



# GESTIÓN DE RECURSOS HUMANOS

## MEDICIÓN DE LA CAPACIDAD DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN UNIVERSIDADES. CASO: UNIVERSIDAD DE CARABOBO

### **Resumen / Abstract**

El trabajo presenta una experiencia de medición de la capacidad de innovación tecnológica realizada en la Universidad de Carabobo, a partir de un estudio piloto llevado a cabo en la Facultad de Ingeniería. Para ello se hizo una adaptación de un sistema desarrollado para realizar este tipo de medición en el sector empresarial, considerando las características propias del sector universitario en el diseño de instrumentos para recabar la información. A partir del estudio de los entes dedicados a investigación en dicha Facultad, se obtuvo información sobre la función de investigación y sus resultados concretos en materia de innovación.

*The work presents an experience of measurement of technological innovation capacity made at the University of Carabobo, from a study carried out pilot in the Faculty of Engineering. For it an adaptation was made of a developed system to make this type of measurement in the enterprise sector, considering the own characteristics of the universities in the design of agreed instruments to successfully obtain the information to the same one. From the study of the groups dedicated to investigation in this Faculty, information was obtained on the concrete function of investigation and its results in the matter of innovation.*

### **Palabras clave / Key words**

Investigación científica, Tecnología, Capacidad de Innovación Tecnológica, Medición de Innovación.

*Scientific research, Technology, Technological Innovation Capacity, Innovation Measurement.*

---

**Florangel Ortiz**, Doctora en Ingeniería Industrial, Profesora Titular, Escuela de Ingeniería Industrial, Universidad de Carabobo (UC).

**Desiree Flores**, Ingeniera Industrial, Universidad de Carabobo.

**Karla Villegas**, Ingeniera Industrial, Universidad de Carabobo.

Escuela de Ingeniería Industrial.  
Facultad de Ingeniería. Universidad de Carabobo. Avenida Universidad. Bárbula. CP: 2005. Valencia. Edo. Carabobo. Venezuela. Teléfonos: 0241-8672843, 0414-4293536 Fax: 0241-8427053,  
e-mail: fioz2002@hotmail.com; florangelortiz@intercable.net

## **INTRODUCCIÓN**

La investigación científica y el desarrollo tecnológico constituyen un elemento estratégico para aumentar la capacidad de competir en la economía mundial y lograr el bienestar social que los pueblos de América Latina reclaman. El papel de las universidades y del sistema de educación superior en general, es producir el conocimiento científico capaz de generar nuevas tecnologías, a través de la construcción de sistemas de investigación nacionales y regionales. Por ello, la Universidad constituye el medio más adecuado para fortalecer las capacidades nacionales de producción científica.

Actualmente, no se dispone de datos actualizados para evaluar la situación de la investigación universitaria y de los sistemas encargados de reforzar la investigación científica en las instituciones. La nueva realidad de la Educación Superior en el contexto de la globalización obliga a profundizar en las implicaciones de la investigación en las universidades de todos los países [1].

Recibido: 06/02/2008

Aprobado: 27/02/2008

La necesidad de contar con indicadores y modelos interpretativos para conocer lo que ocurre con el sistema científico y tecnológico resulta de vital importancia, dado que por lo limitado de los recursos disponibles, las decisiones en el ámbito de la política científica deben estar basadas en información confiable [2; 3; 4].

Para ello es necesario que cada universidad sea capaz de auto-diagnosticar su condición real frente al hecho tecnológico y medir su capacidad de producir innovaciones tecnológicas, entendidas éstas como el producto final del proceso de investigación. De allí que para la Universidad de Carabobo resulta de interés resolver esta incógnita, iniciando con el caso específico de la Facultad de Ingeniería dada su fuerte orientación a la tecnología.

**METODOLOGÍA**

Para determinar la capacidad de innovación tecnológica de la Universidad de Carabobo, se realiza una adaptación del Sistema de Medición de la Capacidad de Innovación Tecnológica de Productos y Procesos (SISMECIT-UC) [5]. Éste es un mecanismo sistemático de monitoreo, compuesto por un conjunto de elementos organizados y relacionados entre sí, para evaluar el potencial innovador de una empresa, a través de las principales características que dan una idea más completa y objetiva del esfuerzo innovador. Del mismo se toma su metodología y se ajusta a los objetivos de esta investigación, a fin de poder establecer conclusiones acordes con el sector en estudio.

Los componentes del SISMECIT-UC representan las cuatro actividades básicas de todo sistema de información (entrada, almacenamiento, procesamiento y salida de información) y en cada una de ellos se realizan los ajustes necesarios al sector universitario. Los mismos se describen en la próxima sección.

**RESULTADOS**

A continuación se presenta la aplicación del sistema de medición seleccionado y los resultados que arroja en cuanto a la capacidad de innovación tecnológica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo, con el diagnóstico final y su respectivo análisis.

**1. Entrada de la información:** se diseña un instrumento de medición tomando en consideración las variables más apropiadas según una extensa revisión teórica realizada [6; 7; 8; 9; 10; 11]. Se aplica a todos los entes de investigación adscritos a la Facultad.

**2. Almacenamiento de los datos:** se procede a llenar los respectivos registros de datos con los valores que permiten su procesamiento para el cálculo del Indicador de Innovación Tecnológica de la Facultad (IITF).

**3. Procesamiento de los datos:** A partir de cada uno de los registros se obtiene los indicadores parciales que permiten progresivamente llegar al cálculo del indicador final buscado. A continuación se describe cada uno de dichos registros de datos.

**Registro de datos A:** la información obtenida del instrumento aplicado de manera individual a cada ente de investigación, se convierte con una escala cuantitativa preestablecida en Indicadores de Innovación de Segundo Nivel (IISN). En la Tabla 1, se ilustra un ejemplo para una variable en un ente determinado.

**TABLA 1**  
**Ejemplo de Indicadores de Innovación de Segundo Nivel para la variable: Investigación y desarrollo**

Indicador	Valor	
	Cualitativo	Cuantitativo (IISN)
Frecuencia de gastos en Material Bibliográfico	Regularmente	5
Frecuencia de gastos en Infraestructura	Ocasionalmente	3
Frecuencia de gastos en Materiales e Insumos	Regularmente	5
Frecuencia de gastos en Equipos, Herramientas e Instrumentos	Ocasionalmente	3
Frecuencia de gastos en Software para (I+D)	Ocasionalmente	3
Monto en gastos en (I+D) en el último año	3000 ≤ \$ ≤ 18000	2
Monto en financiamiento para proyectos de I+D en el último año	3000 ≤ \$ ≤ 18000	2
Obtención de financiamiento para la realización de proyectos	Lento	3
Mayor fuente de financiamiento	Interno	1

Posteriormente, se procede a obtener el promedio de los Indicadores de Innovación de Segundo Nivel IISN para calcular el Indicador de Innovación Tecnológica de Primer Nivel (IIPN) de cada una de las variables, como se muestra en (1). Y así, se realiza sucesivamente para el resto de las variables en cada uno de los entes investigados.

Cálculo tipo: Para j = 1 (Variable: **Investigación y Desarrollo (I+D)**)

$$IIPN_{j=1} = \frac{\sum_{i=1}^n IISN_i \text{ de la variable } j}{n} = \frac{\sum_{i=1}^9 IISN_i \text{ de la variable } j}{9}$$

$$IIPN_{j=1} = \frac{5 + 3 + 5 + 3 + 3 + 2 + 3 + 1}{9} = \frac{27}{9} = 3 \quad (1)$$

**Registro de datos B:** con los datos suministrados por el registro de datos A, se procede a calcular el **Indicador de Innovación Tecnológica del Ente (IITE)** a partir de los IIPN calculados anteriormente y registrados en el Registro de datos B, como lo ilustra la Tabla 2 para el caso del ente 1.

**MEDICIÓN DE LA CAPACIDAD DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN UNIVERSIDADES  
CASO: UNIVERSIDAD DE CARABOBO**

**TABLA 2**  
**Ejemplo de Indicadores de Innovación de Primer Nivel**

Nº	Variable	IIPN
1.	Investigación y Desarrollo	3
2.	Licencias	5
3.	Patentes	5
4.	Proyectos	3,0625
5.	Publicaciones	2,6667
6.	Servicios	5

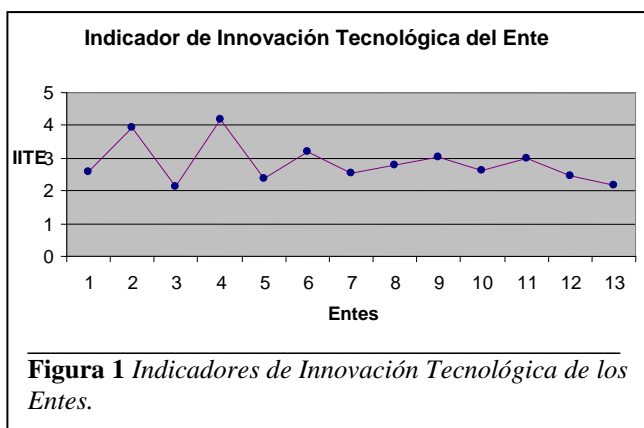
Después de obtener, los IIPN de cada una de las variables del ente, se procede a calcular la suma de los IIPN<sub>j</sub> (j = 1, 2, 3, ..., m; donde "m" representa el total de variables), y se calcula el IITE, como se observa en (2).

$$IITE = \frac{\sum_{j=1}^m IIPN_j}{m} = \frac{\sum_{j=1}^6 IIPN_j}{6} \quad (2)$$

$$IITE = \frac{3 + 5 + 5 + 3,0625 + 2,6667 + 5}{6} = \frac{23,7292}{6} = 3,9549$$

**Registro de datos C:** con los datos suministrados por el registro de datos B de todos los entes involucrados en la investigación en la Facultad, se procede a calcular el **Indicador de Innovación Tecnológica de la Facultad (IITF)**.

En la Figura 1 se pueden visualizar los Indicadores de Innovación Tecnológica obtenidos por cada uno de los entes. El análisis de este gráfico se realiza más adelante.



Después de obtener, los IITE de cada uno de los entes, se procede a calcular la suma de los IITE<sub>k</sub> (k = 1, 2, 3, ..., m<sub>1</sub>; donde "m<sub>1</sub>" representa el total de los entes), y se calcula el IITF, como se muestra en (3).

**4. Salida de la Información:** comprende los siguientes diagnósticos:

**Capacidad de Innovación Tecnológica de la Facultad:** de acuerdo con los criterios que se muestran en la Tabla 3, adaptados a la propuesta del SISMECIT-UC; el perfil innovador de la Facultad es de **"Facultad Potencialmente Innovadora"**, ya que el IITF está comprendido en el intervalo de 1,6667 < IITF ≤ 3,3334, donde el IITF es igual a **2,843928**; es decir la Facultad ha realizado actividades de investigación e innovación tecnológica durante el año de referencia (2006) pero se abandonaron los esfuerzos antes de lograr los resultados, o bien se continuaron realizando dichas actividades logrando resultados, pero sin las expectativas que se esperaban.

**TABLA 3**  
**Perfil innovador**

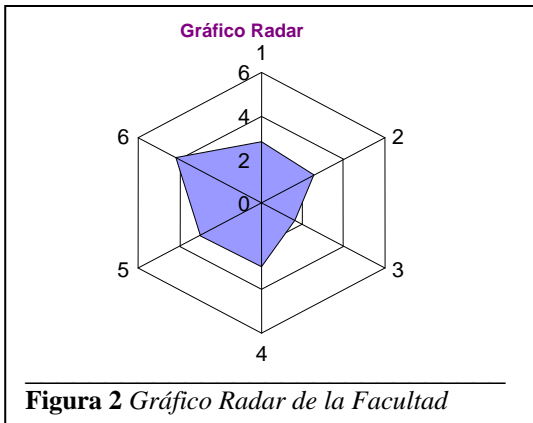
Rango	Perfil
1 < IITF ≤ 1,6667	<b>Facultad No Innovadora:</b> no realizaron ninguna actividad de investigación e innovación tecnológica durante el año.
1,6667 < IITF ≤ 3,3334	<b>Facultad Potencialmente Innovadora:</b> realizaron actividades de investigación e innovación tecnológica durante el año de referencia pero abandonaron los esfuerzos antes de lograr los resultados, o bien continuaron realizando dichas actividades logrando resultados, pero sin las expectativas que se esperaban.
3,3334 < IITF ≤ 5	<b>Facultad Innovadora:</b> realizaron las actividades de investigación e innovación efectivamente, obteniendo resultados concretos, es decir, que lograron producir innovaciones tecnológicas.

$$IITF = \frac{\sum_{k=1}^{m_1} IITE_k}{m_1} = \frac{\sum_{k=1}^{13} IITE_k}{13}$$

$$IITF = \frac{2,581 + 3,954 + 2,142 + 4,162 + 2,388 + 3,184 + 2,776 + 2,540 + 3,025 + 2,616 + 2,996 + 2,155 + 2,446}{13}$$

$$IITF = 2,843928 \quad (3)$$

**Gráfico radar:** en la Figura 2, se ilustra gráficamente el tamaño de la brecha entre las variables que describen el proceso de innovación tecnológica.



En la Facultad estudiada, en general, se encontraron brechas con respecto a todas las variables analizadas. Estas brechas obedecen a la calificación otorgada para cada Indicador de Innovación de Primer Nivel. Se observa, que la variable **Servicio**, se puede considerar como un punto fuerte de la Facultad por mostrar menor distanciamiento en el gráfico y las variables de **Investigación y Desarrollo, Licencias, Patentes, Proyectos y Publicaciones**, representan puntos débiles de la misma. Estos resultados sirven de base para crear conciencia y tomar las medidas pertinentes para mejorar.

#### 5. Análisis y Conclusiones de la Prueba Piloto

De la aplicación del Sistema de Medición de la Capacidad de Innovación Tecnológica (SISMECIT-UC) a la Facultad de Ingeniería, se puede observar que los Centros de Investigaciones 1 y 4, son los únicos dos centros que se encuentran dentro del **perfil innovador**. Al contrario, los entes 3 y 12 obtuvieron el menor valor dentro del **perfil potencialmente innovador**. Por otra parte, los grupos 6 y 11 se encuentran muy cerca del límite superior del perfil potencialmente innovador, es decir, 3,3334.

En general, según estos resultados se puede asegurar que la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo tiene una capacidad "**Potencialmente Innovadora**", lo que quiere decir que a pesar de que abordan actividades que favorecen a la investigación y la innovación, se deben crear planes que puedan colaborar con el desarrollo científico-tecnológico del país y así trabajar para llegar a ser una facultad completamente innovadora.

#### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con la aplicación del sistema de medición se puede inferir la capacidad de innovación tecnológica de cada una de las facultades de una Universidad en particular y caracterizar su perfil innovador, así como también identificar las fortalezas y debilidades de la misma en materia de innovación; esto servirá de base para la toma de decisiones que sean necesarias para coadyuvar al desarrollo de la casa de estudios en cuestión.

A través de los indicadores presentados anteriormente, se pueden establecer criterios de decisión para el mejoramiento del perfil innovador del centro estudiado, de la facultad y de la Universidad en general.

Es evidente que, dado que se trata de una prueba piloto, existen muchos aspectos que deben ser revisados para futuras aplicaciones, por lo que se recomienda la revisión de la metodología aplicada y la discusión con los distintos grupos sobre los resultados obtenidos, a fin de interpretar adecuadamente lo que éstos significan. 📄

#### REFERENCIAS

1. GENATIOS, C. y LAFUENTE, M. *Ciencia y Tecnología en Venezuela*. Primera Edición. Caracas: Ediciones OPSU, 2004.
2. BRAVO MORALES, Gaudy. "La Producción Científica de una Unidad de Investigación Universitaria. Una Propuesta Metodológica". *Revista Venezolana de Gerencia*. Vol. 7(Nº. 019, Julio-Noviembre): 2002.
3. SOCORRO, Domingo. "Planificación, Gestión y Evaluación de la Innovación Tecnológica en el Contexto de las Ciencias de la Salud, en su Ámbito Universitario". *Ágora - Trujillo*. Año 8(Nº. 15, Enero-Junio): 2005.
4. TESTA, Pablo. "Indicadores científicos y tecnológicos en Venezuela: de las encuestas de potencial al observatorio de ciencia, tecnología e innovación". *Dossier: Los observatorios de ciencia y tecnología*. *Revista del Cendes*. Vol. 21(Nº 51): 2002.
5. BRITO, E. y OVALLES, M. *Sistema de Medición de la Capacidad de Innovación Tecnológica en las Empresas Venezolanas*. Valencia, Venezuela: Universidad de Carabobo, 2005.
6. RED IBEROAMERICANA DE INDICADORES DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA, RICYT. *Normalización de Indicadores de Innovación Tecnológica en América Latina y el Caribe*. *Manual de Bogotá*. [s.l.]: RICYT/OEA/CYTED/COLCIENCIAS/OCYT, 2001.
7. DELGADO, Mercedes et al. "Análisis comparativo de instrumentos de evaluación de la innovación tecnológica". *Ingeniería Industrial*. No. 3: 2002.
8. MARCH, I. "La medición del desempeño ante la innovación mediante el uso de indicadores y macroindicadores". *Revista Digital Madrid* 2004, No. 20, Dic 2003 - Enero 2004. Disponible en: <http://www.madrimasd.org/revista/revista20>
9. ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT, OECD. *Proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Technological Innovation Data*. *Oslo Manual*. 2ª ed. Paris: European Commission Eurostat, 1997.
10. ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT, OECD. *Proposed Standard Practice for Surveys on Research and Experimental Development*. *Frascati Manual*. 2ª ed. Paris: European Commission Eurostat, 2002.
11. ORTIZ, F. *Modelo de Gestión de la Innovación Tecnológica en Pymes*. México: Universidad Anáhuac, 2005.