

Evaluación tecnológica de centros de investigación de universidades públicas

RODRIGUEZ-SALAZAR, Adela †*, HERNÁNDEZ-ALVARADO, Margarita ″ y TALAVERA-RUZ, Marianela ″

†Instituto Politécnico Nacional

″Universidad Autónoma de Querétaro

Recibido Enero 07, 2018; Aceptado Marzo 13, 2017

Resumen

La finalidad de los Centros de Investigación en México no solo es la de generar, transformar o transmitir conocimientos en beneficio de la sociedad, sino también promover la innovación científica y tecnológica a través del vínculo de la academia con los sectores que conforman el entorno económico. El objetivo del estudio fue realizar una evaluación tecnológica a centros de investigación públicos, con el fin de identificar la existencia de una brecha entre la situación tecnológica actual y la esperada, utilizando el modelo de auditoría tecnológica de García-Arreola (1996); con ello se encontró que los centros requieren tomar medidas para elevar su nivel de competitividad y mejorar su posicionamiento en el mercado, así como para integrar cada una de las áreas tecnológicas dentro del proceso de innovación.

Evaluación Tecnológica, Gestión Tecnológica, Proceso de Innovación, Capacidades Tecnológicas

Abstract

The purpose of the Research Centers in Mexico is not only to generate, transform or transmit knowledge for the benefit of society, but also to promote scientific and technological innovation through the link of academia with the economic sectors. The main objective of this study was to carry out a technological evaluation of public research centers, in order to identify the existence of a gap between the current and expected technological situation, using García-Arreola's technological audit model (1996); It was found that centers need to take measures to raise their level of competitiveness and improve their positioning in the market, as well as to integrate each of the technological areas within the innovation process.

Technology Evaluation, Technology Management, Innovation Process, Technological Capabilities

Citacion: RODRIGUEZ-SALAZAR, Adela, HERNÁNDEZ-ALVARADO, Margarita y TALAVERA-RUZ, Marianela. Evaluación tecnológica de centros de investigación de Universidades Públicas. Revista de Tecnología e Innovación 2017. 4-10: 44-52.

*Correspondencia al Autor (Correo electrónico: aerodriguez@ipn.mx)

†Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

Los centros de investigación de las universidades públicas necesitan mejorar sus ventajas competitivas para mantenerse en el mercado, entre las que destacan sus capacidades tecnológicas así como de innovación; previo a ello es importante identificar sus áreas de oportunidad, las cuales pueden ser detectadas a través de evaluaciones tecnológicas (auditoría). Dado a lo anterior, existen autores que han desarrollado instrumentos de apoyo para realizar este tipo de estudios.

El presente trabajo tiene como objetivo general, identificar el estatus tecnológico de centros de investigación pertenecientes a universidades públicas en México, a través del modelo de evaluación tecnológica de García-Serrano (1996; por lo que los resultados forman parte de una investigación que actualmente se encuentra en desarrollo dentro del programa doctoral en Gestión Tecnológica e Innovación de la Universidad Autónoma de Querétaro.

Desarrollo**Innovación**

Existen conceptos que tienen relación con el de innovación como es la invención, el cual hace referencia a la concepción de la idea creativa; no obstante, inventar algo es diferente a la actividad de innovar, ya que una invención pese a su potencial de generar un beneficio no es innovación hasta que no se convierte en una aplicación comercial, es decir que es utilizada para cubrir una necesidad en concreto y valorada en el mercado. Noori (1990) interrelaciona de forma secuencial la creatividad seguida de la invención, la innovación, culminando con la difusión, y señala que la gestión de la innovación abarca los 3 primeros conceptos mientras que el proceso de la gestión tecnológica considera los 2 últimos.

La capacidad de una organización, país o sociedad para realizar dichas actividades influye en su desarrollo económico.

Diversos estudios han establecido tipologías de innovación, no obstante las clasificaciones más destacadas son: 1) de acuerdo al grado de novedad (radical/incremental) y 2) según su naturaleza (tecnológica/organizacional/comercial).

Innovación Tecnológica

En cuanto a la innovación tecnológica, ésta surgió tras la utilización de la tecnología como medio para introducir un cambio en la organización. Molina y Conca (2000) la definen como aquella que surge de la primera aplicación de conocimientos científicos y técnicos en la solución de problemas planteados a los diferentes sectores de producción, y que provocan un cambio en productos, procesos, servicios o en las propias entidades en general.

Sin embargo, González (2000) señala que la innovación tecnológica comprende todas las fases científicas, técnicas, comerciales y financieras necesarias para el desarrollo y comercialización de productos, procesos o servicios nuevos o mejorados; y que se produce generalmente como consecuencia de dos factores:

1. El incremento del conocimiento, y;
2. La aplicación del conocimiento o novedades descubiertas por otros.

De lo anterior, se asume que el único elemento necesario para este tipo de innovación es la empresa u organización, dado que la utilización de la tecnología (adquirida o creada por la propia entidad) para introducir el cambio es su total responsabilidad.

Volkan (2012) menciona que la capacidad de innovación tecnológica es un activo especial en una organización, ya que comprende diferentes áreas clave tales como tecnología, producción, procesos, conocimiento, experiencia y organización; y la define como la capacidad de transformar de forma continua conocimientos e ideas en nuevos productos, procesos, y sistemas en beneficio de una organización y sus grupos de interés.

El Proceso de Innovación

La innovación puede ser vista desde una perspectiva de proceso, que consiste en realizar y organizar actividades para tener un resultado innovador (Nilsson et al., 2012); no obstante, es un proceso complejo ya que integra una diversidad de actividades.

Yoguel & Bosquerini (1996) mencionan que dicho proceso es el resultado de la interacción entre competencias adquiridas, el aprendizaje que se va desarrollando, la cultura organizacional y el ambiente en el que actúan las entidades; por lo que, es importante considerar también las interacciones entre los proveedores, los productores y los usuarios.

De lo anterior, se puede asumir que como resultado de la retroalimentación en sus diferentes etapas (relacionadas entre sí) el proceso de innovación no es secuencial.

Cabe hacer notar que, al interior de cualquier organización, el aprendizaje es un elemento primordial para el desarrollo de capacidades de innovación, las cuales además del fomento de su cultura, son necesarias para la existencia de un entorno favorable que permita activar el proceso de innovación (Björkdahl & Börjesson, 2012; Bessant et al., 2005; O'Connor & DeMartino, 2008).

Las Capacidades de Innovación y su Medición

Las capacidades de innovación son aquellas habilidades que pueden ser desarrolladas o cultivadas con el fin de generar innovación.

Dichas capacidades requieren de experiencia, visión y conocimiento, que les permite de forma continua transformar su entendimiento en invención, desarrollo y difusión de nuevos productos, procesos o servicios.

Hoy en día, medir la innovación implica considerar no solo actividades de investigación y desarrollo (I+D) sino un número de actividades diferentes a éstas, tales como la adquisición de patentes y licencias, diseño, capacitación de personal, estudio de mercados y la inversión en nueva capacidad de producción.

Brouwer & Kleinecht (1997) señalan que, si bien estos gastos no relacionados con la I + D pueden ser de considerable importancia cuantitativa, la política de innovación, así como la teorización y la modelización, aún deben basarse en las estadísticas de I+D como principal fuente de información sistemáticamente recopilada en el tiempo y en todos los países de la OCDE.

Rejeb et al. (2008) señala que el medir las actividades de innovación de una organización es un mecanismo crucial para garantizar una capacidad innovadora sostenible.

Por otro lado, Shapiro (2006) añade que el medir la capacidad de innovación es una tarea difícil de hacer bien con una sola medida ya que la innovación puede alcanzarse de diversas formas.

Como se ha mencionado anteriormente, las capacidades de innovación están compuestas por una serie de elementos.

Existen estudios que identifican las capacidades de innovación y las clasifican en categorías, como Adams et al. (2006): Insumos (personas, recursos físicos y financieros), Gestión del conocimiento (generación de ideas, repositorio de conocimientos y flujos de información), Estrategia de innovación (orientación estratégica y liderazgo estratégico), Estructura y cultura de la organización, Gestión de carteras (riesgo y rendimiento), y Gestión de proyectos.

Gestión Tecnológica

Las organizaciones para mantenerse dentro de su mercado necesitan mejorar la eficiencia, su productividad y desarrollar ventajas competitivas, siendo la innovación y la tecnología elementos importantes para ello, por lo que la gestión tecnológica y de innovación hacen la diferencia entre las exitosas y el resto (Mezher et al., 2006).

La tecnología es considerada por Khalil (2000) como, los conocimientos, productos, procesos, herramientas, métodos y sistemas empleados en la creación de bienes o prestación de servicio.

Una de las definiciones de Gestión Tecnológica es el conjunto de técnicas que permiten la identificación del potencial y problemas tecnológicos para la elaboración e implantación de planes de innovación y mejora en las organizaciones (Sollerio, 2001); de tal forma que les permite identificar no solo sus necesidades, sino su patrimonio tecnológico, además de establecer mecanismos para la prestación de servicios y transferencia tecnológica, así como evaluar oportunidades de vinculación.

Por otro lado, Thamhain (2005) considera que la gestión tecnológica en general representa una serie de acciones, herramientas y técnicas para integrar la ciencia, la ingeniería, los negocios, los procesos organizacionales y el personal asociado para proyectar las fortalezas y corregir las debilidades como medio de incrementar la competitividad de una organización.

Solís & Palomo (2010) hacen alusión a la existencia de modelos de gestión con distintos enfoques tales como: el modelo Gaynor (1996), el cual es genérico y esta basado en recursos, infraestructura y actividades; el modelo propuesto por Acosta (2000) que considera elementos como plan de tecnología, innovación, desarrollo de proveedores de tecnología, infraestructura tecnológica desarrollada por la organización, desarrollo de competencias, entrenamiento de expertos, y tecnologías desarrolladas.

Thamhain (2005) quien a diferencia del anterior propone además el capital intelectual. Sin embargo, diversos autores han desarrollado otros modelos tomando como base los elementos del modelo de gestión tecnológica del Dr. Khalil (2000), quien incluye como elementos el plan de tecnología, innovación, desarrollo de proveedores de tecnología, infraestructura tecnológica desarrollada por la organización, desarrollo de competencias, entrenamiento de expertos, y tecnologías desarrolladas.

Evaluación Tecnológica

Pérez & Vilchis (2003) señalan que la evaluación tecnológica de las condiciones o estatus existente en una organización permite, luego del análisis de sus resultados, identificar las fortalezas y debilidades de los activos tecnológicos, su estado de la técnica, así como la posición en relación con sus competidores, con el fin de establecer planes y estrategias tecnológicas.

RODRIGUEZ-SALAZAR, Adela, HERNÁNDEZ-ALVARADO, Margarita y TALAVERA-RUZ, Marianela. Evaluación tecnológica de centros de investigación de Universidades Públicas. Revista de Tecnología e Innovación 2017

Existen metodologías para realizar dicha evaluación, a través de la ejecución de auditorías tecnológicas como la propuesta por Marcovitch y Vasconcellos (1992) quienes destacan diferentes niveles de análisis de las capacidades tecnológicas, como la sensibilización para la tecnología, la sintonía entre la estrategia tecnológica y la de la organización, la integración entre la I+D con el resto de la organización, anticipación de amenazas y oportunidades tecnológicas, adecuación de la estructura de I+D, así como de los recursos para ello, y la adecuación de sistemas de evaluación de I+D y de la de gestión tecnológica.

No obstante, García-Arreola (1996) estableció un modelo que tiene como objetivo principal determinar el estatus tecnológico a través de un instrumento de medición de la percepción sobre la Gestión Tecnológica de una organización de productos o servicios, además de enfatizar las áreas de oportunidad y tomar ventaja de las capacidades sólidas.

Las categorías que conforman el modelo son:

- 1) Ambiente tecnológico (liderazgo, estructura organizacional, estrategia tecnológica, cultura tecnológica y gestión de recursos humanos);
- 2) Categorización de tecnologías (tecnología de producto, tecnología de proceso, tecnología en marketing);
- 3) Mercados y sus competidores (necesidades de mercado, situación de competidores);
- 4) Proceso de innovación (generación de ideas, generadores de tecnología, del concepto al mercado);
- 5) Funciones de valor agregado (I+D, operaciones, conciencia tecnológica del ambiente);
- 6) Adquisición y explotación de la tecnología (Adquisición, transferencia de tecnología, explotación de beneficios, protección).

Centros de Investigación de Universidades Públicas

Los centros de investigación de las universidades públicas en México tienen como fin, generar y compartir los conocimientos así como transformar dichos conocimientos en procesos y/o productos que aporte beneficios a la sociedad, fomentando la vinculación entre la academia, el sector público, el privado y el social, así como promover la innovación científica y tecnológica para que el país avance en su integración hacia la economía del conocimiento, generando con ello una contribución a la economía nacional (CONACyT, 2017).

Metodología a desarrollar

La investigación realizada ha sido transeccional y exploratoria, con el fin de obtener una visión aproximada del estatus tecnológico de centros de investigación pertenecientes a universidades públicas del país.

La evaluación de tecnología es una forma efectiva para determinar la existencia de alguna brecha entre la situación tecnológica existente y la deseada en una organización (Dolinsek et al., 2007); de tal forma que, en el presente estudio se tomó como base para la evaluación tecnológica el modelo de auditoría tecnológica propuesto por García-Arreola (1996).

La evaluación de las áreas que conforman el modelo, de acuerdo con el autor antes citado, consiste en dar a cada elemento una ponderación del uno al cinco, siendo éste último el valor que refiere al elemento de nivel excepcional, mientras que nivel uno es el más pobre. Una puntuación global se puede calcular sumando todas las valoraciones otorgadas, pudiendo alcanzar hasta un máximo de 255, de acuerdo a los elementos propuestos por el autor.

No obstante, con el fin de evaluar con mayor precisión fueron añadidos cinco elementos a la categoría de Adquisición y Explotación de la Tecnología, quedando de la siguiente forma: en la subcategoría de Explotación de Beneficios, se incluyeron los elementos de Licencias Tecnológicas y Derechos de Regalías por Marcas; y en la de Protección se consideraron Patentes, Secretos Industriales y Diseños Industriales; incrementando el valor máximo en 25 unidades.

La recolección de los datos se hizo a través del instrumento antes mencionado el cual fue aplicado a directivos, personal de mandos medios de áreas relacionadas con investigación e innovación tecnológica, así como investigadores de tiempo completo; todos adscritos a centros de investigación de universidades públicas. De acuerdo con el modelo de García-Arreola antes mencionado, la valoración global del instrumento se calculó con la suma de todas las puntuaciones de los elementos individuales.

Posteriormente, fueron promediados los resultados de cada categoría y subcategoría de todos los centros de investigación.

Resultados

Diversos autores como Mezher, et al. (2006), Thamhain (2005) y Sollerio (2001) concuerdan en que la gestión tecnológica es importante dentro de las organizaciones dado que las beneficia para mantenerse en el mercado al permitirles identificar el potencial tecnológico y de innovación que tienen, así como corregir debilidades, y tomar acciones de mejora que impacten en la competitividad; sin embargo, los resultados de la evaluación tecnológica realizada expresa que el proceso de gestión tecnológica no lo llevan de forma adecuada.

Lo anterior se puede observar en el polígono que forma la gráfica radial, Figura 1.

El cual corresponde a los promedios de cada una de las categorías generales evaluadas, dentro de los centros de investigación estudiados, en donde se muestra el nivel de crecimiento de cada una de ellas con respecto del parámetro establecido en el modelo de García-Arreola (Figura 1).

En la Tabla 1, se muestran los resultados de los promedios obtenidos en cada una de las subcategorías que conforman el instrumento, siendo una de las más relevantes la Generación de Tecnología, al demostrar que todos los centros de investigación evaluados generan nuevos conocimientos y realizan investigación aplicada, a través de su participación en redes científico-tecnológicas. Sin embargo, la Explotación de Beneficios es el rubro con menor valoración, lo cual indica que en los centros de investigación no se les otorga la importancia suficiente a la generación de licencias tecnológicas ni a los derechos de regalías por marcas; lo que indica la falta de cultura sobre la propiedad intelectual.

Es importante hacer notar que, también la subcategoría Situación de Competidores arrojó una valoración inferior a dos, lo cual denota que en los centros de investigación es poco el interés por realizar actividades de benchmarking. Esta situación impacta de forma negativa al desarrollo de la ventaja competitiva, ya que al ser generadores de tecnología están perdiendo oportunidades de vinculación que impacten en el mercado, es decir la investigación aplicada que realizan no se integra al sector productivo nacional. Por otro lado, Rejeb et al (2008) y Shapiro (2006) hacen alusión a la importancia sobre la medición de las actividades y capacidades de innovación dentro de una organización, entre las que se encuentran no solo las personas, sino la generación de ideas, el liderazgo estratégico, la cultura organizacional, la estrategia tecnológica y de innovación, entre otros.

Los resultados de la evaluación expresan que en la mayoría de los centros de investigación el Ambiente Laboral es apropiado dado que cuentan con una Estructura Organizacional y Liderazgo adecuados para el desarrollo de sus actividades, sin embargo requieren mayor interés por el recurso humano y fomento de una cultura tecnológica, para que exista un mejor entorno dentro de ellos (Figura 2). Sobre el proceso de innovación, Yoguel & Bosquerini hacen alusión a que es el resultado de la interacción entre competencias adquiridas, el aprendizaje, el ambiente en el que se desenvuelve la organización, así como de la retroalimentación en sus distintas fases; por lo que de acuerdo a los datos arrojados, se puede concluir que en los centros de investigación estudiados dicho proceso está en camino a la consolidación, tal como se puede observar en la Figura 3.

Conclusiones

Acorde con la información obtenida en el presente estudio y con lo mencionado por Pérez y Vilchis (2003) sobre las bondades de realizar una evaluación tecnológica de las condiciones existentes en una organización, se ha podido identificar fortalezas y debilidades de los activos tecnológicos, el estatus en relación con competidores, así como del proceso de innovación en los centros de investigación antes citados; haciendo notar que en ellos existen áreas de oportunidad que requieren ser abordadas a la brevedad para que su patrimonio tecnológico sea consolidado, y las capacidades tecnológicas y de innovación sean potenciadas, con la finalidad de permanecer en el mercado con altos niveles de competitividad.

Cabe mencionar que los resultados no son en su totalidad concluyentes, debido al número de instrumentos aplicados; no obstante, el personal que realizó las valoraciones cuenta con el perfil adecuado para ello, además de conocer las áreas mencionadas en el mismo.

Pese a que los centros de investigación, objetos del presente estudio, fueron fundados hace más de 15 años, aún no se encuentran consolidados tecnológicamente ni integrados en las áreas en todas las áreas que conforman la evaluación, debido a que no expresaron en sus resultados un crecimiento homogéneo entre ellas.

Agradecimiento

Los autores desean expresar su agradecimiento al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y al Instituto Politécnico Nacional por el apoyo económico para realizar esta investigación.

Anexos

CATEGORÍAS DE EVALUACION	PROMEDIO
1.- Ambiente laboral	
1.1 Liderazgo ejecutivo y orientación	3.5
1.2 Estrategia tecnológica	2.7
1.3 Estructura Organizacional	3.75
1.4 Cultura tecnológica	2.6
1.5 Personas	2.4
2.- Mercados competidores	
2.1 Necesidades de Mercado	3
2.2 Situación de los Competidores	1.75
3.- Proceso de Innovación	
3.1 Generación de ideas	2.625
3.2 Generadores de tecnología	3.7
3.3 Del concepto al mercado	3
4.- Funciones de valor agregado	
4.1 Investigación y desarrollo	2.8
4.2 Operaciones	2.75
4.3 Conciencia tecnológica del ambiente	3
5.- Adquisiciones y explotación de la tecnología	
5.1 Adquisición de Tecnologías	2
5.2 Transferencia de Tecnología	2
5.3 Explotación de Beneficios	1.25
5.4 Protección	3.15

Tabla 1 Valoración promedio de elementos de la Evaluación Tecnológica

Fuente: Adaptado del Modelo de auditoría tecnológica de García-Arreola (1996)

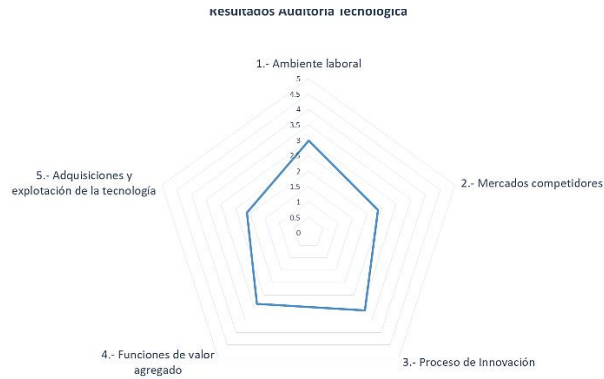


Figura 1 Nivel de Crecimiento de categorías tecnológicas de Centros de Investigación

Fuente: Adaptado del Modelo de García-Arreola (1996)

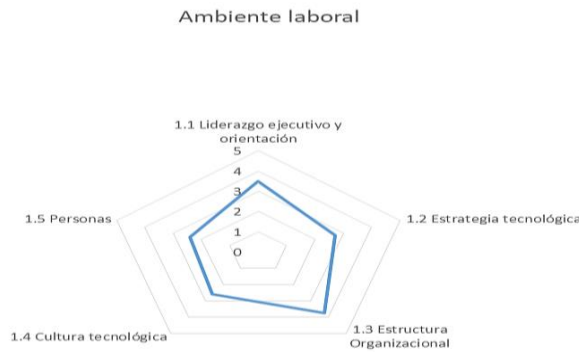


Figura 2 Nivel de Crecimiento de los elementos que conforman la categoría Ambiente Laboral

Fuente: Adaptado del Modelo de García-Arreola (1996)

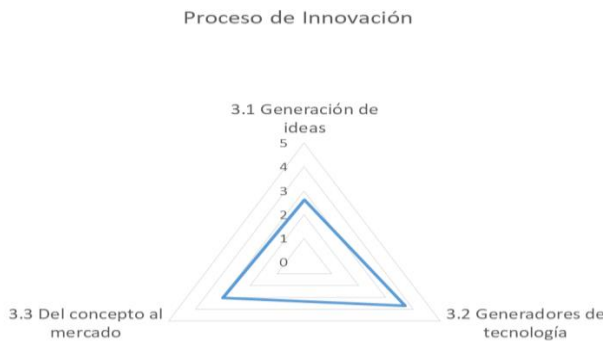


Figura 3 Nivel de Crecimiento de los elementos que conforman la categoría Proceso de Innovación

Fuente: Adaptado del Modelo de García-Arreola (1996)

Referencias

Adams, R., Bessant, J., Phelps, R. (2006). Innovation management measurement: A review. *International Journal of Management Reviews*, 8 (1), pp. 21–47.

Bessant, J., R. Lamming, et al. (2005). "Managing innovation beyond the steady state." *Technovation*, 25, (12), pp. 1366-1376

Björkdahl, J., and Börjesson, S. (2012). Assessing firm capabilities for innovation. *International Journal of Knowledge Management Studies*, 5(1/2), 171–185.

Brouwer, E., & Kleinknecht, A. (1997). Measuring the unmeasurable: A country's non-R&D expenditure on product and service innovation. *Research Management and Planning*, 25(8), 1235-1242.

Janeš, Aleksander, Dolinšek, Slavko. (2007). Assessing the applicability of the technology audit model for Slovenian firms. V: SHERIF, Hashem (ur.). *Management of technology for the service economy*. Miami: IAMOT

García-Arreola, J. (1996). *Technology Effectiveness Audit Model. A Framework for Technology Auditing*. Tesis de Maestría, Universidad de Miami

González-Hermoso, A. (1992). *La innovación: factor clave para la competitividad de las empresas*. Consejería de Educación de la Comunidad de Madrid.

Instituto Politécnico Nacional (2006). *Setenta años de historia del Instituto Politécnico Nacional*. Dirección de Publicaciones. México

Khalil, Tarek, (2000). *Management of Technology: The key to competitiveness and wealth creation*. New York: McGraw – Hill.

- Marcovitch, J. y E. Vasconcellos, (1992), "Técnicas de Planeamiento Estratégico para Instituciones de Pesquisa y Desenvolvimento", en Centro de Innovación Tecnológica, Organización y Administración de Centros de Investigación Aplicada", *Artículos Seleccionados*, UNAM, México.
- Mezher, T. Nasrallah, W. Aledmeddine, A. (2006). Management of Technological Innovation in the Lebanese Industry. *PICMET*, 3, pp. 1064-1073
- Molina-Manchón, H y Conca-Flor, F. (2000). *Innovación tecnológica y competitividad empresarial*, Universidad de Alicante.
- Nilsson, S., Wallin, J., Benaim, A., Annosi, M.C., Svensson, R.B., 2012. Re-thinking innovation measurement to manage innovation-related dichotomies in practice, *Proceedings of the 13th CINet Conference*, September 16-18, 2012, Rome, Italy
- Noori, H. (1990). *Managing the Dynamics of New Technology*, Prentice Hall, Englewood Cliffs NJ,
- O'Connor, G. C. and R. DeMartino (2006). "Organizing for Radical Innovation: An Exploratory Study of the Structural Aspects of RI Management Systems in Large Established Firms." *Journal of Product Innovation Management*, 23(22).
- Pérez, M.P. & Vichis, B., (2003), Análisis de la gestión tecnológica de los Centros de Investigación del Instituto Politécnico Nacional: el caso del CIITEC. *X Seminario Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica (Altec)*, Cd. México.
- Rejeb, H. B., Morel-Guimaraes, L., Boly, V., Assi ~ elou, N. G., 2008. Measuring innovation best practices: Improvement of an innovation index ´integrating threshold and synergy effects. *Technovation*, 28 (12), pp. 838–854
- Shapiro, A. R., 2006. Measuring innovation: Beyond revenue from new products. *Research Technology Management*, 49 (6), pp. 42–51
- Solís-Galván, J.C. y Palomo-González, M.A., (2010), La Gestión de la tecnología: Modelos y sus elementos clave. *Innovaciones de Negocios*, 7(2), pp. 315-343
- Solleiro, J. L., (1994), "Gestión de la vinculación universidad-sector productivo", en Martínez, E. (ed), Estrategias, planificación y gestión de ciencia y tecnología, *CEPAL-ILPES/ UNESCO/ UNU/ CYTED-D/ Editorial Nueva Sociedad*.
- Thamhain, Hans J., (2005). *Management of Technology: Managing effectively in technology – intensive organizations*. New Jersey: John Wiley & Sons
- Volkan, M. (2012). A model proposal oriented to measure technological innovation capabilities of business firms: a research on automotive industry, *Procedia-Social*