

# Los sistemas expertos para apoyar la gestión inteligente del conocimiento\*

## Expert Systems to support the intelligent knowledge management

Sonia I. Mariño\*\*

*Fecha de recepción: febrero de 2014*

*Fecha de aceptación: marzo de 2014*

### Resumen

Las tecnologías de la información constituyen un paradigma en la sociedad del Conocimiento. La Inteligencia Artificial proporciona métodos y herramientas para gestionar el conocimiento emulando a los sujetos cognoscentes. Los sistemas expertos comprendidos en el paradigma simbólico de la Inteligencia Artificial son ampliamente aplicados en diversos dominios del conocimiento. En este artículo se presenta una propuesta de categorización de los sistemas expertos, fundamentada en dos taxonomías de herramientas de la Tecnologías de la Información para apoyar la gestión del conocimiento.

**Palabras claves:** gestión del conocimiento, sistema experto, Tecnologías de la Información.

\* Artículo de investigación. Este trabajo hace parte de la investigación acreditada por la Secretaria General de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional del Nordeste.

\*\* Licenciada en Sistemas, magíster en Informática y Computación, Magister en Epistemología y Metodología de la Investigación Científica. Profesor titular con dedicación exclusiva, Fac. de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura, Universidad Nacional del Nordeste. Contacto: simarinio@yahoo.com

## Abstract

The Information Technology constitutes a paradigm in the Knowledge Society. Artificial Intelligence provides methods and tools for managing knowledge intelligently emulating the cognizant. Expert systems within the symbolic AI paradigm are widely applied in various domains of knowledge. The paper exposes an expert systems categorization based on two taxonomies tools of information technology to support knowledge management

**Keywords:** expert system, Information Technology, knowledge management.

## Introducción

La gestión del conocimiento (GC) involucra la puesta en escena de un conjunto de prácticas orientadas a la manipulación efectiva de la información, es decir, aborda la captura, almacenamiento, procesamiento y difusión de la información y el conocimiento generado. Investigaciones concernientes a las tecnologías de la información (TI) y GC pueden afrontarse desde diversas perspectivas, este trabajo consiste en una revisión preliminar de dos taxonomías de herramientas de las TI para apoyar la GC.

Según Davenport [1], la clave del cambio es la innovación de procesos, un enfoque que fusiona las TI y la gestión de los recursos humanos para mejorar el rendimiento del negocio. Debido a que el descubrimiento de nuevos procesos permite obtener el máximo potencial de las TI, lo cual le permite a una empresa competir eficazmente en el mercado mundial.

Algunos autores diferencian entre sociedad de la información (SI) y de la sociedad del conocimiento (SC), refiriéndose a la segunda como una natural evolución de la primera. Según Martín [2] la SI está constituida por “empresas inteligentes u organi-

zaciones que aprenden”. En estas organizaciones se requiere una adecuada gestión de la información, además de una comunicación corporativa capaz de afrontar nuevos desafíos, nuevas funciones y estrategias. La información que se maneja en las organizaciones y empresas debe transformarse en conocimiento relevante. La comunicación es la base para la propagación y reutilización del conocimiento.

Se denomina SC a la sociedad que produce, distribuye y acumula información mediante el uso de las tecnologías que ayudan a procesarla. En la SC surgieron un conjunto de ideas tales como: capital humano, capital intelectual (CI), activos intangibles, proceso de aprendizaje, organización inteligente, aprendizaje organizativo, conocimiento explícito, conocimiento tácito, economía del conocimiento y gestión del conocimiento.

Bueno Campos [3] entiende por gestión del conocimiento (GC) el conjunto de procesos orientados a emplear el conocimiento como factor clave para acrecentar y generar valor en las organizaciones. Para Garvin [4], la GC adquiere y comparte bienes intelectuales para lograr resultados óptimos en productividad y capacidad de innovación de las empresas. Es un proceso que genera, acumula, equipara y produce el conoci-

miento para formar una organización más perspicaz y competitiva.

Un aspecto abordado desde la GC es el capital intelectual (CI) que refleja el conocimiento creado y desarrollado por los recursos humanos de las organizaciones. Lee Blanco [5] diferencia ambos conceptos, dado que desempeñan distintos roles, la gestión del CI se enfoca en crear, obtener y gestionar eficientemente todos los activos intelectuales que se requieren para alcanzar los objetivos de la organización y concluir exitosamente sus estrategias. En cambio, la GC se enfoca en los aspectos tácticos y operacionales, se encarga proporcionar y administrar las actividades relacionadas con el conocimiento, es decir, requiere una gestión eficaz del CI.

El capital intelectual constituye el conjunto de activos intangibles de una organización que generan valor o tiene potencial de generarlo en el futuro. Abarca el capital humano (personas), el capital estructural (organización) y el capital relacional (interacciones entre el personal).

El conocimiento producido en las organizaciones puede ser explícito o tácito, individual o colectivo. El modelo SECI (socialización, exteriorización, combinación, interiorización) descrito por Nonaka y Takeuchi [16] ilustra el proceso de creación y desarrollo del conocimiento en las organizaciones a través de dos espirales de conocimiento epistemológico y ontológico. Son identificados como: conocimiento tácito a tácito (socialización), conocimiento tácito a explícito (externalización), conocimiento explícito a explícito (combinación) y conocimiento explícito a tácito (internalización), derivándose los procesos señalados entre paréntesis.

En diversas literaturas mencionan el proceso de GC representado en taxonomía, como en

la investigación realizada por Barragán Ocaña [6], donde plantean algunos criterios que pretenden ayudar en la agrupación y clasificación de modelos de GC. A lo largo del trabajo se exponen diversos modelos de GC y se consideran conceptos, herramientas, relaciones individuales y organizacionales, sobre los que se fundamentan principios de la GC y cómo pueden ser categorizados dentro de una nueva taxonomía propuesta —modelos conceptuales, teóricos y filosóficos de GC; modelos cognoscitivos y de capital intelectual de GC; modelos de redes sociales y de trabajo de GC; modelos científicos y tecnológicos GC; modelos holísticos de GC—.

Rodríguez Gómez [7] aportó una aproximación teórica a la tipología de modelos de GC. Realizó un análisis de diferentes modelos, determinando la existencia de dos tipos de participantes en cualquier sistema de creación y GC: los promotores o responsables internos/externos del funcionamiento de los procesos y el resto de los miembros de la organización.

El concepto de paradigma tecnológico se refiere al conjunto de reglas o principios que guían las decisiones tecnológicas y de inversión en un período de tiempo determinado. Se consideran cinco períodos, el último surgió en la década de los años ochenta, dominado por la Tecnología de la Información (TI) y que sustentó la Sociedad del Conocimiento.

Tecnología de la Información (TI) se refiere a los procesos de transmisión de información. Incluye la computación, las telecomunicaciones y la microelectrónica. Tomás Miquel y otros autores [8] entienden por TI el término que relaciona todos los aspectos de la gestión, procesamiento y comunicación de información.

Tradicionalmente en las ciencias de la computación, la IA se estudia desde sus paradig-

mas predominantes: el paradigma simbólico y el paradigma subsimbólico [9], [10] [11] y [12]. La IA se vale de las TI y específicamente de la Ingeniería de Sistemas para representar computacionalmente sus paradigmas. Una tecnología inteligente comprendida en el paradigma simbólico de la IA es el Sistema Expertos (SE). Un SE dispone de componentes esenciales como el motor de inferencias, la base de conocimientos, la memoria de trabajo y otros componentes que otorgan calidad identificados como subsistema de explicación, subsistema de adquisición de conocimientos. Además, dado que un sistema experto se trata de un sistema de información que emula a los sujetos, dispone de interfaces de comunicación con el usuario. Por otra parte, puede ser concebido como un subsistema comprendido en un sistema informático de mayor envergadura.

Dada la complejidad de la sociedad del conocimiento y la transversalidad de las TI y de la GC, la obtención, representación, procesamiento y difusión del conocimiento mediado por herramientas de las TI puede estudiarse y aplicarse desde diversas perspectivas.

A continuación, se presenta una propuesta de categorización de los Sistemas Expertos, fundamentada en la revisión de dos taxonomías de herramientas para gestionar conocimiento.

## Metodología

El método aplicado en el desarrollo del trabajo se fundamenta en un estudio exploratorio que consta de las siguientes fases. Se trata de fases y no de etapas, dado que pueden ejecutarse en forma simultánea y retroalimentarse:

- Revisión de fundamentos de la GC.

- Revisión de taxonomías de herramientas informáticas para gestionar conocimiento.
- Selección de las taxonomías de herramientas de GC expuestas por Tomas Miquel [8] y Núñez Paula y Nuñez Govín [13].
- Estudio y análisis de los sistemas expertos y su categorización en ambas taxonomías elegidas.
- Elaboración de una propuesta superadora e integradora enfocada en los sistemas expertos como herramienta de la GC.

## Resultado

Las herramientas informáticas de GC objetivan la relación entre la GC y las TI, apoyando la ejecución de aplicaciones, actividades o acciones orientadas a la captura, almacenamiento, procesamiento y difusión del conocimiento.

Barragán Ocaña [6] presenta una taxonomía de modelos de GC, y en la categoría identificada como “modelos científicos y tecnológicos de gestión del conocimiento” establece una relación entre la GC y las TI. Es decir, los modelos tecnológicos se valen de las tecnologías de la información y comunicación —mencionando a Internet, bases de datos, sistemas expertos y de información, computadoras, servidores, entre otras— como herramientas para facilitar el uso y aplicación del conocimiento.

Vallverdú [14] menciona que las tecnologías de la información y computación modifican “el modo de producir conocimiento”. Esta afirmación se plasma en la diversidad de herramientas disponibles para apoyar el proceso de adquisición, creación, almacenamiento y difusión del conocimiento.

Atendiendo a la evolución de la disciplina informática y sus subdisciplinas, y siguiendo

a Barchini [15] se resaltan en letras cursivas los conceptos abordados en este trabajo:

- **Objetos:** sistemas, algoritmos, *sistemas informáticos*, web, bases de datos, telecomunicaciones, arquitecturas.
- **Fenómenos:** *gestión de sistemas*, análisis y diseño de algoritmos, performance, interoperabilidad.

Además, los otros conceptos que son analizados e incorporados por las autoras se señalan a continuación:

- **Teorías:** teoría de la computabilidad, matemática y lógica, teoría de los sistemas, cibernética. Se propone incorporar *fundamentos de tecnologías inteligentes*.
- **Métodos y aplicaciones prácticas:** métodos formales, simulación, métodos cuantitativos, métodos cualitativos. Se propone incorporar *métodos y herramientas de la Inteligencia Artificial, aplicaciones derivadas del uso de métodos y herramientas inteligentes en la producción y validación de conocimiento*.

A continuación, se expone un modelo que indaga en los Sistemas Expertos (SE), tecnología simbólica de la IA contemplada como “herramienta de análisis de datos” por Núñez Paula y Núñez Govin [13] y como “sistemas basados en Inteligencia Artificial” por Tomas Miquel [8] y su vinculación con los distintos modos de conversión del conocimiento según Nonaka y Takeuchi [16] y los sujetos cognoscentes – representados por distintos perfiles – que intervienen en su diseño, desarrollo e implementación.

Se propone ampliar la categorización de los SE elaborada por Tomas Miquel [8], quienes en el ciclo de creación de conocimiento los incluyen en uso-desarrollo y en el ciclo de conversión de conocimiento del modelo

SECI los mencionan comprendidos en externalización. Lo expuesto se fundamenta en que el diseño, desarrollo e implementación de un SE involucra la puesta en escena de diversos perfiles de sujetos cognoscentes (figura 1) y las interacciones que de ellos se derivan en los sucesivos ciclos que comprenden la creación y uso de un sistema experto.

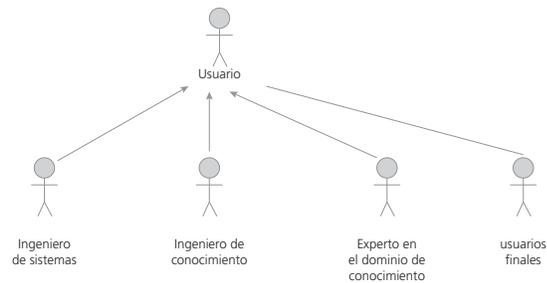


Figura 1. Perfiles de sujetos definidos en la propuesta

Fuente: elaboración propia.

Cabe aclarar que en el trabajo se propone considerar como Ingeniero de Sistemas a distintas áreas de la disciplinas como las desarrolladas por especialistas de requerimientos, usabilidad, diseñadores, desarrolladores y otros sujetos informáticos que ejecutan tareas especializadas.

A fin de proponer un eje para iniciar el estudio y sobre el cual se establecen las relaciones se parte del modelo SECI:

- El modo identificado como *socialización*. el conocimiento tácito es compartido con otros sujetos, quienes también lo adquieren implícitamente y descubren nuevos saberes. La construcción de un SE implica, en sus primeras fases, la puesta en escena de técnicas de Ingeniería del Conocimiento, debido a que el Ingeniero en Conocimiento (IC) obtiene el conocimiento de repositorios – los expertos en el dominio de conocimiento (EDC) – lo

que implica categorizarlos como “obtención de conocimiento” en el ciclo de creación del conocimiento. También puede darse el intercambio de conocimiento tácito entre distintos EDC.

- El modo identificado como *externalización*, es decir, el conocimiento tácito de los especialistas de un dominio es transformado en conocimiento explícito al registrarse en algún documento provisto por la Ingeniería del Conocimiento o la Ingeniería de Requisitos –por ejemplo diagramas UML– patrones o registros para su procesamiento. En ciclos posteriores de la espiral del conocimiento, puede ejemplificarse mencionando que: 1) en el caso de un SE basado en reglas, el conocimiento obtenido se explicita en las reglas que componen la base de conocimiento y la estrategia inferencial del motor de inferencias; 2) en SE basados en probabilidades, la base de conocimiento representa el conocimiento expresado en probabilidades y algún modelo probabilístico como estrategia del motor de inferencias –encadenamiento hacia delante, encadenamiento hacia atrás, mecanismo de resolución–. El ciclo de creación de conocimiento según Tomas Miquel [8] se vincularía con la fase identificada como *uso/explotación del conocimiento*, dado que el conocimiento obtenido es utilizado “como una parte del proceso de trabajo, se refina y se desarrolla”. En síntesis, el Ingeniero del Conocimiento utiliza diversas herramientas para explicitar el conocimiento adquirido, el Ingeniero en Sistema –representando diversas especialidades de la Informática– lo comprende y el conocimiento obtenido se explicita en las reglas o probabilidades que componen la base de conocimiento y se define la estrategia inferencial del motor de inferencias.
- El modo identificado como *combinación*. El SE – como un todo – representa el conocimiento explícito materializado en una herramienta explícita de apoyo a la toma de decisiones. Siguiendo a Tomas Miquel [8], el ciclo de creación de conocimiento podría reflejarse en las siguientes fases: 1) uso/explotación, el conocimiento es utilizado como una parte del proceso de trabajo; 2) creación/descubrimiento que se refleja en la obtención de nuevo conocimiento derivados de estos procesos. A modo de ejemplo para los casos 1) y 2) se menciona que los sujetos comprendidos bajo la denominación Ingeniero de Sistemas comparten sus destrezas y conocimientos de su especialidad, que se plasma en la construcción del sistema experto. Otro ejemplo se ilustra cuando los usuarios finales (UF) interactúan con el SE, nuevos casos no contemplados por el mismo son detectados e incorporados a través del subsistema de aprendizaje, el SE acrecienta su conocimiento, además se refina y se desarrolla. El SE es un sistema rebatible.
- El modo identificado como *internalización*. El conocimiento explicitado en el SE se transforma en conocimiento tácito de sus usuarios, se refiere al “aprender haciendo” Desde el ciclo de creación de conocimiento, Tomas Miquel [8] se refiere a: 1) creación/descubrimiento del conocimiento, dado que su uso permite obtener nuevo conocimiento, los usuarios finales interactúan con el sistema experto y acrecientan su conocimiento. 2) la difusión del conocimiento a través del sistema experto. El conocimiento aprendido se constituye en “el punto de partida para la creación de nuevo, reiniciándose así el ciclo” [8], analogando con ciclos de espiral de conocimiento. La difusión permitiría incrementar el capital intelectual de otros

destinatarios y podría concebirse como el inicio de un nuevo ciclo de creación de conocimiento. El SE es implementado en una comunidad de usuarios, que se apropian del saber brindado por el sistema inteligente como respuesta a un problema de conocimiento planteado. Además, el sistema experto también puede emplearse como herramienta de instrucción.

El análisis expuesto permitiría proponer que un sistema basado en Inteligencia Artificial estaría comprendido en distintas fases del ciclo de creación y el ciclo de conversión de conocimiento definido por Nonaka y Takeuchi [16], de acuerdo con la interacción entre distintos perfiles de sujetos cognoscentes. Además, se continuará profundizando el estudio aquí relatado vinculado a la categorización de herramientas mediadoras de sistemas inteligentes.

## Conclusiones

En este trabajo describió una innovadora categorización de los sistemas expertos desde una mirada interdisciplinaria e integradora de Tecnologías de la Información y Gestión del Conocimiento a partir de la revisión de dos taxonomías de herramientas de la TI para apoyar la GC.

Asimismo, integrando el campo de la GC y de la IA, se asume que los sistemas expertos representan el capital intelectual de los sujetos cognoscentes que intervienen en distintas fases de su construcción y también en aquellas actividades asociadas al proceso de verificación y validación dado que, al detectar inconsistencias o proponer mejoras, transmiten sus experiencias, habilidades, conocimientos. Se considera a las herramientas de la TI como productos del CI, debido a que son creadas en la mente de sujetos cognos-

centes como respuesta potencial a un determinado problema, valiéndose de métodos, herramientas y dispositivos informáticos para apoyar la toma de decisiones.

Los modelos de GC pretenden expresar la relación existente entre teorías y realidad. Se puede pensar en una herramienta informática para la GC, como un software que incorpore las TI para abordar el conocimiento organizacional y que además colabore en la generación, la distribución y la toma de decisiones. Parafraseando a Morin [17] la matriz disciplinar del paradigma de la complejidad es dinámico, arborescente, en constante construcción, por lo que es necesario indagar continuamente en nuevas herramientas de las TI y su categorización, a fin de reflejar innovaciones en la disciplina.

## Referencias

- [1] T. H. Davenport, *Process Innovation: Reengineering Work Through Information Technology*, Publisher: Harvard Business School Press. October 1992. Acces: 20/02/2013. Disponible en [www.tomdavenport.com/books.html](http://www.tomdavenport.com/books.html)
- [2] I. Martín, "Retos de la comunicación corporativa en la sociedad del conocimiento: de la gestión de información a la creación de conocimiento organizacional", *Signo y Pensamiento*, XXVI, No. 51, 52-67, 2007.
- [3] E. Bueno Campos, "El capital intangible como clave estratégica en la competencia actual", *Boletín de Estudios Económicos*, (164), 207-229, ISSN: 00066249, 1998. Acceso: 20/02/2013. Disponible en: [www.europa.sim.ucm.es](http://www.europa.sim.ucm.es)
- [4] D. Garvin, "Building a learning organizations", *Harvard Business Review*, 78-91, 1998. Disponible en <http://hbr.org/1993/07/building-a-learning-organization/ar/1>

- [5] C. Lee Blanco, "El capital intelectual y las redes del conocimiento", *INNOTEC Gestión*, No. 4, 22-29, 2012.
- [6] A. Barragán Ocaña, "Aproximación a una taxonomía de modelos de gestión del conocimiento", *Intangible Capital*, 5, Vol. 1, 65-101, 2009.
- [7] D. Rodríguez Gómez, "Modelos para la creación y gestión del conocimiento: una aproximación teórica", *Educar*, Vol. 37, 25-39. Acceso: 23/03/2012. Disponible en <http://ddd.uab.es/pub/educar/0211819Xn37p25.pdf>
- [8] J. V. Tomás Miquel, R. Poler Escoto, J. Capó Vicedo, M. Expósito Langa, *Las herramientas de gestión del conocimiento. Una visión integrada*, en VIII Congreso de Ingeniería de Organización, Acceso: 22/03/2012. Disponible en <http://io.us.es/cio2004/comunicaciones/725-734.pdf>
- [9] E. Castillo, J.M. Gutiérrez, A. S. Hadi, *Sistemas expertos y modelo de redes probabilísticas*, Ed Springer-Verlag, New York, 1997.
- [10] J. A. Freeman, D. M. Skapura, *Redes neuronales. Algoritmos, aplicaciones y técnicas de programación*, Ed. Addison Wesley - Diaz de Santos, 1991.
- [11] S. Haykin, *Neural Networks. A Comprehensive Foundation*. Macmillan Publishing Company, 1994.
- [12] E. J. Rzepoluck, *Neural network data analysis using Simulnet*. Ed. Springer, 1998.
- [13] I. C. Núñez Paula, Y. Nuñez Govín, "Propuesta de clasificación de las herramientas - software para la gestión del conocimiento", *Acimed*, Vol. 13, No. 2, 2005. Acceso: 16/05/2012. Disponible en [http://bvs.sld.cu/revistas/aci/vol13\\_2\\_05/aci03\\_05.pdf](http://bvs.sld.cu/revistas/aci/vol13_2_05/aci03_05.pdf).
- [14] J. Vallverdú, "Apuntes epistemológicos a la e-Ciencia", *Revista de Filosofía*, Vol. 64, 193-214, 2008.
- [15] G. E. Barchini, N. B. Fernández, M. Y. Lescano, "Modelo curricular de la informática", *Revista Iberoamericana de Educación*, Vol. 42. No. 3, 2007.
- [16] I. Nonaka, H. Takeuchi, *The Knowledge-Creating Company*, EEUU: Oxford University, 1995.
- [17] E. Morin, E, *Introducción al pensamiento complejo*, Barcelona: Gedisa editorial, 1997.
- [18] S. Durst, I. R. Edvardsson, G. Bruns, "Knowledge creation in small construction firms", *Journal of Innovation Management*, JIM Vol. 1, No. 1, 125-142, 2013. Acceso: 20/02/2013. Disponible en <http://www.open-jim.org>, <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0>