



Modelo de investigación en ingeniería apoyado por la gestión del conocimiento

Model engineering research supported by knowledge management

Luis Leonardo Rodriguez Bernal¹ Víctor Hugo Medina García² Lillyana María Giraldo Marín³
Jose Fernando Lopez Quitero⁴

Para citar este artículo: Rodriguez, L.L., Medina, V.H., Giraldo, L.M. y Lopez, J.F. (2015). Modelo de investigación en ingeniería apoyado por la gestión del conocimiento. *Revista Redes de Ingeniería*. 6(2), 17-25.

Recibido: 19-agosto-2015 / **Aprobado:** 10-noviembre-2015

Resumen

Este artículo presenta un modelo de investigación en ingeniería basado en estrategias de gestión del conocimiento, el cual pretende mejorar las relaciones entre la academia, la investigación y la empresa, con el propósito de reducir la brecha existente entre el factor de información y de conocimiento, a fin de fortalecer la investigación en ingeniería.

Para dicho propósito se empleó la teoría de la complejidad aplicada a los grupos de investigación académicos, donde se espera relacionar las características que le son propias y aportar conjuntamente soluciones a los problemas de la sociedad actual, especialmente en la aplicación de las posibles innovaciones (nuevas o de conocimientos mejorados) encontradas con el apoyo de la empresa pública o privada.

Palabras clave: academia, empresa, gestión del conocimiento, ingeniería, investigación, modelo.

Abstract

This paper presents a model of research in engineering based on strategies for knowledge management, which aims to propose better relationships between the academy, the research and the business sector that look for bringing down the gap existed in the information field and knowledge to strengthen the research in engineering.

For this purpose, it was employed the complexity theory, applied to the academic research groups where it is expected to relate the features that are implicitly stated looking for providing common solutions to the problems presented in the current society; especially in the implementation of the possible innovations (new or improved knowledge) found with the support of the public or private companies.

Keywords: academy, engineering, enterprise, knowledge management, model, research.

1. Msc. Economía, Univesidad de los Andes, Colombia. Esp. Planifiacion y administracion del desarrollo regional, Univesidad de los Andes, Colombia. Docente de la Facultad de Ingeniería, Universidad Distrital, Colombia. llrodriguez@udistrital.edu.co, deoltda@hotmail.com.
2. Ingeniero de Sistemas, Universidad Distrital, Colombia. Doctorado En Ingeniería Informática, Universidad Pontificia de Salamanca. vmedina@udistrital.edu.co
3. Facultad de Ingeniería, Facultad de Ingeniería, Universidad de Medellín, Medellín, Colombia, lillyanagiraldo2012@gmail.com
4. Corporacion unificada nacional de educacion superior CUN, Colombia. jflopezq@hotmail.com.

INTRODUCCIÓN

En la universidad la investigación propone profundos cambios sociales que buscan una respuesta que conduzca a la transformación institucional, que mejore la relación entre la academia, la investigación y la empresa. Para lograr este propósito se pretende diseñar un modelo de gestión del conocimiento en el contexto universitario, apoyado por las TIC, que facilite y amplíe el desarrollo científico, técnico, educativo e intelectual.

Adicionalmente, la globalización del conocimiento con nuevos procesos y esquemas de desarrollo, busca generar un nuevo paradigma organizativo y educativo aplicado a la educación superior, donde se ofrezca educación y servicios de alta calidad. El capital intelectual y en especial el capital humano es la base que sustenta un modelo organizacional basado en gestión del conocimiento. La universidad ha acumulado el conocimiento en formas diferentes, tales como investigaciones, técnicas, modelos o procesos, modelos de aprendizaje, entre otros que se deben gestionar para ser competitivos.

Basados en el enfoque de un modelo organizacional, la universidad brinda a la academia el manejo de procesos que facilitan el seguimiento de actividades como: la docencia, los proyectos de investigación, la extensión, con nuevos programas académicos donde converjan la empresa y la universidad.

Con la gestión del conocimiento en la relación academia, investigación y empresa, se espera optimar la colaboración nacional e internacional de los investigadores o expertos de diferentes temas, aumentando así la interdisciplinariedad, mejorando la resolución de problemas complejos, lo cual busca aplicar los conocimientos avanzados en diferentes áreas de la investigación.

De igual manera, se debe concebir la dinámica de los grupos de investigación de las ciencias [1]

y es necesario ver los procesos de la investigación en ingeniería desde la perspectiva de la teoría de la complejidad [2], que hace referencia al sistema complejo adaptativo, que están en permanente interacción con su entorno; este es un sistema abierto donde fluye la información y la comunicación con el contexto, permitiéndole transformarse, adaptarse y evolucionar, con el propósito de permanecer en el tiempo.

FUNDAMENTACIÓN DE LA GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO Y LA INVESTIGACIÓN

La gestión de conocimiento es un término nuevo en el entorno universitario, a pesar de que es bien sabido que la comunidad académica no conoce su alcance y muchas veces el significado que implica dicha gestión. Esta comunidad utiliza la información que pasa a través de los procesos de aprendizaje, resolución de problemas, planeación estratégica y toma decisiones en situaciones claves, sin añadir valor agregado a la misma. La gestión del conocimiento se emplea desde la enseñanza de lo social de parte de los padres a sus hijos o la enseñanza académica de los docentes a sus estudiantes.

Como argumenta Contreras [3], las organizaciones se han dado cuenta de que existen activos intangibles (la información y el conocimiento) que deben administrarse bien, para poder generar ventajas competitivas y así competir en una economía globalizada. A mediados de los 90 surge la gestión del conocimiento, definiéndose como el conjunto de procesos que guían el análisis, la propagación, la utilización y la transferencia de experiencias, información y conocimientos para generar valor agregado, entre todos los agentes de una organización.

Esta investigación nace por lo tanto de la necesidad de generar un modelo de gestión del conocimiento para el desarrollo dinámico de la academia, la investigación y la empresa, en la cual se articula las ciencias de la ingeniería, teniendo como base una revisión sobre el tema de integración del

conocimiento y la experiencia interna-externa desarrollada en diferentes actividades de su funcionamiento, responsabilidad social y empresarial.

Para lograr esto, se abordó el tema desde la teoría de la complejidad teniendo en cuenta los sistemas adaptativos y los sistemas inteligentes, que ayudan a optimizar soluciones, abordándose desde los conceptos de redes o jerarquías, generando articulaciones entre las diferentes ciencias de la ingeniería.

Por otra parte, los empresarios no tienen información sobre la capacidad investigativa de las instituciones universitarias o su apoyo a posibles alternativas de soluciones oportunas (ofertas o demandas) puntuales del sector productivo y social.

En la figura 1 se aprecia la reacción sistemática de la academia, la investigación y la empresa, enfocados en la competitividad, la gestión del conocimiento y las actividades estratégicas. A partir del modelo sistémico se muestra las relaciones Académico- Empresariales, donde lo académico se refleja en la investigación y el desarrollo (dinámica científica), lo empresarial se refleja en la economía y la tecnología (dinámica productiva), teniendo en cuenta la innovación para ambos sectores. La organización de la interrelación de los subsistemas entre científico-tecnológico-productivas se basa en las funciones de los docentes y de las economías.

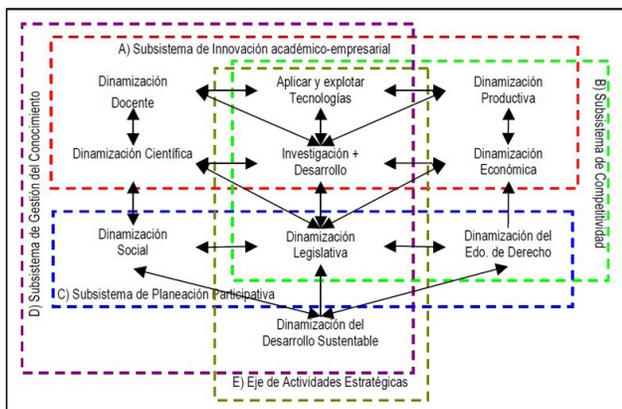


Figura 1. Modelo Sistémico de Relaciones Académico- Empresariales. Fuente: [4].

La economía actual no está en manos de factores como el capital físico (la tierra) o el capital financiero (bancos) para su progreso, hoy buena parte de la economía se fundamenta en su capital intelectual compuesto por los agentes del conocimiento (investigadores), dinamizándola mediante la funcionalidad entre los elementos de obtención, de generación, de aplicación, de apropiación y de explotación de conocimiento. Este nuevo enfoque explica como las empresas internamente acumulan conocimiento por experiencias vividas (aprendizaje), por rutinas organizativas mejorando su competitividad, [5].

En la gestión del conocimiento la empresa se vuelve dinámica cuando adquiere conocimiento acumulado o mediante el aprendizaje en acción, generando nuevos conocimientos, donde participen actores internos y externos [6]. Esta dinámica reúne recursos, personas y esquemas complejos, que se coordinan por medio de la capacidad de aprendizaje que se optimiza por la repetición [7].

Existen sociedades organizadas con capital humano dedicado a la gestión de conocimientos como son las universidades, las empresas, los centros de investigación e innovación, los cuales tienen fuentes de conocimientos en un entorno de información y operación. [8]

Para nuestro caso de estudio, las actividades sensoriales e intelectuales básicas del proceso de gestión de conocimiento en una organización son: la obtención, la combinación, la generación, la acumulación y la aplicación de conocimiento, explicados en la figura 2.

Como se mencionó antes, mediante la generación de un modelo de gestión del conocimiento para el desarrollo de la academia, la investigación y la empresa, obedeciendo a una necesidad de unificar la información y el conocimiento de la ingeniería y la tecnología, en torno a los temas de investigación y proyectos conjuntos de desarrollo, que requiere

de manera permanente tanto profesores como estudiantes y egresados para consultar los avances de la ciencia, se permitirá la búsqueda de soluciones a problemas que plantea constantemente la naturaleza y en particular las áreas del conocimiento que se desarrollan en diferentes proyectos curriculares.

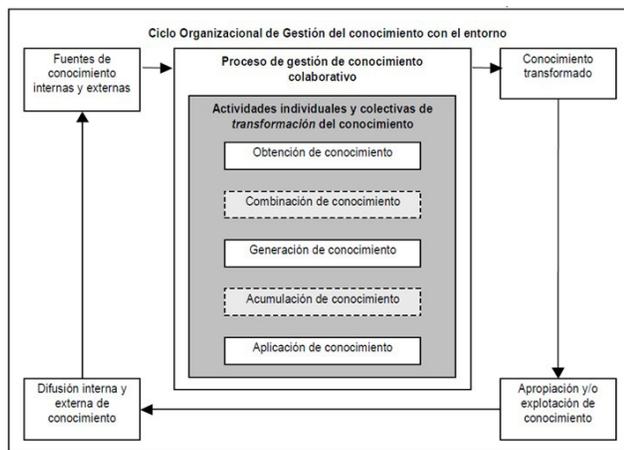


Figura 2. Modelo simplificado de la gestión de conocimiento en las organizaciones.

Fuente: [9].

Asimismo, el esquema organizacional está cambiando radicalmente, la masificación en las comunicaciones, en la globalización, no acepta una organización, si no está dispuesta a progresar. Las actividades desarrolladas en el entorno académico son interesantes, ágiles, convenientes, oportunas y vinculadas a la realidad social. El conocimiento socializado que ofrecen los medios de comunicación hace posible pensar en nuevas formas de educación con cobertura, calidad y disminución de los recursos de inversión.

Además de mejorar los mecanismos con los cuales podamos optimizar los procesos académicos de la universidad, a tal punto que sea uno de los ejes del desarrollo del país.

Se pretende entonces la implementación de un modelo de gestión del conocimiento en el contexto universitario, aplicar un nuevo esquema

organizacional apoyado en los tres nodos que ofrecen la academia, la investigación y la empresa, centrados en la generación de un sistema de gestión del conocimiento.

MODELO DE INVESTIGACIÓN EN INGENIERÍA APOYADO EN LA GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO

El modelo se basa en un contexto socio-cultural y estratégico-evaluativo (figura 3), donde se muestra la relación entre la academia, la investigación y la empresa, se apoya en agentes facilitadores que hacen una gerencia del conocimiento creando un equilibrio de adaptación a los cambios sociales, tecnológicos y económicos, en forma eficaz y óptima. Los componentes (investigación, academia y empresa) contienen recursos basados en el conocimiento que se generan y transfieren mediante relaciones dentro de la red [10].

Los tres nodos interrelacionados: academia, investigación y empresa, asemejan la coexistencia de la universidad y la empresa, cada vez más compleja, interconectada y cambiante, con una perspectiva apoyada por la investigación. Además, se concibe una intersección central entre ellos, que es el núcleo de todo el modelo: la gestión de conocimiento, la cual pretende ser el impulsor del fortalecimiento interinstitucional. Los nodos, constituyen vértices que podrían denominarse el “triángulo inter-institucional” en permanente contacto e interacción, donde fluye la información y el conocimiento apoyados por la tecnología que facilita su proceso. Este modelo se enmarca dentro del ámbito de una sociedad cambiante.

Los nodos del triángulo institucional contienen sub-nodos relacionados entre sí, generando otro nivel de enfoque, estos a su vez contiene otros sub-nodos con otros niveles de enfoque, así se repiten sucesivamente hasta una representación comprensible del modelo en red. Sin embargo, el esquema funcional de jerarquías es un nivel de redes de interconectadas que no afecta la gestión del conocimiento.



Figura 3. Modelo de investigación en ingeniería apoyado en la gestión del conocimiento.

Conceptualmente, en el modelo las organizaciones logran sus objetivos mediante el desempeño de sus agentes facilitadores y la ejecución de sus procesos [11].

En la academia y la empresa, los agentes facilitadores, son los elementos que nos van a permitir impulsar las acciones de la política de la organización universitaria o empresarial, y el cumplimiento de dichas acciones se evalúa de acuerdo al comportamiento de una serie de indicadores que facilitarían la identificación, desarrollo y retención del conocimiento, en definitiva permitirán mantener o cumplir la misión de la organización.

Como se aprecia en el modelo, los agentes facilitadores se asocian a un nodo determinado que proporciona un área delimitada de conocimiento que poseen distintos indicadores que facilitan la decisión sobre las propuestas para la obtención de la estrategia. Los indicadores son unidades de medida que registran la dinámica de los procesos y los desempeños, comprobando la obtención de los objetivos según la misión de una institución [12].

En la práctica, el modelo presenta una abstracción de las relaciones que se puede generar entre la

academia, la investigación y la empresa, donde: la academia como institución genera el soporte organizativo y logístico, para la investigación en la formación de pregrado, maestría y doctorado; pero a su vez también genera desarrollo en la ingeniería y la tecnología, a fin de suplir las necesidades y recibir los recursos de las empresas. Por otra parte, la investigación desde la formación de pregrado, maestría y doctorado genera innovación para las empresas que tienen necesidades y le brinda recursos como soporte sostenible de esta relación. En la intersección de los tres nodos se concibe el conocimiento como fuente de poder central que aporta valor a la organización, que se apoya en las acciones que ayuden a una gestión del conocimiento apropiada.

Por último, la integración en lo académico, lo organizativo y lo logístico se consolida físicamente en el soporte de un centro de investigación científico y tecnológico en ingeniería de una institución superior, donde se aplicará para su funcionamiento el modelo de gestión del conocimiento propuesto.

SIMULACIÓN DE LA RELACIÓN DE LA ACADEMIA, LA INVESTIGACIÓN Y LA EMPRESA

Para nuestro caso y en forma general, se puede crear una relación directa e indirecta entre las variables de aplicación, generación, obtención, apropiación y explotación del conocimiento con respecto a la academia, investigación y empresa; de tal manera que genera resultados como la formación, el desarrollo y la innovación. Además, se retroalimentan las variables iniciales y generan unos ciclos de mejoramiento en la gestión del conocimiento. La figura 4 explica dicho proceso.

La obtención del conocimiento tiene una relación directa con la academia, porque se trata de la capacitación y otras actividades que reciben los profesores para que posteriormente se encarguen de la preparación y de la formación o transferencia del conocimiento a otras personas académicas o administrativas.

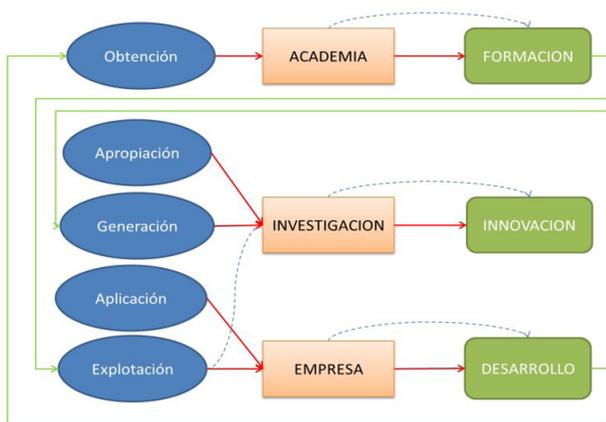


Figura 4. Relaciones de las variables de un modelo de gestión de conocimiento en entidades académicas.

La apropiación y generación del conocimiento tiene una relación directa con la investigación, porque las patentes y las investigaciones generan procesos de innovación del conocimiento.

La aplicación y explotación del conocimiento tiene una relación directa con la empresa, pues por medio de la extensión se genera desarrollo, tanto para ella como para la sociedad.

Siendo un sistema dinámico de conocimiento, todas sus partes están interrelacionadas, pero para nuestro caso de análisis se generan las relaciones indirectas entre la explotación del conocimiento e investigación como soportes de recursos técnicos y económicos, además se tienen las relaciones indirectas como regulación de cada stock según su producto.

Por último, podemos conceptualizar que un sistema dinámico de conocimiento se retroalimenta de los productos hacia las variables para continuar el ciclo de crecimiento en espiral.

Elaboración de los modelos matemáticos y de simulación

Para nuestro ejemplo se aplicó el software Ithink 8, con el propósito de comprender el

funcionamiento del programa se muestran los bloques constructores en Ithink [13], donde se modelaron algunas relaciones básicas, que se explican en la tabla 1.

Tabla 1. Relaciones básicas en Ithink.

 <p>Nivel</p>	<p><i>Nivel:</i> representa las acumulaciones de los <i>stocks</i>, lo que se almacena</p>
 <p>Flujo</p>	<p><i>Flujo:</i> tasa de cambio de un nivel, o niveles. Pueden ser de entrada (llenar) o de salida (desocupar)</p>
 <p>Conect</p>	<p><i>Conector:</i> pasa información entre niveles, convertidores y reguladores de flujos</p>

En el programa el modelo de relación que existe entre los diferentes niveles de stock en la academia, la investigación y la empresa, se alimentan de unos flujos (tasa de cambio), como: la obtención, explotación, aplicación, generación y apropiación del conocimiento (variables). Pero también se muestra que se genera una forma de relación de retroalimentación en la academia con la formación, la empresa con el desarrollo y la investigación con la innovación, que tiene una retroalimentación con el desarrollo; y por último, la investigación tiene un grado de retroalimentación con la innovación. Dicha relación se ve en las ecuaciones que más adelante se muestran.

La academia mediante la formación colabora con la empresa (exploración) y con la investigación (generación), a su vez la empresa (desarrollo) colabora con la academia (obtención), y en conjunto optimizan la gestión del conocimiento en entidades académicas, como se demuestra en este prototipo propuesto para el análisis, aunque se pueden proponer más casos. Lo anterior se explica en la siguiente figura:

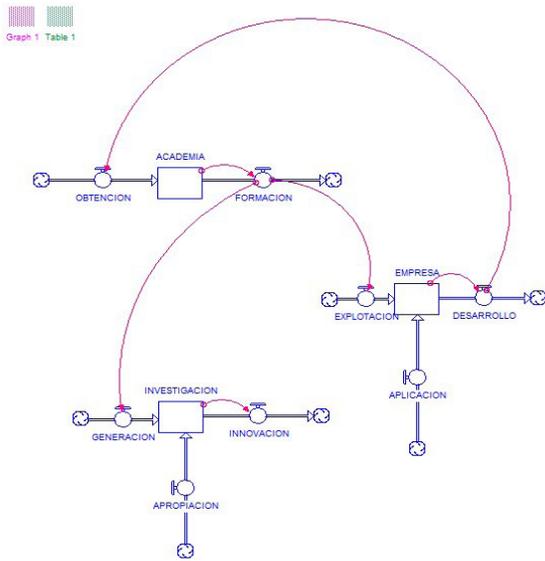


Figura 5. Relaciones de las variables de un modelo de gestión de conocimiento en entidades académicas representado en el programa Ithink 8.

Por último, se muestra las ecuaciones que se utilizaron en el ejemplo del caso donde se modelaron unas reglas y relaciones de los diferentes niveles, flujos y conectores, (figura 6) :

- $ACADEMIA(t) = ACADEMIA(t - dt) + (OBTENCION - FORMACION) * dt$
 INIT ACADEMIA = OBTENCION*0.5
 INFLOWS:
 ↳ OBTENCION = DESARROLLO*0.2
 OUTFLOWS:
 ↳ FORMACION = ACADEMIA*0.5
- $EMPRESA(t) = EMPRESA(t - dt) + (EXPLOTACION + APLICACION - DESARROLLO) * dt$
 INIT EMPRESA = APLICACION*0.2
 INFLOWS:
 ↳ EXPLOTACION = FORMACION*0.7
 ↳ APLICACION = 20
 OUTFLOWS:
 ↳ DESARROLLO = EMPRESA*0.2
- $INVESTIGACION(t) = INVESTIGACION(t - dt) + (GENERACION + APROPIACION - INNOVACION) * dt$
 INIT INVESTIGACION = (GENERACION+APROPIACION)*0.3
 INFLOWS:
 ↳ GENERACION = FORMACION*0.3
 ↳ APROPIACION = 10
 OUTFLOWS:
 ↳ INNOVACION = INVESTIGACION*0.60

Figura 6.

En la tabla 2 se representa la variación de las acumulaciones, los stocks de la academia, la investigación y la empresa a través del tiempo con la cual se construyó el modelo. Donde se mostraba cómo se generarían niveles de la acumulación de conocimiento.

Months	ACADEMIA	EMPRESA	INVESTIGAC
1.00	0.08	4.00	3.00
1.25	0.11	8.81	5.06
1.50	0.18	13.38	6.80
1.75	0.30	17.72	8.29
2.00	0.44	21.86	9.56
2.25	0.60	25.81	10.64
2.50	0.78	29.57	11.57
2.75	0.98	33.16	12.36
3.00	1.19	36.59	13.04
3.25	1.41	39.86	13.63
3.50	1.63	42.99	14.14
3.75	1.86	45.99	14.58

Tabla 2 . Variación de las acumulaciones de la academia, la investigación y la empresa.

Este cuadro representa las acumulaciones de los stocks de la academia, la investigación y la empresa, que se genera en los niveles de la acumulación de conocimiento. Es de aclarar que esto es una simulación somera de la realidad, pero en la cual se sigue investigando y simulando.

Se concluye que usando un software como Ithink podemos aplicar una dinámica de sistemas, para modelar sus niveles, sus flujos y sus conectores de las relaciones existentes de un sistema, como el propuesto donde interviene la academia, la investigación y la empresa, y poder simular, validar y probar con datos más específicos y reales. Para el ejemplo se puede ver que existirá un punto de equilibrio donde se generara desarrollo estable en la gestión de conocimiento en entidades académicas. Lo anterior se demuestra en la figura 7.

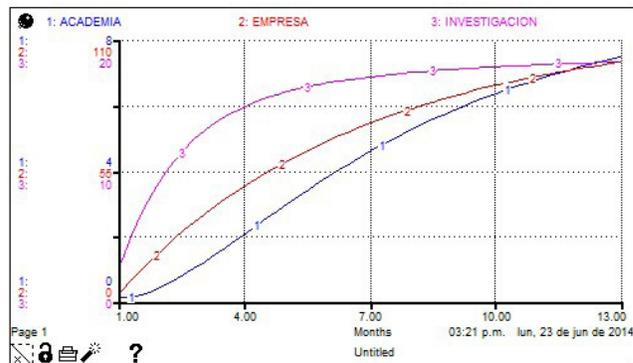


Figura 7. Niveles de acumulación del conocimiento en la academia, la investigación y la empresa.

CONCLUSIONES

En este artículo se ha planteado un modelo de investigación en ingeniería apoyado por la gestión del conocimiento en una organización universitaria, el cual pretende demostrar la necesidad de cambiar o mejorar las estructuras tradicionales o clásicas por un modelo de funcionamiento más funcional, ágil y eficiente que permita redefinir las áreas para la producción, la difusión e intercambio del conocimiento, apoyándose en las TIC.

La academia en función de la universidad debe iniciar reformas estructurales, reformas organizacionales y reformas financieras que solucionen problemas de acceso tecnológico, participativo y globalizado, para las nuevas formas de aprendizaje y formación académica.

En otros términos, el modelo plantea en esencia la necesidad de generar una adecuada relación entre la academia, la investigación y la empresa, todo esto con el fin de fortalecer la gestión del conocimiento en función de obtener beneficios de impacto para la comunidad.

Con el desarrollo de este modelo se integrarán los componentes administrativos, logísticos y académicos, buscando consolidar un centro de investigación científico y tecnológico en ingeniería de una institución de educación superior, tomando como referencia otros institutos de investigación ya existentes.

REFERENCIAS

- [1] S. Monroy. "Dinámica de los grupos de investigación. El caso de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia", *Ing. Investigación*. vol.31, 2011 [en línea]. Consultado el, disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-56092011000400008&script=sci_arttext
- [2] E. Morin. *Introducción al pensamiento complejo*. Barcelona: Gedisa, 2004 [en línea].

Consultado el, disponible en: <http://www.dnp.gov.co/PND/PND20102014.aspx>

- [3] L. C. Contreras. *Modelo de gestión del conocimiento en la universidad soportado por las redes sociales como facilitador de las relaciones academia-empresa* (Tesis de Master). Madrid: Universidad Internacional de la Rioja, 2012.
- [4] B. A. Fuentes. Análisis de las Actividades de Gestión de Conocimiento en las relaciones entre el Sector Académico y el Sector Empresarial. El caso del Sistema Mexicano de Educación Superior Tecnológica. En: *4° Congreso Internacional IDEAS. Cd. de México*, 7-9 junio, cit. pp. 39, 56, 59, 2006.
- [5] I. Nonaka & H. Takeuchi. The knowledge-creating company: How Japanese companies create the dynamics of innovation. *Long Range Planning*, 29(4), 592, 1996 [en línea]. Consultado el, disponible en: doi:10.1016/0024-6301(96)81509-3
- [6] L. Zapata Cantú. *Los determinantes de la generación y la transferencia del conocimiento en pequeñas y medianas empresas del sector de las tecnologías de la información de Barcelona* (Tesis Doctoral). Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona. Cerdanyola del Vallès, cit. pp. 108, 109. 2004.
- [7] R. M. Grant. *Dirección Estratégica*. Madrid: Civitas, cit. pp. 109. 1998.
- [8] J. B. Barney. "Firm resources and sustained competitive advantage". *Journal of Management*, No. 17, pp. 99-120, cit. pp. 106, 109, 120, 129. 1991.
- [9] B. A. Fuentes & J. Albors. University-Industry Relationships within a Knowledge Management Framework: Empirical Evidence in the Case of the Mexican Technology Institute Network. En: *The 7th International CINet Conference*, [327] Lucca: Italy, 8-12 September, pp. 327-337, cit. pp. 135, 137. 2006.
- [10] V. H. Medina, N. Pérez, y J. Torres. *La Investigación en Ingeniería: Ciencia y Tecnología de la Información y del Conocimiento* (p. 360). Bogotá: Fondo de Publicaciones de la Universidad Distrital, 2011.

- [11] C. Benavides Velasco y C. Quintana García, C. *Gestión del conocimiento y calidad total*. Madrid: Ed. Díaz de Santos, 2003.
- [12] V. H. Medina, C. R. Correa and L. Contreras, *Knowledge Management model KMO 2013*. Taiwan: Ed. Springer-Verlag Berlin. Kaohsiung, 2013.
- [13] C. Olaya. *Taller tutorial itthink "Un modelo de población"*, Bogotá D.C.: Universidad de los Andes, S.f. [en línea]. Consultado el, disponible en: <http://es.scribd.com/doc/94726564/Tutorial-de-lthink-Un-Modelo-de-Poblacion#scribd>

