2011, UABC*, pp. 145-152.
- [19] Pino, F. J., García, F., Serrano, M. y Piattini, M. “Medidas para estimar el rendimiento y capacidad de los procesos software de conformidad con el estándar ISO/IEC 15504-5:2006”, *Revista Española de Innovación, Calidad e Ingeniería del Software*, Vol. 2, No. 3, 2006. pp. 17-30.
- [20] Nonaka, I., y Takeuchi, H., *The knowledge-creation company: How Japanese companies create the dynamics of innovation*, Oxford University Press, New York, NY. 304 p., 1995.
- [21] Dixon, N.M., *Common Knowledge*, Boston, MA: Harvard Business School Press, 2000.
- [22] Choo, C. W. 2002. Sensemaking, knowledge creation and decision making: organizational knowing as emergent strategy, *The Strategy Management of Intellectual Capital and Organizational Knowledge*, Oxford University Press, New York, NY, pp. 79-88.
- [23] Flores Ríos, B. L., Gastélum Ramírez, S L., Rodríguez-Elias, O. M., “Modeling Knowledge Flows in Software Projects Management Processes”, *International Conference on Knowledge Management and Information Sharing (KMIS)*, España, 2010, pp. 213-217.
- [24] Wan, J., Wan, D., Luo, W. Y Wan, X., “Research on Explicit and Tacit Knowledge Interaction in Software Process Improvement Project”, *Journal of Software Engineering and Applications*, Vol. 4, 2011, pp. 335-344.