

# La Exteriorización de Activos de Conocimiento en Mejora de Procesos Software

Brenda L. Flores-Rios<sup>1</sup>, Jorge E. Ibarra-Esquer<sup>2</sup>, María Angélica Astorga-Vargas<sup>3</sup>, Felix F. Gonzalez-Navarro<sup>4</sup>

<sup>1,4</sup>Instituto de Ingeniería, <sup>2,3</sup>Facultad de Ingeniería  
Universidad Autónoma de Baja California  
Mexicali, Baja California. México  
{brenda.flores, jorge.ibarra, angelicaastorga,  
fernando.gonzalez}@uabc.edu.mx

Francisco J. Pino

Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones  
Universidad del Cauca  
Colombia  
fjpino@unicauca.edu.co

Oscar M. Rodríguez-Elías

División de Estudios de Posgrado e Investigación  
Instituto Tecnológico de Hermosillo  
Hermosillo, Sonora. México  
omrodriguez@ith.mx

**Abstract**—El conocimiento es el activo más valioso en una organización de desarrollo de software. En este documento se expone la importancia de identificar, caracterizar y exteriorizar los tipos y activos de conocimiento en la institucionalización de procesos software, de tal manera que las Micro, Pequeñas y Medianas empresas (MIPyMEs) se apoyen de ellos para ser generadoras de nuevo conocimiento o proyectos de conocimiento, llevándolas así a elevar su madurez organizacional. La contribución de este trabajo es presentar un marco que ayuda a estandarizar el proceso de exteriorización de tipos, fuentes y activos de conocimiento involucrados en un proyecto de mejora de procesos software. Los resultados de la evaluación inicial sobre el marco muestran un efecto positivo en los roles sobre la planeación y realización de las actividades.

**Keywords**—mejora de procesos software; activos de conocimiento; exteriorización de conocimiento

## I. INTRODUCCIÓN

En una organización, una forma de detectar o representar su conocimiento es por medio de los activos de conocimiento, los cuales se refieren a las lecciones aprendidas, buenas o mejores prácticas, reglas heurísticas y la generación continua de ideas o experiencias de su recurso humano [1]. Las personas interiorizan y utilizan los activos de conocimiento para desempeñar sus actividades diarias, permitiéndoles reducir recursos y defectos, agregar innovación a sus productos y procesos [2, 3]. Es por esto que en las organizaciones desarrolladoras de software, se recomienda la reutilización de activos de conocimiento como una técnica útil y eficiente para exteriorizar y transmitir el conocimiento tácito que posee cada uno de los miembros del equipo de desarrollo de software, con el objetivo de mejorar la calidad de los productos, las fases de ciclo de vida del software y/o facilitar la reutilización de productos de trabajo (PT) [2].

Autores como [4, 5] hicieron énfasis en las implicaciones que se derivan de la naturaleza tácita del conocimiento debido a que: a) por su característica es difícil de imitar o sustituir, convirtiéndolo en un recurso crítico para la organización; b) el no documentarlo o hacerlo explícito, limita la capacidad de reutilizarlo; y, c) existe un alto riesgo de desaprovechar o perder el conocimiento que posee una persona cuando deja de colaborar con los demás miembros del equipo de trabajo. Esta situación crea un especial interés en el análisis de procesos centrados la adquisición, transferencia y utilización del conocimiento existente y la creación de nuevo conocimiento a partir del conocimiento tácito [6, 7].

En un proyecto de mejora de procesos software (SPI por sus siglas en inglés de *Software Process Improvement*), se crea conocimiento en proporción al nivel de madurez organizacional, puesto que los procesos de software se basan en los activos de conocimiento de las actividades realizadas [8]. Algunos estudios recientes citan proyectos de SPI en los que se resalta que el éxito se debió a la captura del conocimiento tácito y explícito existente en la organización [9, 10, 11]. De esta forma, se considera que la Gestión del conocimiento (GC) relacionada a proyectos de SPI, promueve la mejora continua de los procesos y métodos y enfatiza la generación y utilización del conocimiento relevante [8].

Este trabajo se enfoca en el proceso de exteriorización, considerando que una MIPyME dedicada al desarrollo y mantenimiento de software, que desee implementar un proyecto SPI basado en conocimiento, requerirá extraer o exteriorizar la mayor parte del conocimiento tácito de sus roles, representado en los activos de conocimiento. Dicho conocimiento le es útil en un proceso de aprendizaje intensivo de conocimiento organizacional y al plantear estrategias de éxito para lograr el nivel de competitividad deseado [12].

La estructura del documento es la siguiente: la sección II trata sobre el proceso de exteriorización del conocimiento, los tipos de conocimiento involucrados en él, y los estudios acerca de sus implicaciones en la mejora de procesos; la sección III se centra en la forma en que se modelan y analizan los activos de conocimiento, presentando un marco para su captura dentro de actividades propias de los proyectos SPI; en la sección IV se muestra un estudio enfocado en la exteriorización de activos de conocimiento en una empresa escolar; por último, en la sección V se presentan las conclusiones de este trabajo.

## II. PROCESO DE EXTERIORIZACIÓN DEL CONOCIMIENTO

El conocimiento tácito tiene sus raíces en las acciones y experiencia individual, así como en los valores, intuición, ideas, emociones y aspectos subjetivos de cada persona [6]. En una organización de desarrollo de software, el conocimiento debe de fluir o compartirse para crear y mantener ventajas competitivas [5]. Así mismo, se sugiere organizar y explotar sus activos de conocimiento a través de procesos o mecanismos de creación de conocimiento; uno de ellos es el proceso de exteriorización [8, 13].

### A. Descripción del proceso y tipos de conocimiento involucrados

Por medio de la conceptualización, elicitación y articulación, una parte del conocimiento tácito puede ser capturado en forma explícita para hacerla comprensible o entendida por otros [6]. Una vez que el conocimiento tácito es exteriorizado, los miembros del equipo con problemáticas similares pueden encontrar las soluciones al consultar las fuentes de conocimiento involucradas en un proyecto SPI, tales como expertos, documentación de estándares, modelos que guían la mejora, modelos de referencia y evaluación de procesos, sistemas de información y herramientas. Para hacer más efectiva la exteriorización, se utilizan técnicas centradas en la discusión o reflexión colectiva de significados que permitan la formulación e intercambio de metáforas, modelos y analogías [14]. También, los roles pueden responder preguntas o narrar historias similares de sus lecciones aprendidas durante sus ciclos de mejora. La tecnología que apoya el proceso son *newsgroup*, tecnología de flujos de trabajo, sistemas colaborativos, tecnología para el modelado o generación de gráficos y audiovisual.

Durante el proceso de exteriorización se integran tanto elementos cognitivos como aspectos técnicos, lo que se conoce como conocimiento declarativo. El componente técnico expresa cómo se lleva a cabo una tarea y las habilidades no formales y difíciles de definir, pero una vez aprendido éste no se olvida [15]. Por ejemplo, el conocimiento declarativo que el rol usa al crear o utilizar plantillas para los PT, al especificar las fases o ciclos del proyecto de SPI o el conocimiento generado en los ciclos anteriores.

### B. Trabajo relacionado en el área de mejora de procesos

En un estudio empírico realizado, donde se consideraron 762 artículos de GC, se detectó que sólo 68 de ellos se enmarcaban en el contexto de la industria de software y aspectos técnicos [16]. Por otro lado, se han desarrollado

modelos conceptuales para predecir el éxito de un proyecto SPI a partir de medir el conocimiento explícito y tácito dentro de la mejora de procesos [9, 12]. Los objetivos de formalizar y capturar el conocimiento tácito son disminuir la dependencia de los roles, detectar las buenas prácticas, mejorar la manera de realizar actividades y centrar esfuerzos para la implementación de SPI a través de la detección de hallazgos [17].

Es frecuente que dentro de las MIPyMEs exista personal con conocimiento tácito suficiente para resolver un problema o desempeñar una actividad, pero si no se tiene conocimiento de lo que se sabe, difícilmente será consultado o aprovechado [5, 18]. Así mismo, si no utilizan marcos o guías de procesos, derivados de algún modelo o norma, se encuentran en la problemática de emprender acciones emergentes o correctivas a lo largo del proyecto de SPI, lo que provoca que se exceda el tiempo estimado, el presupuesto asignado o ambos [19].

A partir de esta problemática, se propone el uso de guías, marcos o plantillas que apoyen la captura y exteriorización de activos de conocimiento críticos en MIPyMEs, por lo que se desea que estos sean livianos, fáciles de interpretar o utilizar y adaptables a las necesidades del equipo.

## III. MODELADO Y ANÁLISIS DE ACTIVOS DE CONOCIMIENTO

Este trabajo se enmarca en la metodología KoFI (Acrónimo de *Knowledge Flow Identification*) [5]. KoFI apoya la identificación y análisis de tipos y fuentes de conocimiento que es aplicado o requerido durante la ejecución de un proceso de conocimiento, tal como la exteriorización entre los roles.

### A. Modelar conceptos, tipos y fuentes de conocimiento

Se utilizó el metamodelo de conceptos de conocimiento modelado en SPEM-KF (Figura 1), para observar cómo se relacionan los tipos o temas de conocimiento (*Ktopic*) y fuentes de conocimiento (*Ksource*). *Ktopic* es usado para representar temas 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 de fuentes (*KsourceCategory*) y sus tipos (*KSourceType*). Esto permitió detectar que para representar un concepto de conocimiento específico (*Kconcept*) o conjunto de conocimiento (*GroupedKnowledge*) se utiliza la exteriorización del conocimiento requerido, identificado como un tipo de PT (*WorkProductType*) [20].

Desde el inicio de un proyecto SPI, se podrán identificar los activos de conocimiento involucrados para un determinado nivel de capacidad de procesos. Esta situación ayudará al equipo de trabajo a identificar los conceptos de conocimiento, fuentes y tipos de conocimientos y el nivel de conocimiento (*KLevel*) que poseen los roles para desempeñar las actividades requeridas.

Tomando en cuenta que el nivel de conocimiento o experiencia varía de un integrante a otro [5], se utilizan 5 niveles de conocimiento [21]: Novato (N), Principiante (P), Competente (C), Experto (E) y Maestro (M). El novato se refiere a los roles que no están conscientes del conocimiento que poseen ni de la forma de utilizarlo. El principiante es el

rol que sabe que existe conocimiento y dónde puede obtenerlo, pero no puede razonar con él. El competente conoce acerca del conocimiento, puede usarlo e interpretarlo a través de la colaboración de otros roles, apoyándose del uso de documentos, bases de conocimiento, entre otros. El experto conoce acerca del conocimiento, lo contiene en su memoria (conocimiento tácito), entiende dónde puede aplicarlo y razona en ocasiones sin la ayuda externa; y por último, el maestro es quien interioriza totalmente el conocimiento, cuenta con un profundo entendimiento e integración con los valores, juicios, y consecuencias de utilizar conocimiento. Dependiendo la cantidad de temas de conocimiento, el nivel maestro conoce sobre un tema específico cuenta con varios tipos de conocimiento (teórico, procedural, declarativo, tópico y episódico) [8].

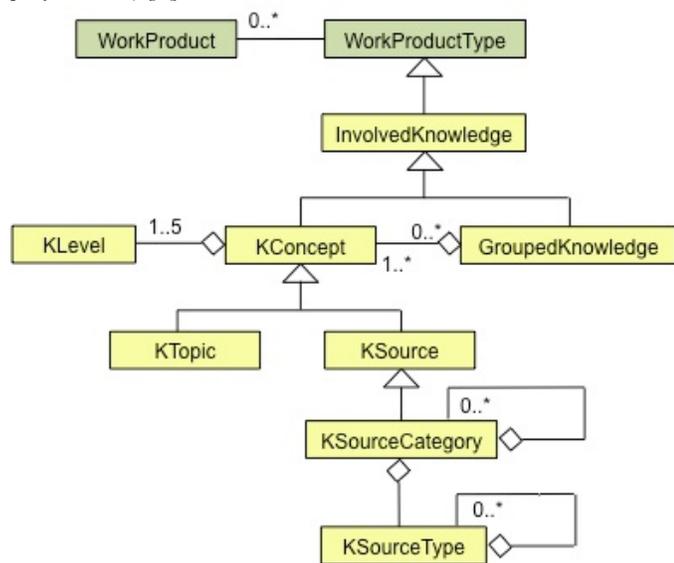


Fig. 1. Metamodelo de conceptos de conocimiento [20].

### B. Análisis de tipos y activos de conocimiento

Como uno de los objetivos es presentar una guía que ayude al proceso de exteriorización, la Tabla I presenta como primera propuesta, un formato para la captura de activos de conocimiento. La información que se capture y registre se relacionará con los métodos y técnicas que los roles utilizan en la ejecución de las actividades y que tiene que ver más con el conocimiento que posee de experiencias previas (*¿Dónde, cuándo y cómo se utilizó el conocimiento?*). Así mismo, se puede especificar el nombre de PT, métodos, modelos y/o estándares utilizados por los roles *¿Cuál conocimiento existe y se usa?*. La identificación de actividades responde el *¿Qué?*; el *¿Cuál?* se refiere a los activos de conocimiento que contribuyen al éxito en la ejecución de los procesos; mientras que el *¿Dónde y Cuándo?* capturan descriptores de localización y tiempo de los activos de conocimiento.

En un entorno donde el conocimiento está poco estructurado, el hecho de que el equipo de trabajo cuente con descripciones de conocimiento, les ayuda en el uso de índices para encontrar, de manera eficiente, fuentes de conocimiento [22]. De esta forma, se considera que la facilidad y adaptación del formato definido en la Tabla I, le permitiría al equipo de

trabajo de un proyecto SPI capturar, interpretar y exteriorizar el conocimiento tácito haciendo referencia cruzada con una o más fuentes de conocimiento. Dicho conocimiento capturado estaría almacenado en la base de conocimiento de la organización para su consulta y recuperación en cualquier momento.

TABLA I. ESPECIFICACIÓN DE UN FORMATO PARA LA CAPTURA DE ACTIVOS DE CONOCIMIENTO RELACIONADA A UNA ACTIVIDAD ESPECÍFICA

REGISTRO DE ACTIVOS DE CONOCIMIENTO		
Periodo:		Fecha en la que se realizó la actividad
Actividad:	Especificar el nombre de la actividad	
Rol(es):	Especificar el responsable de ejecutar de la actividad	Especificar la Autoridad
Concepto de Conocimiento:	Nivel de Conocimiento o competencias del rol detectado al ejecutar la actividad (N, P, C, E, M)	
Observaciones adicionales		
Describir las situaciones excepcionales durante la ejecución de la actividad y especificar las fuentes de conocimiento recomendadas (PT, personas, sistemas de información o herramientas)		

El identificar varios tipos de conocimientos presenta la necesidad de contar con una taxonomía de tipos de conocimientos para mostrar las relaciones entre las fuentes de conocimiento y su dinámica. La taxonomía debe reflejar las relaciones y dependencias entre procesos apoyado de los activos de conocimiento. La Tabla II presenta un marco para la descripción de temas de conocimiento y captura del conocimiento tácito de los roles involucrados. En una primera iteración, se especifica quién posee o accede al conocimiento, el nivel de manejo de conocimiento, los activos de conocimiento en términos generales. En los siguientes ciclos de mejora, la base de experiencias con los activos de conocimiento podrá ser consultada, mantenida y administrada.

### IV. IMPLICACIÓN PRÁCTICA

Desde 2007, en la Universidad Autónoma de Baja California se cuenta con una empresa de base tecnológica llamada Avanti. Actualmente está conformada por 30 alumnos que desempeñan roles definidos por la NMX-I-059-NYCE-2011. La rotación periódica de su personal representa un desafío importante para la transferencia de conocimiento entre los participantes. Este escenario hizo evidente la necesidad de implementar mecanismos de captura y reutilización de activos de conocimiento, de manera que permitan disminuir la pérdida o desaprovechamiento de todo el conocimiento generado por la empresa.

Como primer práctica, en una reunión formal se expusieron los diversos activos de conocimiento que el personal deseaba compartir y exteriorizar. Posteriormente, los gerentes de Avanti llenaron el marco para exteriorizar y clasificar tipos y activos de conocimientos generados en el periodo que estuvieron desempeñando sus actividades. Así mismo, se condujo un estudio piloto con el objetivo de conocer la percepción del proceso de exteriorización, utilizando criterios de medición de procesos de conocimiento. Entre los resultados, se obtuvo que el 94% indica que verifica y valida el trabajo recíprocamente con otros roles, debido a las prácticas del nivel 2 de capacidad que se implementan con técnicas de pruebas a

componentes y revisión técnica formal; el 65% señala que se capturan ideas de mejora y lecciones aprendidas en tiempo real pero el 35% deja esta actividad para otra ocasión; también se observa que el 88% reconoce que existe una formalización para exteriorizar y documentar conocimiento implícito.

## V. CONCLUSIONES

En las MIPyMEs, gestionar el conocimiento requiere de tiempo, recursos y esfuerzo, puesto que el conocimiento relacionado con los procesos se define y formaliza mediante el uso de guías, marcos o modelos de referencias de procesos. La aplicación de la GC en el campo de desarrollo de software permite conocer cómo los activos de conocimiento de proyectos previos es exteriorizada por los roles participantes. Por tal motivo, las MIPyMEs que deseen implementar un proyecto SPI basado en conocimiento deben de fomentar la reflexión colectiva de significados, modelos y experiencias; la exteriorización del conocimiento tácito; la creación y reutilización de activos de conocimiento necesarios para planear y especificar acciones de mejora que les permitan alcanzar los objetivos actuales y futuros.

En este sentido, se interpreta a la Gestión del conocimiento como la disciplina que provee de métodos, técnicas y recursos orientados a apoyar que los roles involucrados en proyectos SPI hagan uso de los activos de conocimiento para facilitar el flujo de conocimiento y realizar las actividades de los procesos requeridos, logrando el propósito de los mismos. La iniciativa de realizar un marco para la captura de activos de conocimiento obedece a la diversidad de tipos y procesos de conocimiento que utilizan practicantes y profesionales en SPI. Para AvanTI, una estrategia que está fortaleciendo es la captura de activos de conocimiento en tiempo real para su inmediata utilización con los roles que así lo requieran.

## REFERENCIAS

- [1] R. Anaya, A. Cechich and M. Henao, A model to classify knowledge assets of a process oriented development. In *Software process improvement for small, medium enterprises, Techniques and case studies*, 2007.
- [2] T. Dingsøyr and R. Conradi, "A Survey of Case Studies of the Use of Knowledge Management in Software Engineering," *International Journal of Software Engineering and Knowledge Engineering*, vol. 12, No. 4, pp. 391–414, 2002.
- [3] S. Durst and I. R. Edvardsson, "Knowledge management in SMEs: a literature review," *Journal of Knowledge Management*, vol. 16 no. 6 pp. 879 – 903, 2012.
- [4] V. Ambrosini and C. Bowman, "Surfacing tacit sources of success," *International Small Business Journal*, vol. 26 no. 4, pp. 403-31, 2008.
- [5] O. M. Rodríguez-Elias and A. I. Martínez G., *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.
- [6] I. Nonaka and H. Takeuchi, *La organización creadora del conocimiento: Cómo las compañías japonesas crean la dinámica de la innovación*. México: Oxford University Press, 1999.
- [7] M. Alavi and D. E. Leidner, "Knowledge management and knowledge management systems: Conceptual foundations and research issues," *MIS Quarterly*, vol. 25 no. 1, pp 107-136, 2001.
- [8] B. L. Flores-Ríos, M. A. Astorga Vargas, O. M. Rodríguez-Elias, J. E. Ibarra-Esquer and M. D. C. Andrade, "Interpretación de 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*, vol. 71 no. 71, pp. 85-100, 2014.
- [9] A. Gopesh, B. Ward and T. Mohan, "Role of explicit and tacit knowledge in six Sigma projects: An empirical examination of differential project success," *Journal of Operations Management*, 2007.
- [10] I. Nonaka and G. von Krogh, "Tacit knowledge and knowledge conversion: controversy and advancement in organizational knowledge creation theory", *Organization Science*, vol. 20 no. 3, pp. 635-52, 2009.
- [11] G. Anand, P. T. Ward and M. V. Tatikonda, "Role of Explicit and Tacit Knowledge in Six Sigma Projects: An Empirical Examination of Differential Project Success," *Journal of Operations Management*, vol. 28 no. 4, pp. 303-315, 2010.
- [12] J. Wan, D. Wan, W. Luo and X. Wan, "Research on Explicit and Tacit Knowledge Interaction in Software Process Improvement Project," *Journal of Software Engineering and Applications*, vol. 4, pp. 335-344, 2011.
- [13] R. Conradi and T. Dingsøyr, "Software experience bases: a consolidated evaluation and status report," *Second International Conference on Product Focused Software Process Improvement, PROFES 2000*, Finland, pp. 391- 406, 2000.
- [14] C. W. Choo, *The knowing organization: How organizations use information to construct meaning, create knowledge, and made decisions*. Oxford University Press, Oxford, USA, 1999.
- [15] P. N. Robillard, "The role of knowledge in software development," *Communications of the ACM*, vol. 42 no. 1, pp. 87-92, 1999.
- [16] F. Olav and T. Dingsøyr, "Knowledge management in software engineering: A systematic review of studied concepts, finding methods used," *Information and Software Technology*, vol. 50, 2008.
- [17] J. Mejía Miranda, M. A. Muñoz Mata, G. Rojo Cruz, H. E. Ramírez Luna, I. E. Tinajero Díaz y J. M. García Ramírez, "Extracción del conocimiento tácito para la mejora de procesos software: una experiencia en una organización de gobierno," *Sistemas y Tecnologías de información CISTI*, vol 1, pp. 423-429, 2014.
- [18] S. Durst and S. Wilhelm, "Knowledge management and succession planning in SMEs," *Journal of Knowledge Management*, vol. 16 no. 4, pp. 637-49, 2012.
- [19] E. Serratos Álvarez, A. Martínez Martínez and H. Oktaba, "Desarrollo de Guías para el Diseño, documentación y evaluación de arquitecturas de software, con base en la norma ISO/IEC 29110," *CONIIS*, pp. 21-27. 2010.
- [20] B. L. Flores Ríos, O. M. Rodríguez-Elias and F. J. Pino, "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, 2013.
- [21] K. Dalkir, *Knowledge management in theory and practice*. Elsevier. Amsterdam. 356 p. 2005.
- [22] M. Jackson, "Problem frames and software engineering," *Information and Software Technology*, vol. 47 no. 14, pp. 903-912, 2005.

TABLA II. MARCO PARA LA CAPTURA DE ACTIVOS DE CONOCIMIENTO EN PROYECTOS SPI

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>			
<b>Conocimiento involucrado en</b>				
Actividad:	<Nombre de la actividad donde es utilizado el concepto>	Tipo:	<Indica si el conocimiento es creado, utilizado, generado, incrementado, requerido>	
Rol:	<Nombre del rol que ejecuta la actividad>	Nivel:	<Indicar el nivel N, P, C, E, M>	
<b>Descomposición del tema de conocimiento</b>				
Periodo que se realizó la actividad:		<fecha de inicio / fecha final>		
Conocimiento Tópico:	<Describe el componente tópico del concepto, los principales conceptos involucrados. Por ejemplo el conocer ¿qué? o ¿con qué?>			
Conocimiento Procedural:	<Define el componente técnico o procedural asociado al concepto. En este se especifica el conocimiento requerido para saber cómo aplicar el concepto>			
Conocimiento Episódico:	<Describe el componente episódico del concepto. Mediante la definición de este campo se pueden determinar las situaciones que generan experiencia, buenas prácticas o lecciones aprendidas en la aplicación del conocimiento. Por ejemplo, el saber ¿cuándo o por qué? es aplicado el conocimiento>			
<b>Fuentes de conocimiento donde se puede obtener conocimiento del concepto</b>				
Nombre de la fuente	Grado de conocimiento que puede ser obtenido de la fuente			
	Básico	Intermedio	Avanzado	Experto
<Especifica el nombre <sub>1</sub> >				
<Especifica el nombre <sub>2</sub> >				
<Especifica el nombre <sub>3</sub> >				
<Especifica el nombre <sub>n</sub> >				