

APLICACIÓN DE UN SISTEMA EXPERTO (SE) PARA LA AUTO EVALUACIÓN DE INNOVACIÓN EN PYME DE PED. CASO PANAMÁ

Sidia Moreno R.

Víctor, López C.

Paulo, Picota C.

Mario Góngora B.

Leonardo Fields M.

Universidad Tecnológica de Panamá

Agueda García C.

Universidad Politécnica de Cataluña

Abstract

We study the way to incorporate evaluation processes for endogenous capacities in Small and Medium Business (SMB) employing an Expert System (ES) approach with the objective of exploring the effect that such approach might have in the processes of management of innovation. For the conceptual and logical design we have considered three initial parts of the Architecture of an Expert System: the knowledge elicitation process, structuring the knowledge base (KB) and the planning of the inference mechanism (IM). Through an adaptation of the CommonKADS methodology we have described the methods and the structure of the knowledge that will be used. The development of the inference mechanism (IM), it has been tested using the shell JESS (Java Expert System Shell), a rule engine and scripting environment written in Java.

A Knowledge Base is generated. In order to do that, a set of forms is provided to the expert to guide the interview. Next an analysis process is carried on about the consistency of the information requested in the forms, in terms of the guidelines followed to built the ES, and the formal interview with the expert is carried out. The experience has allowed us to adequate, to a quite simple language.

Keywords: Self Evaluation, Innovation, Expert System, CommonKADS, Jess, SMB.

Resumen

Se estudia cómo incorporar procesos de evaluación de capacidades endógenas en Pequeñas y Medianas Empresas (PYME) a un SE con la finalidad de explorar el efecto que podría producir su aplicación en los procesos de gestión de innovación. Para el diseño conceptual y lógico se han considerado tres partes iniciales del SE: extracción de conocimiento, estructuración de la base de conocimiento, y planteamiento del motor de inferencia. Mediante la adaptación de la metodología CommonKADS se describen los métodos a través de los cuales se procederá a hacer la extracción y estructuración del conocimiento a utilizar. Para el desarrollo del motor de inferencia se investiga sobre la aplicabilidad de Jess, motor de reglas desarrollado en lenguaje de programación Java.

Para generar la base de conocimiento, se utilizó conocimiento del experto, que fue posible extraer mediante una serie de plantillas utilizadas en las tareas de evaluación de PYME. Se realiza un proceso de análisis de la consistencia de la información solicitada en las plantillas,

en términos de las pautas que se utilizan para la construcción de un SE y posteriormente se entrevista al experto. Se adecua a un lenguaje sencillo las preguntas e indicadores, para su fácil interpretación en las PYME.

Palabras clave: Autoevaluación, innovación, Sistema Experto, CommonKADS, Jess, PYME

1. Introducción

La especificidad de las capacidades de la empresa es consecuencia de la combinación de la heterogeneidad de sus procesos de innovación y del carácter tácito, específico e idiosincrático del conocimiento. Lo que lleva a caracterizar a la empresa como una organización de aprendizaje colectivo, con su propia particularidad o capacidad competitiva (Lall, 1992). La evaluación de estas capacidades desde un enfoque *botton up* le permite evidenciar y descubrir elementos claves para impulsar la innovación para su competitividad.

Los métodos actuales de evaluación de procesos de innovación en PYME de PED resultan insuficientes para su caracterización a nivel micro (RICYT, 2001), pues aunque permiten describir los procesos, desde el punto de vista de las actividades de innovación y del producto innovativo, no profundizan en los elementos internos que propician o no, estas actividades, productos y resultados obtenidos. Se desconoce sobre las particularidades de tales procesos, es decir, de cómo y bajo qué condiciones se generan.

Profundizar en estudios explicativos de la innovación a nivel de micro empresas desde el enfoque de sus capacidades, requiere de información específica y estructurada sobre la empresa que por lo general no se posee (Moreno, S. García, A., 2010). Es necesario un seguimiento continuo y particularizado, que resulta costoso y poco viable para la mayoría de las empresas de la región. Debido a esta situación se explora la aplicación de un Sistema Experto (SE) para la autoevaluación de capacidades endógenas y el efecto que podría producir su aplicación en los procesos de gestión de innovación de las empresas.

Un SE es un Sistema Basado en Conocimiento (SBC) que emula el comportamiento de un experto al momento de resolver problemas de un dominio específico. Constituye una herramienta para la gestión de aprendizaje válida para los procesos de autoevaluación de innovación y descansan básicamente en los siguientes puntos:

- El conocimiento forma parte de distintos procesos organizativos que aportan valor a la organización.
- Estos procesos consisten de una serie de actividades que agregan valor al que hacer empresarial.

El SE mantiene la funcionalidad de orientar a los usuarios durante el proceso de análisis de su entorno e identificación de su perfil empresarial, tal como si se tratara de un experto del área. La orientación consiste en el suministro de información que le facilite a la empresa focalizar actuaciones de gestión de innovación a partir de situaciones reales u oportunidades.

Para el desarrollo del estudio se ha de partir de los resultados de investigación de la generación de una metodología de evaluación de innovación en PYME de PED (Moreno, S., González, M., 2009).

2. Objetivo

Desarrollar un modelo conceptual y lógico de un SE para evaluar capacidades endógenas y explorar el efecto producido en procesos de gestión de innovación en PYME.

3. Metodología del estudio

La investigación se realizó en cinco pasos: 1. Análisis de la consistencia de la información contenida en los instrumentos de recolección de conocimiento, para lo cual se adecuan las preguntas contenidas en las plantillas generadas en el trabajo de tesis doctoral (Moreno, S., García, A., 2010) 2. Diseño de modelo para la generación de la Base de Conocimiento (BC) 3. Determinación de la base de hechos según reglas establecidas por el ingeniero de conocimiento 4. Generación del motor de inferencia a partir de la base de hechos y el conjunto de reglas establecidas 5. Verificación de la aplicabilidad del módulo de diagnóstico de capacidad para innovar mediante casos de estudio. 6. Análisis de resultados y conclusiones.

Se partió de las siguientes preguntas de investigación:

- ¿Cómo aprenden las PYME? - Enfrentando día a día sus problemas y necesidades
- ¿Qué les interesaría aprender? - Sólo aquello que les va a resolver el problema
- ¿Qué deben aprender? - A conocer sus propias capacidades y a identificar oportunidades y de cómo pueden ser aprovechadas
- ¿Cómo podrían descubrir por ellas mismas sus Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (FODA) para innovar más? - Aprender haciendo
- ¿Cómo lograr motivarles para que aporten de manera efectiva al fortalecimiento de sus capacidades? - Generando conocimiento y valor a lo que hacen a diario.
- ¿Existe una manera de facilitar y acumular aprendizajes en las PYME? - Los SE facilitan la creación de la base de conocimiento de la empresa a través de experiencias y de hechos.

Diseño de la Base de Conocimiento (BC)

En primera instancia se analiza cómo lograr la adquisición del conocimiento. Para ello se elaborara un esquema de representación de términos de cada una de las capacidades diagnosticadas. Según la literatura se requiere dos elementos básicos para su efectividad:

- a. Explicación de los razonamientos o base del conocimiento: deben seguirse ciertas reglas o pasos comprensibles producto de la acumulación de conocimientos sustentados en hechos.
- b. Adquisición de nuevos conocimientos para integrar el sistema: deben generarse mecanismos de razonamiento que sirven para modificar y estructurar los conocimientos anteriores.

Como metodología de desarrollo, se utiliza CommonKADS, que para su desarrollo contempla los siguientes seis modelos o agrupación estructurada del conocimiento: organización, tareas, agentes, comunicación, conocimiento y diseño. Los tres primeros definen el contexto y los dos siguientes proporcionan requisitos de entrada que guían la implantación del sistema de acuerdo al modelo de diseño.

El modelo de conocimiento es fundamental ya que describe el conocimiento que posee un agente para realizar una tarea y la estructura del mismo en función de su uso. El modelo posee tres categorías disjuntas: el conocimiento de tareas, el conocimiento del dominio de la aplicación (se razona al respecto) y el conocimiento sobre inferencias (asociaciones entre roles del conocimiento y elementos del conocimiento del dominio).

Siendo nuestro caso particular el diagnóstico de las capacidades para innovar, el diseño conceptual ha sido posible mediante el modelado representado por la estructura de los conceptos identificados en la fase de adquisición del conocimiento requerido para generar la BC que involucra tres componentes básicos: las tareas, los métodos y los mecanismos.

La tarea es el problema real que se está abordando, aunque también puede ser una especificación abstracta (entrada) de un objetivo a alcanzar a través del método. Entendiéndose como método un modelo independiente que indica cómo se resuelve el problema especificado por la tarea. La tarea también incluye definiciones abstractas de la solución (salida) y las relaciones que se deben mantener entre ellas. La especificación de la tarea condiciona la selección del método. En términos más específicos el método posee una definición abstracta de roles que definen el conocimiento del dominio en la resolución del problema.

Para seleccionar el método se tuvo en cuenta la experiencia con relación al problema, la compatibilidad de los métodos que cooperan en la resolución del problema (es nuestro caso las guías metodológicas contenidas en el Manual de Oslo y Manual de Bogotá (RICYT, 2001) y la metodología TEMAGUIDE (COTEC, 2005) han sido fundamentales, así como los objetivos planteados. El método es capaz de delegar problemas a sub-tareas que a su vez pueden ser resueltos por otros métodos.

El mecanismo ha de entenderse como una caja negra de un método que no admite descomposición (métodos Primitivos). Tal es el caso del motor de inferencia en la aplicación del CommonKADS.

4. Descripción del Caso de Estudio

Se trata del proceso de evaluación de innovación en PYME Panameñas. La definición de parámetros para el auto diagnóstico según la metodología aplicada tiene en cuenta tres ejes de actuación dentro del proceso que han de ser considerados como **tareas** según la metodología CommonKADS:

- Eje de actuación 1: Identificar lo que la empresa le interesa hacer
- Eje de actuación 2: Determinar lo que la empresa está en capacidad de hacer
- Eje de actuación 3: Definir lo que la empresa requiere hacer para su competitividad

Eje de actuación 1: Identificar lo que a la empresa le interesa hacer

Se identifican los problemas u oportunidades durante los procesos gerenciales. Para mantener el ámbito de actuación que interesa en la evaluación de innovación serán tomados en cuenta solo aquellos que respondan a las funciones de Gestión Tecnológica (GT) (Tabla 1).

Eje de actuación 2: Determinar lo que la empresa está en capacidad de hacer

Según la metodología propuesta este paso responde a la determinación de una Línea Base (LB) que ha de ser establecida con el proceso de auto diagnóstico apoyado en el

SE, que permite identificar alternativas de actuación frente a los resultados del auto diagnóstico (Fig. 1).

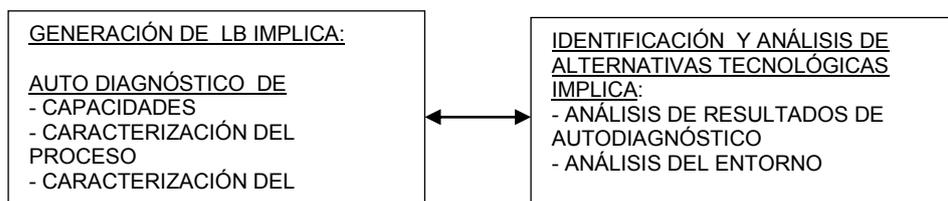


Fig. 1 Eje de actuación 2 - Establecimiento de LB (Lo que la empresa está en capacidad de hacer)

Eje de actuación 3: Definir lo que la empresa requiere hacer para innovar

Este nivel de actuación está relacionado con el proceso “Focalizar” (Moreno, S., García, A., 2010), para ello cada problema o área de mejoramiento es convertido (en términos positivo) a un objetivo, el cual puede ser planteados según las 4 funciones de Gestión Tecnológica (GT, habrá que preguntarse si el objetivo planteado está relacionado con:

- la necesidad de establecer una estrategia tecnológica
- la adquisición de nueva tecnología
- el desarrollo de un nuevo producto o servicio
- o la necesidad de introducir otro tipo de innovación

Tabla 1: Áreas de mejoramiento y/u oportunidades según funciones de GT

Identificación de la situación en la empresa	Falta de una Estrategia Tecnológica	Necesidad de adquirir una nueva o mejor Tecnología	Oportunidad o necesidad de Innovar Procesos	Oportunidad para nuevos productos o servicios
<u>Áreas de mejoramiento en:</u> -Producción -Operación y mantenimiento -Mercadeo y Ventas	X	X	X	
<u>Oportunidades para:</u> -Mejorar producto o servicio -Nuevo producto o servicio -Mejorar proceso			X	X

Según el eje de actuación 2, lo que la empresa está en capacidad de hacer estará determinado por la evaluación de los siguientes factores representativos en el estudio de un proceso de evaluación de innovación (RICYT, 2001):

Evaluación de capacidades endógenas (CE) – Perfil Empresarial

- Capacidad para innovar (CI)
- Capacidad de Gestión Tecnológica (CGT)
- Capacidad de Gestión de Aprendizaje (CGA)
- Capacidad de Absorción de Tecnología (CAT)
- Capacidad de eslabonamiento tecnológico (CET)

Caracterización del Proceso

Se proponen un conjunto de categorías de análisis a partir de indicadores recomendados en Manual de Bogotá (RICYT, 2001) y factores e indicadores utilizados en estudios específicos en la región. Se han definido las categorías de análisis para describir el proceso y esfuerzos de innovación en una PYME, así como el producto y resultados obtenidos de sus procesos de innovación. Lográndose una caracterización del proceso de innovación.

Descripción de los Resultados (el producto, efectos e impactos)

El producto es visto desde los 4 posibles tipos de innovación (OCDE, 2003) y los resultados desde el punto de vista de productos intermedios (innovaciones incrementales) y los efectos e impacto obtenido con la innovación sin importar su tipo.

Desarrollo del Modelo Conceptual del SE

Se ha desarrollado mediante la adecuación y aplicación de la Metodología CommonKADS. Seleccionada por ser una metodología que gira alrededor del modelo de experiencia y está pensada para desarrollar un SBC que interactúe con el usuario de manera directa. Además de que es posible alcanzar un alto nivel de detalle en la descripción de los modelos que se utilizan.

CommonKADS está orientada hacia la realización de actividades de modelado que desarrollan un conjunto de modelos para expresar diferentes perspectivas de la situación que se está analizando (problemática) y actividades de administración del proyecto donde a los modelos se le asocian estados con los cuales se lleva a cabo la gestión del proyecto de I+D+i (evaluación del proceso de innovación). Los modelos que conforman el método son: Organización, Tarea, Agente, Conocimiento, Comunicación y Diseño. El modelo de conocimiento es de especial interés en este trabajo ya que permite especificar el conocimiento de experticia requerido para emular la capacidad de orientar y guiar de los expertos del dominio.

Estructura básica de un SE:

Base de conocimiento (BC)

Base de hechos (memoria de trabajo)

Motor de inferencia, modela el proceso de razonamiento humano

Módulo de justificación

Interfaz de usuario

Modelo de Organización

Este modelo permite realizar el análisis de la organización donde se introducirá el SE. En este caso se identifican los problemas, oportunidades y demás aspectos relacionados con el entorno organizativo de la gestión gerencial.

Modelo de Tarea

Este modelo muestra las tareas que serán realizadas en el entorno organizativo en que se propone instalar el SE. Además proporciona el marco para su distribución entre los agentes (considerando que estos pueden ser humanos o de software). El modelo facilita el análisis de las tareas y la forma en que éstas se relacionan. Se utilizó la técnica de diagrama estructural (o de proceso) para especificar, formalizar y visualizar las tareas (ver Fig. 2).

Modelo de Agentes

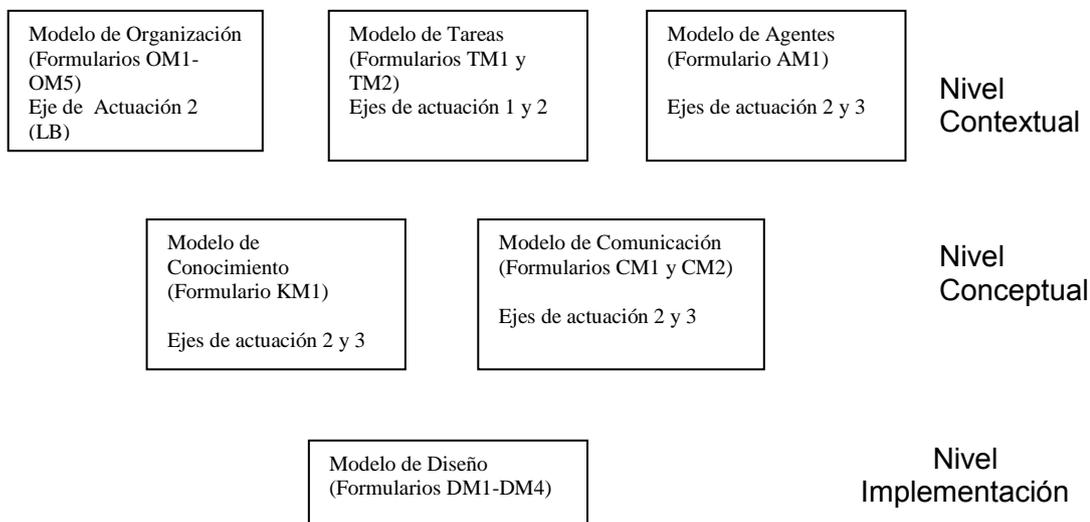
En este modelo se describen las competencias, características y restricciones de los agentes, la descripción se hace en base a las hojas de trabajo propuestas en la metodología CommonKADS.

Modelo de Conocimiento

El propósito de este modelo es describir el conocimiento que posee el sistema experto y que es relevante para la consecución de las tareas. Los componentes principales en el desarrollo de este modelo se muestran a continuación:

Relación de los ejes de actuación de la Metodología Propuesta para la Evaluación de Innovación y la estructura de modelos del CommonKADS. En el presente estudio nos enfocamos en el Nivel Contextual y en el Nivel Conceptual.

Fig. 2: Aplicación conjunta de metodologías



- Se realizó la revisión y depuración de cada plantilla para el proceso de auto evaluación en las PYME para posteriormente realizar el diseño del SE con un mayor grado de efectividad, también fue posible mejorar el proceso propuesto inicialmente. En primera instancia se realizó un proceso de análisis de la consistencia de la información solicitada en las plantillas en términos de las pautas que se utilizan para la construcción de un SE.

- Al interactuar con las empresas solo mostraron interés en la solución de ciertos problemas específicos. A partir de esta actuación, se consideró entonces construir una estructuras metodológica que fuesen capaces de despertar su interés y almacenar el esquema cognitivo usado por los expertos para la identificación, estas estructuras se denominaron patrones de identificación. Para cada proceso se formalizaron los patrones de identificación en una estructura matricial, similar a la mostrada en la Tabla 2.
- Una vez identificadas las plantillas en las cuales se presentaba algún tipo de inconsistencia se procedió a mejorar los instrumentos de la metodología propuesta.

5. Resultados

- El estudio ha permitido generar una descripción conceptual y contextual del proceso de evaluación de innovación desde el enfoque de los SBC mediante la aplicación de CommonKADS, lo cual constituye un precedente novedoso dentro de este ámbito de investigación.
- El modelo de organización puede ser simplificado para particularizar el proceso analizado (evaluación de innovación).
- La experiencia ha permitido adecuar a un lenguaje sencillo las preguntas e indicadores de cada una de las plantillas que se proponen para la evaluación de las capacidades endógenas para innovar, para que sea de fácil interpretación en las PYME.
- El conocimiento usado para emitir las orientaciones y finalmente generar la evaluación y perfil empresarial (LB), ha sido una combinación de reglas de producción y patrones de identificación, contruidos a partir del conocimiento fundamental sobre evaluación de innovación y de experiencia, adquirido a través de entrevistas con el experto y de la aplicación de la Metodología CommonKADS.

6. Referencias

COTEC (2005). Pautas Metodológicas en Gestión de la Tecnología y de la Innovación para Empresas: TEMAGUIDE, Tomo 1, Madrid.

Estay, C., Acevedo, R. y Gracia, S. (2003a). Formación en proyectos y gestión del conocimiento. Ponencia presentada en: Conferencia Iberoamericana en Sistemas, Cibernética e Informática, Orlando, Florida.

Estay, C., Gracia, S., Cisteró, J. y García, A. (2003f). Gestión y construcción de innovaciones en la sociedad de la comunicación: una propuesta integradora desde la ingeniería de proyectos. Ponencia presentada en: XI Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas, Villanova i la Geltrú.

Fajzylber, Fernando (1998), Citado en La Ventaja Competitiva de la Actividad Empresarial_Antioqueña, Cámara de Comercio, Medellín, página 11.

García, A. (2004). Metodología de enseñanza-aprendizaje colaborativo y cooperativo basada en la resolución de problemas-proyectos con soporte de entornos virtuales de trabajo. Universidad Politécnica de Catalunya, Barcelona. 158 pp.

Hidalgo, A., León, G., Pavón, J., (2000). La Gestión de la Innovación y la Tecnología en las Organizaciones. Editorial Pirámides. ISBN-84-368-1702-8

INGENIO (CSIC-UPV) y Fundación Innova (2007). La Construcción de Ventajas Regionales a partir de los Sistemas de Innovación, Ciclo de Seminarios "Ciencia e Innovación", Philip Cooke, Madrid, España.

Jacques Morin (2001), Gestión de Innovación, GETEC, ETSIT.

Lall, S. (1992). "Technological Capabilities and Industrialization", World Development, Vol 20, No 2.

Moreno, S. García, A.,(2010), Base Metodológica para la Gestión del Aprendizaje en Procesos de Evaluación de Innovación en PYME. XIII Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología, APANAC, Panamá.

Moreno, S. González. M.,(2009), Base Metodológica para Impulsar Innovación en PyME de Países en Desarrollo. XIII Congreso Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica, ALTEC, Cartagena, Colombia.

Moreno, S; González, M., (2008). Metodología para el Modelado de la Gestión de la Innovación en PyME. Caso Panamá, IX Congreso de Proyectos de Ingeniería, AIPRO, Zaragoza, España.

OCDE (2000). Informe sobre Innovación: Aplicación de los Conocimientos para el Desarrollo del Proyecto ODM.

OCDE (2003). Manual de Frascati: Propuesta de Norma Práctica para Encuestas de Investigación y Desarrollo Experimental, ISBN 84-688-288-2.

RICYT (2001): Normalización de Indicadores de Innovación Tecnológica en América Latina y el Caribe. MANUAL DE BOGOTÁ, COLCIENCIAS/OCYT, Marzo.

7. Correspondencia

Universidad Tecnológica de Panamá

Phone: 507 2908439

Fax: 507 2908439

E-mail : sidia.moreno@utp.ac.pa

URL : www.utp.ac.pa/registro de investigación

8. Agradecimiento

- SENACYT – Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación de la República de Panamá (www.senacyt.gob.pa).

- UPC – Universidad Politécnica de Cataluña (UPC), Departamento de Proyectos de Ingeniería de la República de España.