



Las opiniones y los contenidos de los trabajos publicados son responsabilidad de los autores, por tanto, no necesariamente coinciden con los de la Red Internacional de Investigadores en Competitividad.



Esta obra por la Red Internacional de Investigadores en Competitividad se encuentra bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 3.0 Unported. Basada en una obra en riico.net.

Desarrollo del índice de utilidad de la innovación para el diagnóstico de las PyMEs en el estado de Hidalgo

JOSÉ RAMÓN CORONA ARMENTA¹
ÓSCAR MONTAÑO ARANGO
ANTONIO OSWALDO ORTEGA REYES

Resumen

La utilización de sistemas de medición para conocer el desempeño de las empresas permiten determinar el grado de desarrollo hacia la búsqueda de su consolidación en el mercado en su nivel de madurez alcanzado.

Se propone una metodología de medición basada en un índice, denominado Índice de Utilidad de la Innovación (IU), que determina el funcionamiento del sistema de gestión de la innovación (SGI) en las empresas. La evolución de este índice se ha dado como parte de los requerimientos que surgen en la investigación. Para poder determinarlo, se basará en tres propiedades del mismo, Potencialidad determinada por los elementos de la empresa y que pudieran funcionar como un sistema generador de innovación; Utilidad Indicado por el nivel de uso que se le da al elemento y Eficiencia Conforme a su nivel de desempeño. Finaliza con la aplicación en una empresa de servicios y se compara el IU con el IIP.

Palabras Clave – innovación, diagnostico, índice

Abstract - Using measuring systems to determine the performance of companies can determine the degree of development to search its consolidation in the market and their level of maturity.

We propose a measurement methodology based on an index, called Utility Index Innovation (IU), which determines the performance of the management system of innovation (SGI) in companies. The evolution of this index is given as part of the requirements arising in the investigation. To find out, will be based on three properties: Potential. Determined by the elements found within the company and that could act as a generator of innovation, Utility. Indicated by the level of use is given to the element, Efficiency. According to their level of performance generated particularly. Finally application is made in a service enterprise business and compared the Utility Index Innovation (IU) with Potential Innovation Index (PII).

Keywords – innovation, diagnosis, index

¹ Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

Introducción

Una empresa competitiva tiene que estar constantemente desarrollando innovaciones, ya que de esa manera sus productos se consolidan en un segmento de mercado y al mismo tiempo conservan a sus clientes.

Por ello es necesario medir lo que sucede tanto al interior de la empresa, sobre todo en un contexto competitivo local, regional o mundial, que demanda una mayor competitividad de las empresas como parte de la estrategia para crecer, desarrollarse, evolucionar o sobrevivir.

Existe el Índice de Innovación Potencial (IIP), propuesto por Corona (2005), el cual sólo determina el potencial de innovación de la empresa al contar esta con un conjunto de elementos interrelacionados entre sí, que podría considerarse un sistema de gestión de la innovación, aún si la propia organización no lo tenía contemplado como tal o no había percibido que contaba con ello.

Al percibir la empresa que contaba con los elementos que la pueden auxiliar en el desarrollo de la innovación, o si la organización estaba consciente de contar con un sistema de gestión de la innovación, el siguiente paso era utilizarlo y darle un seguimiento para determinar su funcionamiento.

Ello obligó a buscar un nuevo índice que además de indicar el potencial de innovación, a través de contar con un cierto número de elementos que se encuentren trabajando como un sistema, en este caso de gestión de la innovación de la empresa, determine el uso de cada uno de ellos, de forma individual y, además, también mida la eficiencia de su utilización. Esto hace que el nuevo índice se torne complejo pero que también aporte mayor información al momento de realizar las mediciones correspondientes en las empresas.

La Gestión de la Innovación

Las empresas están obligadas a innovar para sobrevivir, dejar de innovar significa perder competitividad y con ello ser alcanzado, rebasado o minimizado por sus competidores. La presión es mayor si se considera que los ciclos de vida de los procesos y productos se acortan constantemente (Escorsa y Valls, 2001), así como el hecho de que la globalización juega un papel preponderante.

El futuro de la competitividad reside en el manejo de los recursos tecnológicos y de conocimiento, por que las empresas estarán mejor preparadas para adaptarse, para anticiparse y por crear rupturas

con el fin de renovar sus ventajas competitivas (Morin y R. Seurat, 1989). La creación tecnológica, la mejora de los productos existentes y la innovación sobre los procesos imponen la movilización, entre otros, de los recursos financieros, de las competencias y de los servicios (Le Bas y Géniaux, 1995). Ciertas firmas desarrollan un verdadero manejo de la innovación, porque se trata de organizar, controlar y hacer evolucionar los programas de innovación (Tuominen et al, 1999).

La Medición de la Innovación

Es necesario medir y comparar para garantizar la corrección de los objetos o procesos. El objetivo es que la innovación en las organizaciones esté modelada en una entidad mensurable, para conocer su evolución y su desarrollo, sus ventajas y sus inconvenientes, es decir, conocer realmente la situación general del sistema innovador.

Medir es comparar, es expresar el resultado con ayuda de un valor numérico sobre bases reconocidas y cuyas características del referencial se establecen claramente (Himbert, 1998). Por lo tanto la medida se convierte en una herramienta de desarrollo del sistema (Morel et al, 1998).

La mayor parte de las empresas utilizan indicadores financieros, sin embargo, estos resultados a futuro a menudo son mejor evaluados por indicadores no financieros que por indicadores que si lo son (Mavrinac y Siesfeld, 1999).

El número de las patentes y estudios sobre la innovación realizadas en empresas ya se utilizan para medir los cambios tecnológicos (Archibugi y Pianta, 1996), así mismo la utilización de información sobre los cambios de los productos de menos de cinco años en el volumen de negocios se considera como una medida complementaria a las patentes (Crepon et al, 2000).

La medida y la evaluación de la eficacia técnica y económica de un proceso productivo son fundamentales para establecer los aspectos económicos y financieros, y con ello proseguir la actividad productiva de acuerdo a su planeación inicial, o en su caso llevar a cabo las modificaciones necesarias (Barbirolli, 1996).

El Manual de Oslo propone los principios directores de los indicadores de innovación entre los países miembros de la OCDE, midiendo actividades científicas y tecnológicas, pero sobre todo se utiliza para determinar la situación de los sistemas nacionales de innovación (OCDE, 1996).

Los Métodos Multicriterio y su utilización para medir

La teoría de la medición indica que es posible representar algunos tipos de información determinados con relación a algunos fenómenos, a través de un conjunto de valores numéricos que los representan. Los números asociados deben corresponder, representar o preservar algunas relaciones observadas. Cuando se ha hecho intervenir varias opiniones, el procedimiento de agregación multicriterio tiene por objeto construir un sistema de preferencias global que tienen en cuenta todas las opiniones. Por lo anterior, es posible medir a través de los Métodos Multicriterio de Ayuda para la Toma de Decisiones (MCDA por sus siglas en inglés). La forma de realizarlo y el método a utilizar dependen de los requerimientos y necesidades a cubrir (Martel y Roy, 2002).

De manera general, los Métodos MCDA se dividen en:

- De agregación total
- De agregación parcial

Agregación total. Los métodos de agregación total buscan una función de utilidad en la cual sea posible medir la utilidad total de la acción potencial. Estos métodos establecen una función-criterio para llegar a una agregación final monocriterio (Schärlig, 1995). El conocimiento de los valores de cada función objetivo f_i para una alternativa dada x permite el cálculo de una nota (resultado) intrínseca para cada alternativa independientemente de los otros.

$$F(\text{score}(x)) = \sum_i w_i G_i(f_i(x)) \quad \text{con} \quad \sum_i w_i = 1$$

Donde:

G_i es la función de utilidad del criterio i ($0 > G_i > 1 \quad \forall x$)

F es la función del valor (score)

w_i es el peso (normalizado: suma de todos los pesos = 1) del criterio i .

Agregación parcial. El valor (score) asignado a cada alternativa no puede ser independiente de las otras alternativas. Se compara cada alternativa con todas las demás con el fin de determinar que alternativa domina a otra.

Tanto en el caso de la agregación total como en la agregación parcial es posible observarse de dos maneras: compensatoria o no compensatoria.

Una técnica es compensatoria si un valor “malo” de un criterio puede ser compensado con un valor “bueno” de otro (principio de los vasos comunicantes), como en el caso de la media ponderada (WA - Weighted Averaging) en donde los pesos son constantes dados a priori y de manera única a cada criterio (Pomerol, 1993).

Una técnica es no compensatoria cuando no permite la compensación proporcional, tal es el caso de la media ponderada ordenada (OWA - Ordered Weighted Averaging), en donde los pesos son jerarquizados para cada alternativa, y se destina el peso mayor a la mayor utilidad y así de manera sucesiva.

Formulación del Índice

Con base en las características de la innovación determinadas por Boly (2004), se parte del postulado que existen características de la innovación susceptibles de ser identificadas y descritas pero que no son mensurables (Corona, 2005; 2010), sin embargo estas características se pueden dividir en varias subcaracterísticas (indicadores observables e irrefutables), y a su vez, éstas pueden también ser fraccionadas de manera independiente, y así de manera continua, hasta determinar el elemento mínimo observable, es decir se utiliza una forma de desarrollo por arborescencia. Al contrario de las características, las subcaracterísticas si pueden ser mensurables.

Estos elementos mínimos o subcaracterísticas al poderse medir, se van integrando en un índice, el cual es producto de la recolección de la información generada en la medición.

A. La Función de Utilidad

Para la elaboración del índice se utilizó la función de utilidad, dada por:

$$F(score(x)) = \sum_i w_i G_i(f_i(x)) \quad \text{con} \quad \sum_i w_i = 1$$

Donde:

G_i es la función de utilidad del criterio i ($0 > G_i > 1 \quad \forall x$)

F es la función del valor (score)

w_i es el peso (normalizado: suma de todos los pesos = 1) del criterio i .

Es decir, una metodología multicriterio, específicamente el enfoque dado por las técnicas compensatorias de agregación total, basándose en la teoría de la utilidad multiatributo.

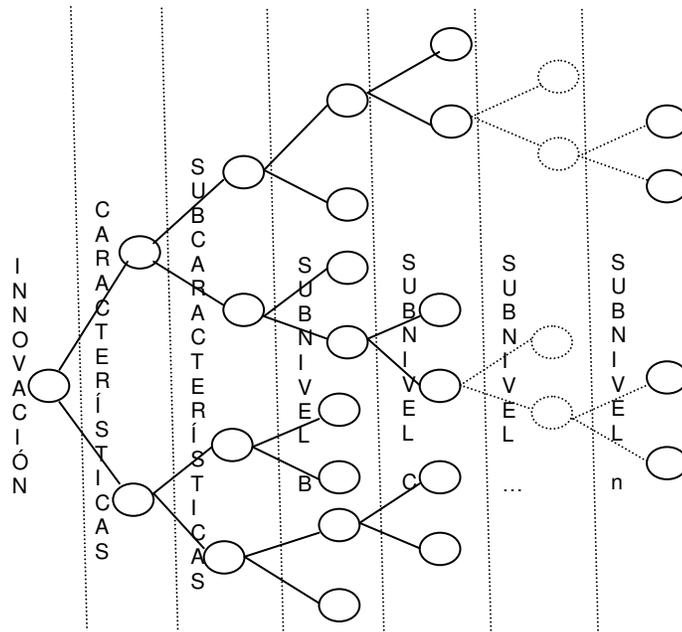


Ilustración 1. Desarrollo por arborescencia para la innovación.
Fuente: investigación propia

B. Los criterios mensurables de la innovación

Las prácticas se pueden dividir en varias subcaracterísticas, las cuales son los indicadores observables y mensurables. Consideremos que por cada práctica i existe un número j de indicadores por determinar, y si cada indicador tiene un valor entre 0 y 1 inclusive (donde 0 indica que la variable no existe y 1 indica el valor máximo que puede tener la variable), con las consideraciones siguientes:

- para cada una de las prácticas fundamentales de la innovación existe un grado de desarrollo p_i de cada una de las características observables
- existe un valor dado q_{ij} de cada criterio mensurable (o subpráctica), asociado a una práctica p_i
- cada valor dado q_{ij} tiene un elemento de diferenciación que depende de su importancia v_{ij} (el “peso”)

El criterio p_i se determina por:

$$p_i(x) = \sum_j^{m_i} v_{ij} q_{ij}(x) r_{ij}(x) s_{ij}(x)$$

Donde:

p_i es el grado de desarrollo de la característica i para la empresa x , en la cual $0 \leq p_i \leq P_i \forall p_i \in R$

q_{ij} es el valor dado a la variable j , situada entre 0 y 1 inclusive, que depende de su **existencia** dentro de la empresa.

r_{ij} es el valor dado a la variable j , situada entre 0 y 1 inclusive, que depende de su **nivel de uso** de forma **individual** para generar innovación dentro de la empresa.

s_{ij} es el valor dado a la variable j , situada entre 0 y 1 inclusive, que depende de su **eficiencia** es decir que tanto aporta de acuerdo el nivel de desempeño generado.

v_{ij} es el peso determinado en función de la importancia de la variable q_j

m_i es el número de variables asociadas para la práctica i

j es el número de la variable

C. Agregación de los subcriterios de la innovación en el Índice de utilidad de la innovación (IU)

Para la obtención del valor del desarrollo de la innovación en la empresa, se integrarán las características en un índice de utilidad de la innovación, que denominaremos como IU, en el cual se integrará en una ecuación única. Sin embargo, se tiene en cuenta que cada una de las características tiene una importancia diferente, es decir cada una entre ellas tiene un valor distinto, que se nombrará también "peso" y que denominaremos como w_i , con base en ello se obtiene:

$$IU = \sum_i^n w_i G_i(p_i) \quad \text{con} \quad \sum_i^n w_i = 1$$

Donde:

IU es el valor de utilidad de la innovación de una empresa, donde $0 \leq IU \leq 1 \forall IU \in R$

p_i es el grado de desarrollo de la característica i ($p_i \in [0, P_i]$),

w_{p_i} es el peso determinado en función de la importancia de la característica p_i con relación a su existencia, utilidad y eficiencia

n es el número de características determinadas para la innovación

i es el número de la característica a evaluar

Con las funciones de utilidad asociadas a cada característica:

$$G_i(p_i) = \frac{P_i}{P_i}$$

Aplicación en una empresa de servicios

Se aplicó el IU en una pequeña empresa de servicios para la industria, quienes se encargan de realizar trabajos en las instalaciones para la puesta en operación de diferentes áreas de producción. Esta aplicación es sólo con fines de divulgación, ya que no se pretende que con una sola aplicación se pueda llegar a la obtención de resultados concluyentes. Esto se realizará posteriormente.

Los valores arrojados fueron los siguientes, en la parte correspondiente a Concepción y Diseño:

$q_{ij} = 1.00$; el elemento de la característica en estudio existe dentro de la empresa

$v_{ij} = 0.40$; es el peso dado a este elemento de acuerdo con el total asignado a la característica (100), esto es tiene un peso para esta característica en particular del 40% del total

$r_{ij} = 0.80$; la eficiencia de la característica es del 80%

$s_{ij} = 0.67$; la eficiencia global es de 67%

De acuerdo con la metodología expuesta, esto nos arroja para p_i :

$$p_i = q_{ij} * v_{ij} * r_{ij} * s_{ij} = (1.00) * (0.40) * (0.75) * (0.67) = 0.2019$$

De acuerdo con la misma metodología el valor parcial del IU relativo a la característica de concepción y diseño es:

$$IU_{(\text{Concepción y Diseño})} = w_i * p_i = (0.38) * (0.2019) = 0.0767 (7.67\%)$$

Al emplear las demás características de la innovación, de acuerdo con Boly (2004), tenemos que:

$$IU = 0.1812 (18.12\%)$$

Para comparar, se utiliza el Índice de Innovación Potencial (IIP) (Corona et al, 2005) para esta empresa, el cual arroja un valor de:

$$IIP = 0.3795 (37.95\%)$$

Lo anterior se ve resumido en la siguiente tabla:

Características de la Innovación	qij	vij	rij	sij	wi	pi	IU	IIP
Concepción y Diseño	1.0000	0.4000	0.7500	0.6731	0.3800	0.2019	0.0767	0.1520
Gestión de Proyecto	1.0000	0.4545	0.8000	0.6731	0.0300	0.2448	0.0073	0.0136
Estrategia Integrada	1.0000	0.1667	0.6000	0.6731	0.2000	0.0673	0.0135	0.0333
Gestión del Portafolio de Proyectos	1.0000	0.7500	0.8000	0.6731	0.0100	0.4038	0.0040	0.0075
Organización de Tareas Ligadas a la Innovación	1.0000	0.4286	0.7500	0.6731	0.1000	0.2163	0.0216	0.0429
Retroacción sobre el Proceso de Innovación	1.0000	0.2000	0.3000	0.6731	0.0200	0.0404	0.0008	0.0040
Asignación de Competencias Necesarias	1.0000	0.6000	0.6000	0.6731	0.0100	0.2423	0.0024	0.0060
Estímulo a la Innovación	1.0000	0.6667	0.9000	0.6731	0.0200	0.4038	0.0081	0.0133
Memorización del Saber Hacer	1.0000	0.6667	0.8000	0.6731	0.0400	0.3590	0.0144	0.0267
Vigilancia Tecnológica	1.0000	0.5333	0.7500	0.6731	0.0200	0.2692	0.0054	0.0107
Funcionamiento en Red	1.0000	0.5000	0.6000	0.6731	0.0200	0.2019	0.0040	0.0100
Aprendizaje Colectivo	1.0000	0.3333	0.5000	0.6731	0.0500	0.1122	0.0056	0.0167
Capitalización de Ideas y Conceptos	1.0000	0.4286	0.6000	0.6731	0.1000	0.1731	0.0173	0.0429
							0.1812	0.3795

Como se aprecia, el IIP es mayor que el IU. La diferencia estriba en que mientras el IU nos da una idea del comportamiento general del Sistema de Gestión de la Innovación (SGI), el IIP sólo nos confirma su existencia y posible funcionamiento pero sin indicar la utilidad y eficiencia de los elementos que lo integran, que es lo que se busca con el IU.

Discusión y Conclusiones

A través de la utilización de un método multicriterio de agregación total compensatorio permite determinar un Índice de Utilidad de la Innovación (IU) determinado por tres características esenciales:

- Potencialidad, basada en la existencia de los elementos del sistema de gestión de la innovación en la empresa.
- Uso, determinada en cuanto al uso individual del elemento, de su utilización para generar innovación dentro de la empresa.
- Eficiencia, desarrollada por el nivel de comportamiento de los elementos de forma individual dentro del Sistema de Gestión de la Innovación.

La determinación del índice de utilidad de la innovación permite a su vez jerarquizar a las empresas con base en los resultados arrojados, pero al mismo tiempo permite conocer de forma interna como se comporta el sistema de gestión de la innovación, formal o informal, de la empresa.

En este caso, el índice tiene los siguientes rasgos:

- Contempla sólo las características particulares de cada elemento medido, sin mezclar la información, parcial o total, contenida en otros organismos analizados.
- Determina un valor con respecto a un momento preciso en el tiempo, con esto, el índice sólo es válido en el corto plazo, por lo que es preciso rehacerlo cada vez que se quiera conocer la situación del sistema innovador de la organización.

El trabajo a desarrollar en el futuro incluye la medición de diversas empresas de un mismo sector de la producción, primero para validar el cuestionario, y ya validado obtener información de un mayor número de empresas, que permitan obtener incluso resultados estadísticos. Este trabajo sólo presenta la propuesta desarrollada para la continuación de la investigación.

Referencias

- Archibugi, D. & Pianta, M. (1996) Measuring technological change through patents and innovations surveys. *Technovation*, 16, 451-468
- Barbiroli, G. (1996) New indicators for measuring the manifold aspects of technical and economic efficiency of production processes and technologies. *Technovation*, 16, 341-356
- Boly, V. (2004) *Ingénierie de l'innovation organisation et méthodologies des entreprises innovantes*. Ed. Hermes Science Publications - Lavoisier, Paris, Francia.
- Corona, J., Montaña, O., & Ramírez, I. (2010) Capítulo 11 Innovación en las pymes: desarrollo de un modelo para el estado de Hidalgo, *La competitividad como estrategia en época de crisis*, Zapopan, México, Universidad de Guadalajara, 211-218.
- Corona, J., Morel-Guimaraes, L., & Boly, V. (2005) *A methodology to measure the innovation processes capacity in enterprises*, IAMOT 14th International Conference on Management of Technology, Vienna, Austria
- Crepon, B., Duguet, E., & Mairesse, J. (2000) Mesurer le rendement de l'innovation. *Economie et Statistique*, 334, 65-78
- Escorsa, P., & Valls, J. (2001) *Tecnología e innovación en la empresa, dirección y gestión*. Ed. Alfaomega, Bogotá, Colombia
- Himbert, M. (1998) La métrologie: un langage universel pour les sciences et techniques. *Récents Progrès en Génie des Procédés*, 60(12), 15-23
- Le Bas, C., & Géniaux, I. (1995) Le management des relations technologiques et les PME. *Economies et Sociétés XXIX*. Réimprimé dans *Problèmes Economiques*, 2.447, 9-16
- Martel, J., & Roy, B. (2002) Analyse de la signifiante de diverses procédures d'agrégation multicritère. *Annales du LAMSADE I*, Université Paris-Dauphine, Paris, France
- Mavrillac, S., & Siesfeld, G. (1999) Mesurer l'immatériel: une entreprise délicate. *Problèmes Economiques*, 2.629, 4-9
- Morel, L., Rault, V., & Guidat, C. (1998) Nature et questions de métrologie en sciences de l'innovation. *Récents Progrès en Génie des Procédés*, 60(12), 53-62.
- Morin, J., & Seurat, R. (1989) *Le management des ressources technologiques*. Collection Audit. Les Editions d'Organisation, Paris, France.
- OCDE (1996) *Manuel de Oslo*, Paris, Francia
- Pomerol, J., & Barba-Romero, S. (1993) *Choix multicritère dans l'entreprise: principe et pratique*, Hermes, Paris, Francia.

Schärlig, A. (1985) *Décider sur plusieurs critères, panorama de l'aide à la décision multicritère*. Collection Diriger l'entreprise 1. Ed. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, Lausanne, Suisse

Tuominen, M., Piippo, P., Ichimura, T., & Matsumoto, Y. (1999) An analysis of innovation management systems' characteristics. *International Journal of Production Economics*, 60-61, 95-101