



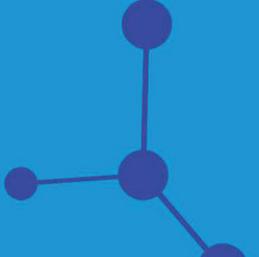
# LAS UNIVERSIDADES COMO CAPITAL INTANGIBLE

para desarrollar la industria  
de procesos Químicos y fermentativos

Erenio González Suárez  
Diana N. Concepción Toledo  
Juan Esteban Miño Valdés



EDITORIAL UNIVERSITARIA





**LAS UNIVERSIDADES COMO CAPITAL INTANGIBLE  
PARA DESARROLLAR LA INDUSTRIA DE PROCESOS  
QUÍMICOS Y FERMENTATIVOS**

Erenio González Suárez  
Diana N. Concepción Toledo  
Juan Esteban Miño Valdés

EDITORIAL UNIVERSITARIA



**LAS UNIVERSIDADES COMO CAPITAL INTANGIBLE  
PARA DESARROLLAR LA INDUSTRIA DE PROCESOS  
QUÍMICOS Y FERMENTATIVOS**

Erenio González Suárez  
Diana N. Concepción Toledo  
Juan Esteban Miño Valdés

EDICIONES ESPECIALES

EDITORIAL UNIVERSITARIA  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE MISIONES

Cnel. José Félix Bogado 2160  
Posadas – Misiones – Tel-Fax 0054 376 4428601

Correo electrónico:  
ventas@editorial.unam.com.ar

Página web:  
www.editorial.unam.edu.ar

Colección: Ediciones especiales  
Revisión técnica y corrección: Juan Esteban Miño Valdés

Las universidades como capital intangible para desarrollar la industria de procesos químicos y fermentativos / Erenio González Suárez ; Diana Niurka Concepción Toledo ; Juan Esteban Miño Valdés. - 1a ed. - Posadas: Edunam - Editorial Universitaria de la Universidad Nacional de Misiones, 2018.

110 p. ; 23 x 16 cm. - (Ediciones especiales)

ISBN 978-950-579-497-3

1. Investigación Básica. 2. Industria Química. 3. Política de Innovación y Desarrollo.

I. Concepción Toledo, Diana Niurka II. Miño Valdés, Juan Esteban III. Título  
CDD 378.007

Hecho el depósito de la Ley Nº 11.723  
Impreso en Argentina  
ISBN: 978-950-579-497-3  
©Editorial Universitaria  
Universidad Nacional de Misiones, Posadas, 2018

## **SOBRE LOS AUTORES**

### **Álvarez Pérez David**

Ingeniero Técnico en Informática de Gestión  
Ingeniero en Informática, egresado de la Escuela Superior de Ingeniería Informática de la Universidad de Vigo, Campus Ourense, Pontevedra España.  
Investigador en el Área de Seguridad Informática del Centro Tecnológico de Telecomunicaciones de Galicia (GRADIANT), Edificio Citexvi, Campus de la Universidad de Vigo, Pontevedra España.  
(dalvarez@gradient.org)

### **Concepción Toledo Diana Niurka**

Licenciada en Educación  
Máster en Gerencia de Ciencia e Innovación  
Dra. en Ciencias de la Educación  
Profesora Auxiliar, Investigadora en la Facultad de Ciencias Sociales de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Santa Clara, Villa Clara Cuba.  
(dianac@uclv.edu.cu)

### **Curbelo Sánchez Alfredo**

Ingeniero Químico  
Dr. en Ciencias Técnicas  
Profesor Titular y Emérito del Dpto. de Ingeniería Química, Facultad de Química y Farmacia, Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas, Cuba.  
(acurbelo@uclv.edu.cu)

### **Gómez Pérez Carlos René**

Ingeniero Mecánico  
Dr. en Ciencias Técnicas egresado de la Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas, Cuba.  
Profesor Titular del Centro de Investigaciones de Soldadura de la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas, Cuba.  
(crene@uclv.edu.cu)

**González Suárez Erenio**

Ingeniero Químico

Dr. en Ciencias Técnicas

Dr. en Ciencias egresado de la Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas, Cuba.

PosDr. en Gestión Ambiental y Seguridad Industrial egresado de la Universidad de Magdeburg, Alemania.

Profesor Titular y Emérito del Dpto. de Ingeniería Química, Facultad de Química y Farmacia, Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas, Santa Clara, Villa Clara Cuba.

Miembro de Mérito de la Academia de Ciencias de Cuba.

Premio Nacional de Ingeniería Química 2013 de la Asociación de Química de Cuba.

(erenio@uclv.edu.cu)

**Miño Martos María Gabriela**

Grado en Trabajo Social egresada de la Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad de Vigo, Campus Ourense, Pontevedra España.

Máster en Desprotección y Conflictos Sociales de Menores egresada de la Facultad de Ciencias Jurídicas y del Trabajo, Universidad de Vigo, Campus de Vigo, Pontevedra, España.

Ejercicio de la Profesión e Investigación independiente en Vigo, Pontevedra, España.

(mgabi84@hotmail.com)

**Miño Valdés Juan Esteban**

Laboratorista Químico Industrial, Ingeniero Químico, Especialista en Gestión de Ambiente y Producción, Máster en Tecnología de los Alimentos egresado de la Universidad Nacional de Misiones, Argentina.

Dr. en Ciencias Técnicas, PosDr. en Gestión de Ciencia e Innovación en la Industria Química, PosDr. en Política Científica I+D+i para el desarrollo local y PosDr. en Universidad capital intangible para desarrollar la industria química egresado del Dpto. de Ingeniería Química de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas, Santa Clara, Villa Clara Cuba.

Profesor Titular Regular e Investigador de la Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Misiones, Argentina.

(minio@fio.unam.edu.ar)

**Peralta Suárez Luis Manuel**

Ingeniero Químico

Dr. en Ciencias Técnicas

Profesor Titular y Emérito del Dpto. de Ingeniería Química, Facultad de Química y Farmacia, Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas, Santa Clara, Villa Clara Cuba.

(lperalta@uclv.edu.cu)

# ÍNDICE

## **CAPÍTULO I**

A PROPÓSITO DE LA INVESTIGACIÓN EN LAS UNIVERSIDADES .....	13
Introducción.....	13
La investigación universitaria actual: misión que rompe con la enseñanza tradicional .....	14
Acercando la investigación universitaria a las necesidades de los países subdesarrollados .....	17
Conclusiones.....	18
Referencias bibliográficas .....	18

## **CAPÍTULO II**

UNA VISIÓN ACTUAL DE LAS CIENCIAS COMO FUERZA PRODUCTIVA DI- RECTA .....	21
Introducción.....	21
Los procesos históricos y sociales como agentes que impulsan el desarrollo de la ciencia.....	22
La ciencia como fuerza productiva directa.....	25
Conclusiones.....	27
Referencias bibliográficas .....	27

## **CAPÍTULO III**

LA GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO EN EL VÍNCULO UNIVERSIDAD-EM- PRESA PARA EL DESARROLLO LOCAL .....	29
Introducción.....	29
La gestión del conocimiento aplicado al contexto: su aporte en el desarrollo local .....	30

El proceso de gestión del conocimiento en el vínculo universidad-empresa .....	34
Conclusiones .....	36
Referencias bibliográficas .....	36

## **CAPÍTULO IV**

LA VALORACIÓN Y TERMINACIÓN DE TECNOLOGÍAS EN LAS UNIVERSIDADES A TRAVÉS DE LA COLABORACIÓN INTERNACIONAL. LIMITACIONES Y VÍAS. ....	39
Introducción.....	39
Fundamentos del vínculo de los centros de generación de conocimientos y la creación de nuevas oportunidades de crecimiento económico en un territorio .....	41
Estudio del contexto para la aplicación de la experiencia: provincia de Misiones, Argentina .....	44
Procedimiento para el desarrollo de tecnologías bajo la concepción de la colaboración .....	45
Conclusiones .....	48
Referencias bibliográficas .....	49

## **CAPÍTULO V**

MÉTODOS PARA VALORAR EL CAPITAL INTANGIBLE .....	53
Introducción.....	53
Modelos y métodos de medición de capital intangible .....	55
Medición de intangibles en el ámbito de la Universidad.....	60
Referencias bibliográficas .....	65

## **CAPÍTULO VI**

LAS HERRAMIENTAS MATEMÁTICAS EN LA BÚSQUEDA DE LAS CONDICIONES ÓPTIMAS: UN INTANGIBLE PARA LA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍAS .....	69
Introducción.....	69
Necesidad del respaldo experimental.....	71
El uso de los métodos de diseño de experimento .....	72
La modelación matemática fenomenológica, herramienta imprescindible para el Ing Químico.....	74
Confección del Modelo Matemático dinámico fenomenológico de un proceso .....	76
Nuevo paradigma del diseño de procesos de la industria química .....	78

Conclusiones .....	80
Referencias bibliográficas .....	81

## **CAPÍTULO VII**

LOS MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS DE las investiga- ciones: un factor de valor intangible para el desarrollo.....	83
Introducción.....	83
Valoración de tecnologías para su comercialización.....	85
Los elementos de valoración .....	86
Vías para minimizar la incertidumbre en la valoración de una tecnología.....	90
Los estudios previos inversionistas. Principios metodológicos y de organización .....	91
Los métodos multicriterio de evaluación y decisión.....	92
Métodos de proceso de análisis jerárquico (AHP) .....	101
Referencias bibliográficas .....	103



## CAPÍTULO I

### A PROPÓSITO DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA EN LAS UNIVERSIDADES

Diana N. Concepción Toledo  
Erenio González Suárez  
Juan Esteban Miño Valdés

#### Introducción

Los desafíos que enfrenta la educación universitaria en el contexto global y, de forma especial, en la región latinoamericana, constatan la responsabilidad y pertinencia social que en los tiempos que corren, adquiere esta institución.

En la Declaración de la Conferencia Regional de la Educación Superior en América Latina y el Caribe celebrada en el 2008, quedó establecido que “En un mundo donde el conocimiento, la ciencia y la tecnología desempeñan un papel de primer orden, el desarrollo y el fortalecimiento de la Educación Superior constituyen un elemento insustituible para el avance social, la generación de riqueza, el fortalecimiento de las identidades culturales, la cohesión social, la lucha contra la pobreza y el hambre, la prevención del cambio climático y la crisis energética, así como la promoción de una cultura de paz”.

En apretada síntesis se reafirma el papel de la educación superior, como una tarea humana universal que contribuirá a enfrentar con éxito los retos antes mencionados y que constituyen a avanzar hacia el desarrollo humano sostenible.

Sin embargo, no es un camino llano el que ha conducido a la transformación del modelo educativo que por años imperó en las universidades de nuestra región, como tampoco lo ha sido la inserción de la investigación científica y sus resultados en los procesos productivos que permita a estos países, modificar en forma beneficiosa su economía.

La visión anticipada de Martí acerca del empuje de la ciencia, no solo lo llevó a sentenciar la necesidad de incorporar el estudio científico en la educación científica desde los primeros años de la enseñanza, sino a incentivarlo vinculado con las necesidades de las naciones americanas y reclamaba que: “El mundo nuevo requiere la escuela nueva. Es necesario sustituir el espíritu literario de la edu-

cación por el espíritu científico”. “Que se trueque de escolástico en científico el espíritu de la educación”. “Poner la ciencia en lengua diaria, he aquí un gran bien que pocos hacen”.

Exponía así su convencimiento de que el futuro del hombre estaría, en gran medida, regido por la actividad científica.

La nueva universidad a la que aspiramos hoy en toda América, deberá transitar de forma acelerada de la “universidad profesional”, que trasmite conocimientos y no investiga; a la “universidad investigativa”, que genera y trasmite conocimientos y que por supuesto investiga.

Así como la universidad cubana constituye una institución que se ubica en el centro de la producción, difusión y aplicación del conocimiento, la investigación científica y la innovación (Alpízar, 2015), también es preciso recomendar a las universidades de la región latinoamericana a que sus profesionales hagan uso del conocimiento como fortaleza para revertir la tendencia actual del desarrollo científico y tecnológico que experimentan.

La influencia de la investigación científica universitaria en el desarrollo de estas naciones guarda una estrecha relación con las políticas de sus gobiernos. Refiere la CEPAL que estas políticas, complementadas con el interés y el fomento a la innovación y a la formación de recursos humanos calificados en sectores clave, la inversión en investigación y desarrollo (I+D), la consolidación de una base científica y tecnológica dotada con especialistas de alta calificación, a la que se adiciona el fortalecimiento del vínculo de las universidades y las empresas como actores principales en este sistema, forman parte de las transformaciones que necesariamente debe orientar la investigación.

### **La investigación universitaria actual: misión que rompe con la enseñanza tradicional**

La universidad como institución social, surge con el propósito de buscar y preservar el conocimiento y transmitirlo fundamentalmente, a través de la formación durante el proceso de enseñanza, por lo que se convierte en instituciones de saber.

La consolidación del conocimiento como elemento esencial en la producción, comienza a ocupar un lugar impresionante en el desa-

rollo socio económico de la sociedad. Deviene en una forma específica de actividad humana hasta convertirse en una profesión.

El proceso de organización institucional de la ciencia, según refiere Woolgar (1991), ha atravesado tres grandes etapas: amateur, académica, profesional o industrial.

Enfatiza el autor que durante la fase amateur (siglo XVII al XIX), la ciencia era ejercida por una minoría, con solvencia económica y desarrollada de forma aislada, tras salones aristocráticos y con una limitada difusión de sus resultados. Luego atravesó la fase académica (siglo XIX a la primera mitad del XX), en la que se gestó una pérdida de la autonomía de aquellos que se dedicaron a su ejercicio, en la medida que fueron aceptando fondos públicos para ejecutar ciencia en función de objetivos específicos a nombre de quienes la financiaban, hasta arribar a su fase profesional y actual, donde se desarrolla en de investigación, en los que se ubican las universidades, respondiendo directamente a los intereses de los gobiernos y estados dirigida a esta actividad.

Esta reseña justifica la aparición de la investigación universitaria como una “revolución académica” según refieren Etzkowitz y Leydesdorff (2.000). El siglo XXI hace que se generen cambios en la percepción del papel de esta investigación y su contribución directa al crecimiento económico.

Las relaciones de la universidad y el sector empresarial, despiertan ideas creativas basadas en intereses que surgen de las propias demandas de la sociedad. Comprende acciones relacionadas con procesos de innovación y su viabilidad, que incluye el desarrollo, la fabricación, transferencia y la comercialización de los productos o servicios que como fruto de la investigación se genera.

En el caso específico de la universidad cubana, se trabaja para promover, incrementar o propiciar la innovación tecnológica mediante la vinculación de la academia con el sector empresarial y la sociedad. Figura 1.



**Figura 1:** Vinculación de la universidad, el sector empresarial y la sociedad en el proceso de innovación tecnológica.

**Fuente:** Elaboración propia (2018)

Se considera que esta vinculación será necesaria para la producción y aplicación de los nuevos conocimientos en los próximos años, por lo que es evidente que la universidad hará más pertinente su investigación en la medida que mantenga el necesario intercambio con la sociedad y el aparato empresarial.

Sin embargo, en el contexto latinoamericano, tal y como lo describe Heber Vessuri (1997), se observa la presión sobre las universidades públicas para reorientar sus actividades y sus recursos a la producción de bienes privados intercambiables en el mercado.

Se viene imponiendo en las políticas públicas y prácticas universitarias la orientación hacia el mercado como fin último y como modo de supervivencia de las instituciones de educación superior, introduciendo una serie de conceptos y nociones cuya adopción resulta problemática y a veces traumática.

Refiere García (2005) que aunque la existencia de la investigación en las universidades es un paso de avance para que esta desempeñe su influencia como pivote sobre el resto de las funciones sustantivas de la universidad, es importante responder: ¿Qué se investiga en ellas?, Quiénes, dónde y cómo lo hacen? y para qué se investiga?

En este caso resulta necesario velar por la política científica que direcciona la investigación en cada una de ellas, atendiendo a que esta constituye las medidas que toma el gobierno para dar a la investigación su plena eficacia, que se evalúa en correspondencia con los objetivos del desarrollo nacional, el crecimiento de los conocimientos en general y el desenvolvimiento del país en el ámbito internacional; aspecto que representa la expresión de la vinculación entre el desarrollo económico y el científico-técnico, lo que constituye el mayor estímulo al avance de la investigación universitaria.

## **Acercando la investigación universitaria a las necesidades de los países subdesarrollados**

Las condiciones de los países en desarrollo, favorecen a que la actividad científica descansa esencialmente en la perspectiva de la aplicación práctica de los resultados de la investigación.

Las reflexiones acerca del papel que la universidad puede asumir ante el reto del desarrollo económico a nivel regional, se refiere de forma más acentuada a la revitalización, industrialización y diversificación de las producciones que a este nivel se desarrollan.

Por ello, cada vez se exige a la investigación universitaria que se extienda más allá de sus fronteras y se haga extensivo, mediante los mecanismos de transferencia, a favor de la comunidad empresarial y de la sociedad.

Es común encontrar investigaciones en las que se procura alcanzar resultados a partir de la utilización de materias primas, subproductos o residuales característicos de esos países, en los que se obtenga productos con valor agregado.

No obstante, el científico tropieza con obstáculos que limitan su proceder y que afectan el compromiso de la entrega del resultado. Entre estas limitantes pudieran enumerarse la carencia de laboratorios, talleres experimentales, plantas pilotos, y dificultades para el trabajo interdisciplinar. En muchos casos no resulta suficiente acceder a la información relativa al objeto que se investiga, sino que es también importante el establecimiento de redes de comunicación entre las comunidades científicas que faciliten el intercambio de experiencias y conocimientos, el financiamiento para ejecutar las acciones, el acceso al know how de las tecnologías, entre otras acciones que explican que en muchos casos la aplicación de los conocimientos se vea amenazado por serios obstáculos.

Se apuesta con fuerzas a la colaboración y la integración entre los investigadores de estos países, entre los procesos docentes e investigativos, la vinculación entre los centros de generación de conocimiento y el sector empresarial, entre las universidades y la sociedad, y un eficiente proceso de gestión del conocimiento. Es esto a lo que se denomina una adecuada y pertinente investigación universitaria.

## Conclusiones

La investigación científica universitaria que se desarrolla en los países en desarrollo requiere ser innovadora, lo que dependerá de su potencial científico, la organización de sus procesos y la vinculación mediante alianzas estratégicas con el entorno económico y social.

Al concebir la educación superior como un bien público social, un derecho humano y universal y un deber del Estado al servicio de la sociedad, es premisa fundamental la orientación de la investigación científica a la formación de especialistas integrales y mejores ciudadanos, comprometidos con la generación de conocimientos y socialización en el contexto social.

Es necesario implementar acciones que conduzcan al fortalecimiento del proceso investigador sobre la base del estudio de las necesidades de la producción y consumo y la posibilidad de introducir los resultados en la práctica que contribuyan a alcanzar impactos en el ámbito social, económico, ambiental científico en los países en que se desarrolla.

## Referencias bibliográficas

Alpízar, M. (2015)

La Educación Superior en Cuba. Resultados y retos. Revista Bimestre Cubana. Volumen CXVIII, julio-diciembre. Época III, No. 43. La Habana, Cuba.

Etzkowitz, H. y Leydesdorff, L. (2000)

The dynamics of innovation: from National Systems and “Mode 2” to a Triple Helix of university-industry-Government Relations., *Research Policy*, 29.

García, J. L. (2006)

*Gestión de Ciencia e Innovación tecnológica en las Universidades. La experiencia Cubana.* En Medina, N. (Ed.), La Habana, Cuba: Editorial Universitaria Félix Varela.

IESALC- UNESCO (2008)

Declaración final de la Conferencia Regional de la Educación Superior de América Latina y el Caribe. <http://www.oei.es/historico/salactsi/cres.htm>

INDEC, (2003)

“Segunda Encuesta Nacional de Innovación y Conducta Tecnológica de las Empresas (1998-2001)”, INDEC - SECyT – CEPAL

Martí, J.

Obras Completas, t. 8.

Vessuri, H.

El futuro nos alcanza: mutaciones previsibles de la ciencia y la tecnología. Tendencias de la Educación Superior en América Latina y el Caribe. [file:///d:/downloads/el\\_futuro\\_nos\\_alcanza\\_mutaciones\\_previsibles\\_de\\_la](file:///d:/downloads/el_futuro_nos_alcanza_mutaciones_previsibles_de_la_Ciencia_y_la_Tecnología.pdf) Ciencia y la Tecnología.pdf (acceso 15/08/18)

Woolgar, S. (1991)

Abriendo la caja negra, Anthropos, España.



## CAPÍTULO II

### UNA VISIÓN ACTUAL DE LA CIENCIA COMO FUERZA PRODUCTIVA DIRECTA

Diana N. Concepción Toledo  
Erenio González Suárez  
Juan Esteban Miño Valdés

#### Introducción

La ciencia es el conocimiento cierto de las cosas por sus principios y causas. Así lo definió Jhon D. Bernal y añadió, que la ciencia se inició como un asunto en el que fue difícil discernir entre el conocimiento adquirido por la experiencia y el que asoma como resultado de la actividad científica.

Al profundizar en sus raíces, es necesario establecer que ella se encuentra en un término medio que se nutre de la práctica establecida a lo largo de los años y el conjunto de ideas probadas que aseguran la continuidad de la sociedad, influenciada por los intereses de quienes la dirigen.

Lo cierto es que, aunque ambos tipos de conocimientos (empírico y científico) representan un rico arsenal de fuentes para el desarrollo de la ciencia, tardó mucho tiempo para que la sociedad en general reconociera el rol que posee la incorporación de sus resultados en los procesos que, a través de ella se desencadenan.

Ha sido necesario el esfuerzo de muchos hombres que, durante los últimos siglos, han demostrado los nexos existentes entre los descubrimientos científicos y la influencia de las relaciones sociales para su difusión y aplicación de los resultados para transformar la realidad, en aras de cumplir con la finalidad de la ciencia: poner sus fuerzas al servicio de la humanidad.

A partir de los años 50 del siglo XX, se produce un viraje en la concepción de esta actividad, donde se suceden iniciativas en las que subyace el interés marcado por la introducción de sus resultados en cada uno de los procesos de la producción material y espiritual, para ser incorporados a campos tan disimiles que van desde el uso de energías renovables, el desarrollo de tecnologías para la obtención de productos de alto valor agregado a partir de residuos de pro-

cesos tecnológicos o en asuntos sociales complejos a nivel local, territorial o internacional.

La creciente atención al empuje de la ciencia y la tecnología actual, las políticas que las rigen y su reconocimiento como recurso de poder, constituyen puntos clave en la agenda de los gobiernos pues, no caben dudas, de que ellas son un aspecto inseparable encada uno de los procesos, es más, se erige como una condición básica y fundamental en la actividad diaria del hombre.

En el entorno contemporáneo, las organizaciones requieren, para el cumplimiento exitoso de sus misiones y su permanencia, de la ciencia y las innovaciones tecnológicas. Su presencia se convierte en un indicador para ser competitivas, ante un ambiente en el cual el riesgo de ser absorbidas o desaparecer, está cada vez más presente.

La transformación del conocimiento en un resultado de utilidad socio-económica y su aplicación práctica no ha tenido la misma apreciación a lo largo de la historia. En este asunto han influenciado los diferentes eventos históricos y sociales que han conformado la visión actual que se tiene de la ciencia y de la comprensión de la innovación desde una nueva dimensión: la social (Núñez, 2015), la que intenta proponer soluciones a los problemas de la sociedad, con la participación de sus propios actores, y de esta forma contribuir al desarrollo inclusivo.

### **Los procesos históricos y sociales como agentes que impulsan el desarrollo de la ciencia**

El avance de la ciencia no ha registrado un ritmo constante en su desarrollo a lo largo de la historia. Tampoco lo ha sido la valoración que el hombre ha hecho de esta actividad y de la innovación tecnológica para incorporarlos a cada uno de los procesos.

El desarrollo de la ciencia, como todo proceso social, ha experimentado grandes progresos y períodos de estancamiento o crisis. Pero es importante enfatizar que, los mayores esfuerzos por hacer ciencia llegan de forma inmediata justo después de la aparición del capitalismo y su consolidación como ciencia moderna.

Así como se produjo una ruptura en las normas fijas establecidas por el antiguo sistema feudal, la ciencia desató una enorme liberación del pensamiento creador del hombre en campos, que hasta ese entonces eran vedados y en los cuales los científicos afirmaron que

eran capaces de encontrar resultados superiores a los que hasta ese momento se habían experimentado.

Con la instauración del capitalismo como sistema, la ciencia se convirtió en parte integrante de la nueva civilización, al demostrar su utilidad en la medida que se comprendió las ventajas que suponía su empleo en objetivos estratégicos como el militar o económico, asunto constatado en la superioridad demostrada por la civilización europea en la conquista de otros territorios y en el crecimiento de sus economías.

El auge de este sistema, la generación de necesidades económicas propias de este sistema, el surgimiento de tecnologías y la conjugación de conocimientos empíricos y teóricos para el avance y desarrollo de la sociedad, advertían la llegada de una nueva fase: el camino hacia la prosperidad y el progreso ilimitado indispensable para la nueva era de la industrialización.

Aunque en el siglo XVIII los conocimientos teóricos consolidados por la ciencia, estaban mucho más atrasados que los que aportaba la técnica, dados por la experiencia y el hacer, a finales del siglo XIX, el nuevo método de producción capitalista sirvió de acicate para impulsar el conocimiento científico y su incorporación a la industria.

Finalmente, es en el siglo XX donde se consolida la integración plena de la ciencia al mecanismo productivo. La propia necesidad de transformación de la industria hizo posible la introducción de sus resultados y con ella, la incorporación acelerada de los métodos científicos a los procesos productivos.

La fábrica se convirtió así en el nuevo puente entre invención e innovación (Landes, 1979). Si en un primer momento la ciencia constituyó un recurso limitado, ya en este período todo el frente industrial estaba comprometido con el conocimiento científico, cuyos procesos productivos se hacían cada vez más dependientes de la ciencia para su desarrollo, cambio, transformación e incorporación en el mercado.

Es entonces que, como refiere Bernal (2007) la ciencia pasa de un papel pasivo a un papel activo, de la investigación de la naturaleza a la *consecución de todas las cosas posibles*. La Revolución Industrial colocó las bases de la moderna sociedad capitalista, nacida en Europa y expandida luego a todo el mundo.

La revolución científico-técnica no se redujo a los descubrimientos científicos, sino que constituyó la transformación radical de las

fuerzas productivas, la reorganización de la base tecnológica y el papel del hombre en el proceso de producción.

La ciencia se presentaba como una expresión de cultura alternativa. Su papel, más allá de proveer de habilidades específicas útiles, consistió en ofrecer una base cultural e intelectual diferente a la que hasta ese entonces sirvió de sustento.

Ello explica el interés de los gobiernos y Estados por la inserción de la educación científica y técnica, percibida como necesaria para hacer evolucionar la sociedad. Aunque es necesario acotar que este empuje no se percibe en todos los países y regiones de igual forma. Aun es asignatura pendiente, en países que avanzan hacia el desarrollo y aquellos en que están sumergidos en la mayor precariedad económica y social, renovar su sistema educativo sobre las bases científicas para que se revierta en el necesario desarrollo económico y social.

Consecuentemente a esta reflexión, la cultura es conocimiento socialmente adquirido y socialmente compartido y transmitido (Lage, 2013). Ese papel cultural de la ciencia sigue siendo relevante hoy, aunque su contribución utilitaria sea seguramente el factor que mejor explique el apoyo social que se le dispensa.

El proceso de industrialización aparejado al desarrollo del capitalismo, tienen un indiscutible aporte en el desarrollo de la ciencia, pues no se puede obviar la interacción de la ciencia, la industria y la sociedad que se desata en este período, dando paso a crear las bases para aprovechar todo el arsenal de la ciencia para engrosar e incrementar sus beneficios.

Sin embargo, algo muy diferente ocurría cuando era necesario aplicarla en asuntos tan sensibles como la salud o la educación de las grandes masas populares. Para estos solo aseguraba trabajo enajenador, pobreza e inseguridad.

Así como las Revoluciones Científicas e Industriales dieron el empuje necesario al desarrollo de la ciencia, era inevitable el estallido de una Revolución Social en la que también fueran beneficiadas las grandes masas populares y sus países, con la que conllevaran a una transformación radical en las relaciones sociales y de igual forma para determinar las perspectivas históricas del desarrollo económico y social.

## La ciencia como fuerza productiva directa

La esencia de las revoluciones científicas y técnicas no solo tiene implicación en el desarrollo de la base material (tecnológica y científica) en la sociedad, sino que cobra especial interés en su carácter académico, pues es precisamente en los centros de generación del conocimiento y dentro de ellos, las universidades, donde se condensan los conocimientos científicos que constituyen la vía fundamental para el desarrollo ulterior de la base material y tecnológica de la sociedad.

Esto resulta significativo y de manera particular en los países en desarrollo o *tercermundistas*, quienes han emprendido el camino al desarrollo socio-económico, apostando a la introducción de los resultados científicos en la práctica como recurso para la superación del atraso y como vía para incentivar la industrialización en su economía nacional.

Es por ello que la actividad científica de los países en desarrollo no puede limitarse a la publicación y presentación de los resultados, sino que debe involucrarse con el resto de los actores y decisores en la sociedad mediante propuestas concretas, recomendaciones y aplicación de métodos que conduzcan la aplicación de las tecnologías, la determinación de su eficacia y la evaluación de las principales direcciones estratégicas de su desarrollo.

La conversión de la ciencia en fuerza productiva directa, a partir de la evidencia actual de sus avances y transformaciones abre paso al cambio radical de la base económica y social actual.

Y es que en ella se concentran como en un sistema único, la actividad del hombre, el conocimiento científico que rige la naturaleza y la sociedad, el dominio de las tecnologías y las vías para conectar su actividad práctica.

Esta unidad entre el dominio del conocimiento científico y la actividad productiva, hace que la ciencia se convierta en el elemento rector de las fuerzas productivas, en cuya inserción se mueve una energía motriz para elevar la producción.

El vínculo cada vez más estrecho entre ciencia, la tecnología y la innovación tecnológica, abre nuevas direcciones en la actividad investigativa a nivel mundial, a saber:

- La biotecnología, estudios del genoma humano, la nanotecnología, todas con el empleo de las tecnologías de la información y las comunicaciones.

- El estudio y aplicación de nuevas formas de energías renovables que sustituyen el empleo de combustibles fósiles.
- La creación y empleo de nuevos materiales de construcción.
- La automatización de los procesos tecnológicos de producción, control y dirección.
- El empleo de métodos matemáticos que contribuyen a agilizar y optimizar los procesos productivos.
- El empleo de los desechos de procesos productivos para la obtención de nuevos productos con alto valor agregado (tecnologías sin desechos), los que aseguran la recirculación de los residuos naturales.
- La sustitución de tecnologías altamente consumidoras de energías y contaminadoras del medio ambiente por tecnologías más limpias.
- El mejoramiento de las condiciones laborales del obrero.

La limitación para encontrar nuevas fuentes y vías –particularmente endógenas- por las cuales encauzar el crecimiento de la economía y sustentar el progreso de la sociedad (Zanetti, 2017), hace necesario asentar sobre sólidas bases científicas, los procesos productivos y la actividad vinculada a la misma.

Esta particularidad hace que cada vez sea evidenciada la actividad científica con una visión interdisciplinar ante el análisis y búsqueda de solución a un problema derivado de la práctica.

Ella proporciona una interacción entre las mejores y más avanzadas experiencias de los especialistas de las diferentes ramas del saber que se integran a través de los procesos colaborativos y cooperativos de las comunidades científicas en cuya esencia radica su trabajo.

Esto se convierte en piedra angular para el avance de la ciencia en los países en desarrollo. El Che, refiriéndose a la teoría económica y política que se debía construir –al inicio de la industrialización en Cuba- expresaba que, en cuanto al desarrollo de la técnica nos faltaba mucho por hacer pero que no era excusable el atraso en cuanto a la concepción de la técnica como base fundamental. Enfatizaba que no se trataba de avanzar a ciegas sino de seguir durante un buen tramo el camino abierto por los países más adelantados del mundo y apuntaba a la necesaria formación tecnológica y científica de todo nuestro pueblo y de su vanguardia.

Las ingenierías, como avanzada de esa vanguardia, están llamadas y con urgencia, a considerar la búsqueda de nuevas tecnologías

para enfocar con seriedad los problemas que hoy expone la Agenda 2030 de desarrollo sostenible, como un imperativo que intenta contrarrestar el actual modelo insostenible, excluyente y depredador del desarrollo, hegemónico a nivel global.

Apostemos, tal como lo plantea Núñez (1997) por una mirada más humanista, más centrada en el hombre, su felicidad y sus valores cuando analizamos la ciencia y la tecnología y también un fundamento más científico y tecnológico cuando de comprender al hombre y su vida espiritual se trata.

## **Conclusiones**

La ciencia desempeña un rol determinante en la sociedad, consolidándose como elemento rector de las fuerzas productivas, que conduce al surgimiento y transformación de los procesos tecnológicos donde se establecen vínculos entre los sujetos a través del intercambio, la producción, aplicación y difusión del conocimiento, que deviene factor determinante en el desarrollo.

La conexión del avance científico a las demandas de la sociedad, se abre paso como una vía esperanzadora para el cambio radical de la base económica y social actual de los países en desarrollo, al considerarse como un sistema en el que se integra la producción del conocimiento científico, el dominio de las tecnologías y las vías para su difusión e implementación en la actividad práctica.

La unidad entre el dominio del conocimiento científico y la actividad productiva, hace que la ciencia se convierta en el elemento rector de las fuerzas productivas, en cuya inserción se mueve una energía motriz para elevar la producción.

## **Referencias bibliográficas**

Bernal, J. (2007)

La ciencia en la historia. Tomo I. Editorial Científico- Técnica, La Habana.

Guevara, E. (2016)

El socialismo y el hombre en Cuba. Revista Cuba Socialista. No. 1. 4ta. época (edición especial) enero-abril.

Gvishiani, D. (1979)

La revolución científico-técnica y el progreso. Sección: La revolución científico-técnica y el desarrollo de la sociedad. Revista Ciencias Sociales. Academia de Ciencias de la URSS N° 3 (37).

Lage, A. (2013)

La Economía del Conocimiento y el Socialismo. Editorial Academia, La Habana.

Landes, D.S. (1979)

Progreso tecnológico y revolución industrial, Tecnos, Madrid.

Núñez, J. (1997)

La ciencia y la tecnología como procesos sociales: Lo que la educación científica no debería olvidar. Editorial Félix Varela, La Habana.

Núñez, J. (2015)

“University, social innovation and inclusive development in Cuba: theory or practice?”, 13<sup>th</sup> Globelics International Conference, La Habana, 23-25 de septiembre de 2015.

Zanetti, O. (2017)

Prólogo de la Revista Miradas a la economía cubana. Un acercamiento a la “actualización” seis años después. Ruth Casa Editorial.

## CAPÍTULO III

### LA GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO EN EL VÍNCULO UNIVERSIDAD-EMPRESA PARA EL DESARROLLO LOCAL

Diana N. Concepción Toledo  
Erenio González Suárez  
Juan Esteban Miño Valdés

#### Introducción

El desarrollo local es uno de los aspectos esenciales en los que se centra la política económica y social de los gobiernos en estos territorios. A través de su gestión se proyecta el mejoramiento de los procesos productivos que, a ese nivel se establecen, teniendo como fin supremo la calidad de vida de los pobladores.

Todo proceso de desarrollo local tiene tres objetivos generales: la transformación del sistema productivo local, el crecimiento de la producción y la mejora del nivel de vida y de empleo de la población. (Vázquez- Barquero, 1988). A estos se le pueden agregar objetivos específicos que, atendiendo a las particularidades y los recursos disponibles de la localidad, se diseña la política específica de desarrollo local.

En los últimos años, el proceso de globalización ha creado las condiciones para que exista una marcada competencia en el mercado. Esto condiciona a que las empresas locales desarrollen nuevas estrategias para poder ajustarse a este nuevo entorno.

Es por ello que este nuevo modelo no basa su fundamento exclusivamente en aquellos recursos tangibles y económicos, sino que precisan en gran medida de recursos endógenos de carácter intangible: factores sociales, tecnológicos e incluso de índole cultural. (León, 2006)

Como parte de estos recursos se encuentra el conocimiento como elemento de indiscutible valor, decisivo y de importancia estratégica, al concebirse como instrumento dinamizador que posibilita poder avanzar en la gestión dentro de los marcos de la localidad.

Este escenario hace que cada vez más sea sustituido el modelo de desarrollo consistente en atraer y promover la inversión exógena hacia la región o localidad, por un nuevo paradigma que ofrece un

nuevo papel al territorio y valoriza el potencial endógeno, denominado *desarrollo endógeno*.

La propia identidad de cada localidad se transforma así en el pilar fundamental y en el factor principal para tomar conciencia de su propia individualidad y definir cuáles serían las aristas fundamentales sobre las cuales impulsar su propio desarrollo económico. La descentralización de los mecanismos de gestión reconoce la necesidad de identificar a los sujetos económicos existentes, verificar su participación en los resultados productivos y de servicios, y elevar el nivel de ocupación. (Donestévez, et al. 2014)

Miranda (2006) constata que muchos autores han definido factores clave para el éxito de la economía local: el talento empresarial, un sistema productivo flexible, economías generadas en los distritos industriales y la existencia de algún agente *individual o colectivo* capaz de actuar como catalizador para movilizar el potencial *autóctono*.

El análisis que en este estudio toma como referente este último factor e identifica al proceso de gestión del conocimiento visto desde el vínculo universidad – empresa como agente catalizador que puede incidir en alcanzar el desarrollo local endógeno.

### **La gestión del conocimiento aplicado al contexto: su aporte en el desarrollo local**

Con razón Núñez (2007) expresa que no se puede construir una estrategia de Gestión del Conocimiento (GC) desde un pensamiento no comprometido con el cambio que la sociedad está demandando, porque no se puede emplear el conocimiento relevante, que es “conocimiento en contexto”.

El proceso de GC visto como un proceso social, no es un fin en sí mismo sino una herramienta imprescindible con la cual se pueden articular los conocimientos que poseen los sujetos con las necesidades de cambio en el entorno en que se desarrollan.

Muchos autores valoran de manera significativa la importancia de contar con un ambiente cultural y humano propicio para la GC. Matos (2009) y Stiglitz (2013) sostienen que a través de ella se promueve el desarrollo de sinergias dentro de un sistema por lo que consideran que las interacciones entre los sujetos hacen sostenibles estos procesos y conducen a la apropiación social del conocimiento.

Es evidente que la GC permite que el capital intelectual que se concentra en una localidad aumente de forma significativa, mediante la gestión de sus capacidades de resolución de problemas de forma eficiente, dado una integración e interacción plena, que permita generar ventajas competitivas sostenibles en el tiempo.

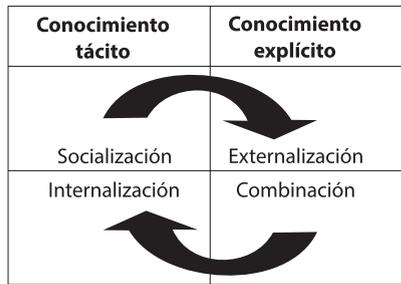
No obstante, es justo reconocer que son pocas las localidades que logran hacer un uso eficiente de los recursos humanos, tecnológicos y del caudal de información de que disponen, pues la GC crea valor en la medida que sean aprovechados estos recursos y se logre su interacción e integración para enfrentar la solución a problemáticas de su entorno.

El aporte de la GC para el desarrollo endógeno sentara sus bases en la creación del conocimiento colectivo, que se establece a través de la interacción continua entre los diferentes actores sociales, individuales y colectivos, los que son portadores tanto del conocimiento tácito y el explícito.

Polanyi (1966), Nonaka y Takeuchi (1995), estudiosos de esta rama del saber, plantearon que la esencia de esta conjugación se trata nada menos, que de establecer la cadena de creación del conocimiento, que va desde la creación individual hasta la creación colectiva: crear – clarificar – clasificar – comunicar – aprehender – crear; enfatizando que desde la primera a la cuarta etapa se considera que existe una responsabilidad individual y en las dos últimas; del equipo y que parten de la diferencia de dos tipos de conocimiento.

El conocimiento explícito; es cuantificable, fácilmente procesado, transmitido y almacenado, mientras que, el conocimiento tácito es subjetivo e intuitivo, tiene sus raíces en lo más profundo de la experiencia individual, en los ideales, valores y emociones de cada persona.

Uno de los modelos que refiere la literatura para la creación del conocimiento, es el descrito por Nonaka y Takeuchi (1995), el que atraviesa las siguientes fases: socialización del conocimiento tácito al conocimiento tácito; externalización del conocimiento tácito al conocimiento explícito; combinación; del conocimiento explícito al conocimiento explícito y por último, la interiorización del conocimiento explícito al conocimiento tácito. (Figura 2)



**Figura 2:** Modelo de conversión de conocimiento de Nonaka y Takeuchi.  
**Fuente:** Nonaka y Takeuchi (1995)

La aplicación de este modelo de construcción del conocimiento y su gestión en el contexto del desarrollo local, puede transitar por estas fases y en cada una de ellas se ajustará a las características específicas del contexto de aplicación.

#### Socialización del conocimiento tácito al conocimiento tácito

Describir y compartir las experiencias dentro del marco o límites de la localidad, definiendo los modos en que se hacen las cosas por los diferentes actores sociales. El conocimiento tácito (el que cada individuo posee dado por su experiencia acumulada o adquirida) constituye la base de la creación de conocimiento en la localidad y la puesta en marcha del proceso de conversión del conocimiento requiere compartir conocimiento tácito individual con otras personas.

Se capta la problemática de la realidad, empleando diferentes vías para su adquisición. Esencialmente consiste en captar la información que se encuentra dispersa, así como la experiencia que poseen cada uno de los involucrados.

#### Externalización del conocimiento tácito al conocimiento explícito

Esta fase se procede al intercambio, diálogo y la reflexión que se comparte entre los diferentes actores y se combinan los procesos de inducción y deducción para determinar el saber hacer las cosas de determinado modo, y que a su vez puede ser exteriorizado.

En esta fase se precisa del trabajo conjunto a través de equipos multi y transdisciplinar es para traducir el conocimiento tácito individual recopilado y convertirlo en un conocimiento general del cual se pueden generar debates, criterios contrapuestos, así como grandes aportes para la gestión para el establecimiento de una estrategia

a seguir de acuerdo a las demandas, potencialidades, debilidades, amenazas y oportunidades que brinda la localidad.

#### Combinación del conocimiento explícito al conocimiento explícito

En esta otra fase se puede obtener como resultado un nuevo conocimiento a partir del aporte y del análisis de los actores involucrados, cuyo conocimiento puede hacerse explícito al quedar registrado en alguna variante, tomando características de información que podrá ser consultada, clasificada y categorizada por especialistas en cada una de las ramas del saber abordadas.

#### Interiorización del conocimiento explícito al conocimiento tácito

En esta fase se registra una apropiación del conocimiento por los sujetos. Una vía para este fin lo constituye el aprender haciendo y pasan a formar parte del nuevo conocimiento tácito de estos actores. Este proceso, tal como lo describen sus autores, se describe en forma cíclica, pues como resultado de atravesar por cada una de estas fases, los conocimientos iniciales de los que partieron cada uno de los individuos se ha enriquecido a partir del aporte, la colaboración y cooperación de los miembros que participan, los que estarán prestos para reiniciar el proceso, ahora partiendo de una nueva demanda o problemática a resolver teniendo como antecedente los resultados obtenidos de estudios anteriores.

Con frecuencia se desarrollen estudios acerca de un mismo tema con distintas aproximaciones, sin que cada una de ellas tenga en cuenta las aportaciones de las demás pero, para lograr consistencia científica, es necesario que cada nueva parcela de estudio encuentre su lugar y sea examinada en cuanto a su congruencia con el conocimiento ya existente (Tristán, 2014). Por tanto, es importante incorporar y reelaborar persistentemente cada nuevo conocimiento o aporte, no de forma teórica fracturada, sino de forma íntegra.

Solo así se reconocerá el carácter histórico en la creación del conocimiento y la posibilidad de insertarlo en la sociedad a través de la actividad del sujeto en el contexto en que se desarrolla.

## **El proceso de gestión del conocimiento en el vínculo universidad-empresa**

Independientemente de los esfuerzos que se hayan explicitados en el apartado anterior, quedaran espacios abiertos por resolver si no se hacen corresponder los intereses individuales y colectivos dentro del territorio en pos de alcanzar el esperado desarrollo local.

El proceso de GC, visto desde la perspectiva del vínculo universidad – empresa, puede convertirse en agente catalizador para incidir en alcanzar este objetivo en la medida que, desde la universidad como centros generador de conocimiento y enlace con el territorio pueda aunar, comprometer y motivar a los sujetos en aras de lograr el desarrollo endógeno de la localidad.

Refiere Vázquez-Barquero (1999) que el desarrollo endógeno obedece a un proceso emprendedor e innovador, en el cual el territorio no es un receptor pasivo de las estrategias de las grandes empresas y de las organizaciones externas, sino que tiene una estrategia propia que le permite incidir en la dinámica económica local.

Significa entonces que nada que resulte ajeno e impropio a las motivaciones e intereses de la localidad surtirá efecto por mucho que desde la óptica externa se tenga del asunto en cuestión. No obstante, su gestión no es solo cuestión que toca a determinados actores e instituciones, sino que deberá constituirse como un componente del sistema económico y social que contribuye al mejoramiento de los sistemas educacionales y al fomento de la equidad, el bienestar y la protección social (Palacios, 2011).

Lograr que los resultados científicos sean transferidos y aplicados en el sector empresarial y social local, se ha convertido en un punto crítico de la gestión universitaria, donde fallan o triunfan sus políticas y por tanto en esa misma medida, su pertinencia en la sociedad.

Es preciso el diseño de herramientas que impulsen el desarrollo para lograr una guía de actuación, que promueva el desarrollo en sus diferentes dimensiones, implique a la población en la búsqueda de una combinación efectiva de los recursos asentados en los territorios y se proyecte en los espacios regionales, nacionales e internacionales. (Figueras, 2013)

Las relaciones entre el nivel local y en particular con la universidad, son considerados de gran importancia para los procesos de cooperación tecnológica, pero a su vez estas requieren de tales he-

rramientas convertidas en guías de acción social únicas e irrepetibles en otro contexto, ajustadas a las características, necesidades y posibilidades específicas del territorio y sus localidades, y al resultado para corto, mediano y largo plazo.

La vinculación de la universidad y el sector empresarial local presentan diferencias y barreras intrínsecas derivadas de su propia esencia, objetivos, estructura, contenido, formas de trabajo, tiempo, fines entre otros factores.

Estas pueden ser disminuidas en la medida que se logre construir y emplear el conocimiento en función de ofrecer solución a las principales demandas que hoy demanda el territorio.

Se trata de conseguir la credibilidad en estas unidades para construir el eje fundamental de la alianza entre ambos sectores, crear vías novedosas y accesibles a través de las cuales se afiance el trabajo conjunto para que interactúen de forma cooperativa y coordinada, disminuyendo el riesgo que asumen al insertar los resultados científicos en la práctica y apostando por un mayor acceso al conocimiento y a las tecnologías existentes.

Entre las potencialidades que se pueden alcanzar a través de esta estrategia colaborativa se encuentran: propiciar una mayor interacción y el logro de sinergias entre los sujetos que la integran; desarrollar habilidades y fortalecer la cultura de crear conocimientos mediante el trabajo en equipo; lograr una mayor interdisciplinariedad al traspasar los límites funcionales y organizativos de la universidad y la localidad e incorporar diferentes puntos de vista para abordar la solución a un tema determinado; aprovechar el conocimiento tácito y explícito de los sujetos que la integran y posibilitar la creación de mecanismos que pueden evaluar los conocimientos que se generen y la toma de decisiones para valorar la introducción de los resultados científicos.

No obstante, para que estas potencialidades se concreten, es imprescindible que los sujetos que se involucren desarrollen de forma adecuada los procesos de GC que les permita desarrollar con éxito las funciones, contar con un trabajo colaborativo y sistémico a partir de la definición de los objetivos trazados así como el despliegue de acciones desde cada uno de los contextos en que se desenvuelven.

Se expresa la importancia de la dimensión colectiva del trabajo científico a través de procesos de cooperación y participación en torno a proyectos específicos, en los que se posibilita potenciar y dinamizar el papel activo del sujeto del conocimiento.

## **Conclusiones**

La universidad debe ser vista como el centro de una red que interconecta todo el conocimiento; que debe contribuir en la configuración de la sociedad basada en el conocimiento, transformándose y evolucionando hacia un modelo orientado a fortalecer un sistema efectivo, sistemático y coherente de interacción entre la universidad y su entorno.

Para lograr que el proceso de GC desde la visión del vínculo universidad-empresa sea de utilidad para el desarrollo local, es necesario trazar una estrategia que contemple las herramientas idóneas para la implementación de un sistema de trabajo; disponer de la información necesaria que se relacione con las demandas de la localidad y establecer una sinergia que haga fluir de forma adecuada esta gestión como vía para incrementar el desarrollo endógeno en las localidades.

La actividad investigativa en la universidad no estará cumplida totalmente si no hay una efectiva transferencia e introducción de los resultados de la investigación en la sociedad y por lo tanto, la pertinencia universitaria no solo requiere que la investigación y su política científica esté organizada y orientada a las demandas sociales, actuales y perspectivas, sino que con igual rigor y pasión, la universidad se dedique a transferir y gestionar ese conocimiento y ponerlo en función del desarrollo económico y social que el territorio y la sociedad exigen.

## **Referencias bibliográficas**

Donestévez, G.et all. (2016)

El nuevo cooperativismo en Cuba del siglo XXI. En: Desarrollo y cooperativismo. Desafíos al Modelo económico cubano de transición al Socialismo. Editorial Caminos, La Habana.

Figueras, D. (2013)

Consideraciones sobre la propuesta de un programan de desarrollo integral productivo y social del Consejo Popular. En: Desarrollo territorial y local. Ediciones Luminaria.

- García, B. (2016)  
Gestión del conocimiento desde el contexto universitario. Red Peruana de Divulgadores Científicos, Universidad Nacional de Tumbes, Perú.
- León, C. (2006)  
Economía Regional y Desarrollo. Selección de lecturas. Ed. Félix Varela, LaHabana
- Matos, G. (2009)  
Estrategia de gestión del conocimiento en una pequeña empresa. En IX Congreso ISKO-España: nuevas perspectivas para la difusión y organización del conocimiento, Universidad Politécnica de Valencia.
- Miranda, L. (2006)  
El desarrollo local como alternativa al desarrollo: la experiencia cubana. Tesis de Diploma.
- Nonaka, I. and Takeuchi, H. (1995)  
The knowledge-creating company: how Japanese companies create the dynamics of innovation. New York: Oxford University Press.
- Núñez, J. (2007)  
La ciencia y la tecnología como procesos sociales. Lo que la educación científica no debería olvidar. La Habana, Cuba: Editorial Universitaria Félix Varela.
- Palacios, R. (2011)  
Conocimiento, innovación y desarrollo social en la integración latinoamericana: un modelo alternativo para Venezuela. Fondo editorial Idea, Caracas, Venezuela.
- Peña Vendrell, P. (2001)  
Conocimiento: el oro gris de las organizaciones. Madrid, Fundación Dintel, 2001.

Polanyi, M. (1996)

The Tacit Dimension. Londres, Inglaterra: Routledge and Kegan Paul.

Stiglitz, J. (2013)

Towards a new paradigm for development, policies and process.  
Recuperado de: [www.unctad.org/en/Docs/prebisch9th.en.pdf](http://www.unctad.org/en/Docs/prebisch9th.en.pdf)

Tristá, B. (2014)

Teoría y práctica educativa, Curso 6. 9no. Congreso Internacional de Educación Superior Universidad 2014. Palacio de Convenciones de La Habana.

Vázquez- Barquero, A. (1988)

Desarrollo local. Una estrategia de creación de empleo, Madrid.

## CAPÍTULO IV

### LA VALORACIÓN Y TERMINACIÓN DE TECNOLOGÍAS EN LAS UNIVERSIDADES A TRAVÉS DE LA COLABORACIÓN INTERNACIONAL. LIMITACIONES Y VÍAS.

Erenio González Suárez  
Juan Esteban Miño Valdés  
Diana N. Concepción Toledo  
Carlos René Gómez Pérez

#### Introducción

Las universidades, en todos los contextos, son fuente inagotable de conocimientos y recursos humanos productores de conocimiento. Esto las define como centros de ciencia pues como se conoce a la ciencia como saber y como actividad para producir ese saber. El propósito supremo de toda investigación científica, que fundamenta el esfuerzo de los investigadores y el uso de los recursos materiales y financieros que se invierten, es la creación del conocimiento más acabado del mundo en que vivimos y su aplicación en beneficio al desarrollo económico y social de los países.

Por ello, es de vital importancia que en el diseño investigativo se avizore desde un inicio, las posibilidades de su impacto a corto, mediano y largo plazo. Sin embargo, para que los conocimientos, expresados en resultados científicos, puedan ser asimilados y aplicados por los sectores que los necesiten, deben estar disponibles en forma adecuada.

En las empresas productivas, el proceso innovador, expresado como el conjunto de conocimientos tecnológicos que se incorporan a la producción de bienes o servicios, puede adoptar una gran variedad de formas. Pero su fin, es la obtención de nuevos o mejorados productos o procesos, que cumplan con las exigencias competitivas contemporáneas.

El conocimiento como el esfuerzo cognitivo puesto al servicio de la generación de técnicas y medios, cada vez más sofisticados, para procesar las ingentes cantidades de datos e información que genera el entorno, potencialmente filtrables y transformables en conocimiento al servicio de la productividad en el desarrollo económico y social. El conocimiento se relaciona, por tanto con la capacidad de innovar,

desde una visión lo más completa posible de las interacciones que se dan en el entorno empresarial, y con la adaptación de forma flexible a las condiciones que impone la competencia omnipresente y canalizada, cada vez más por el desarrollo de la tecnología. Lo dicho hace evidente, una vez más la necesidad de trascender de los viejos clichés propios de épocas anteriores que otorgan valor únicamente a la especialización a ultranza como forma de adquisición de conocimiento cuyo carácter fragmentario es, por desgracia, origen con frecuencia de disputas entre expertos de distintas disciplinas para monopolizar en exclusiva el desempeño de determinados puestos de trabajo.

Desde luego, en un mundo donde la perspectiva holística y biotécnica del funcionamiento empresarial constituye un elemento metodológico clave para el trabajo de investigación en este campo, y la tecnología, en su movimiento espiral de desarrollo, ha pasado de ser elemento privativo de las élites que controlan la industria y los servicios, a instrumento creador de cualquier usuario y consumidor común (que disponga de un pequeño y barato PC conectado a internet), la disputa tradicional por conquistar y controlar espacios de actuación facultativa por alguna especialización concreta, en la gestión empresarial del conocimiento, está condenada de antemano al fracaso. Parece pues claro que en la elaboración de modelos de gestión de este intangible van a ser necesarios, no sólo informáticos y expertos en organización y procesos de calidad total, sino psicólogos, sociólogos, y otros expertos cuyos conocimientos sean necesarios.

Esto convierte a gestión del conocimiento como un intangible clave para el desarrollo globalizado (Muñoz; 1999).

El rol de la ciencia y la innovación tecnológica, cobra mayor fortaleza cuando se logra una vinculación efectiva, masiva y perdurable con el sector productivo. Así se consolidan las capacidades de servicios y asistencia técnica al cliente en los centros de investigación y desarrollo, así como la generación de conocimientos a través de las acciones de mejoras dentro de las organizaciones productivas.

Ambas capacidades constituyen el ámbito fundamental de interés del desarrollo de la esfera productiva y de servicios, así como en la capacidad sistemática de generar nuevos conocimientos de los centros de investigación y desarrollo, actividad en la que es necesaria una alianza efectiva entre las esferas de generación de nuevos conocimientos y los usuarios empresariales de estos conocimientos en la búsqueda del incremento de la competitividad de ambos sectores de la sociedad. No se puede olvidar, que el desarrollo explosivo

de las investigaciones comunico extrema agudeza al problema de la elevación de su eficacia y de la dirección óptima de las mismas, en lo que está presente la relación entre los hombres de ciencia y pensamiento.

No se puede perder de vista que las investigaciones deben estar dirigidas hacia los intereses de los productores, quienes establecen estos intereses sobre la base de la demanda de diferentes productos en el mercado y que al final constituyen una oportunidad para ambas partes, es decir para productores y para investigadores como representantes genuinos de las instituciones académicas incluyendo los centros de investigación científica y las empresas respectivamente.

Estos argumentos sirvieron de antecedentes para desarrollar las acciones investigativas que basadas en la colaboración entre los centros de investigación con el sector empresarial, se persigue el objetivo de crear conocimientos a partir de la determinación de las demandas tecnológicas de las empresas productoras de la industria de procesos químicos y fermentativos, de manera que se garantice a través de su introducción, alcanzar un rápido impacto de los resultados de las investigaciones, pues se concibe el proceso del desarrollo científico desde la idea novedosa del investigador hasta convertirla en un producto que va al mercado a enfrentar el reto de la competitividad.

### **Fundamentos del vínculo de los centros de generación de conocimientos y la creación de nuevas oportunidades de crecimiento económico en un territorio**

El impacto de la ciencia y la innovación tecnológica ha generado cambios duraderos en la economía, la ciencia, la tecnología y el medio ambiente reflejado en sus indicadores como resultado de la ejecución de acciones de investigación y desarrollo.

Estos procesos introducen valor agregado a los productos, servicios, procesos y tecnologías, que expanden su acción hasta producir una verdadera modificación en los patrones y en el comportamiento de la economía y la sociedad en su casi totalidad, siendo esta su característica esencial, modificando cualitativamente parte de las fuerzas productivas y de las relaciones de producción vigentes.

Por otro lado, si bien es una realidad, que las instituciones académicas no son los únicos centros de producción de los conociemien-

tos, lo que sí se afirma es que la Educación Superior es el elemento socio - institucional básico de producción de los trabajadores del conocimiento y que, junto con ello, ha cobrado cada vez más importancia el papel de las instituciones de la Educación Superior en la transferencia de conocimientos y tecnología hacia la producción y la sociedad (Waissbluth, M.,1994).

Así pues, la actividad de una empresa y de los Centros de la Educación Superior están muy vinculada a la ciencia, a la tecnología, al mercado y por último a la sociedad, siendo esta la que realmente se satisface con los productos que se generan con los resultados de las investigaciones científicas.

De manera que sólo se conseguirán resultados verdaderamente impactantes en las economías de los diferentes países cuando se logre que la propia concepción, planificación y ejecución del trabajo científico investigativo esté orientado a la culminación del ciclo completo de la actividad científico productiva.

Esto se fundamenta en numerosos ejemplos que demuestran que una investigación a ciclo completo llega a feliz término con la introducción de su producto científico, siempre y cuando realmente se desarrolla sobre la base de un interés colectivo por parte de todos los factores de desarrollar el producto que demanda el mercado, y que indudablemente creará nuevos retos a los investigadores y con ello nuevos conocimientos generados lo que sin duda contribuirá a la creación de capacidades investigativas.

Es necesario considerar los ámbitos de la actividad de una empresa y de los Centros de la Educación Superior. Realmente los ámbitos de las empresas y de los Centros de la Educación Superior son diferentes, como se observa en la Figura 3, las áreas de acción de las empresas están enmarcadas en la Ciencias, la Tecnología y el Mercado, siendo el alcance de la Educación Superior más amplio, incluyendo su estrecho vínculo con la sociedad.

**EMPRESAS: Ciencia - Tecnología - Mercado**

**CENTROS DE EDUCACIÓN SUPERIOR: Ciencia - Tecnología -  
Mercado - Sociedad**

**Figura 3:** Ámbitos de las Empresas y los Centros de la Educación Superior

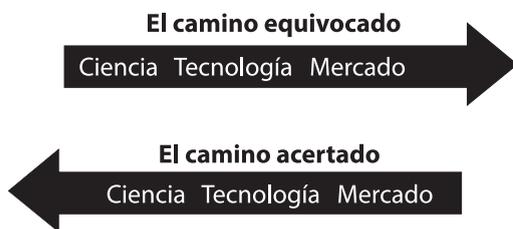
En adición a esto, la Ciencia y la Tecnología son dos universos diferentes, pues el impacto de una tecnología se mide por el proble-

ma de mercado que resuelve y la complejidad tecnológica es ajena a esta relación (Cunningham, 2002)

Además, es necesario tener siempre en cuenta que sin mercado, una tecnología y su producto son meras curiosidades técnicas, que la tecnología es el único medio de generar riqueza (no hay valor agregado sin tecnología), que las ventajas competitivas de un país surgen de su capacidad para la gestión tecnológica, que incluso en un país desarrollado, no innovar en tecnología es un riesgo que puede ser muy costoso.

Lo anterior, sin embargo, no excluye que la competitividad generada por la empresa depende, en un alto porcentaje, del nivel tecnológico alcanzado y de la velocidad de actualización del mismo, lo que hace que tengan una especial relevancia para la empresa el acervo tecnológico y la capacidad de aprendizaje tecnológico, lo que está en sus bases vinculado a la formación y creación científica de los aliados de las empresas y de sus propios especialistas, que será más o menos competitivos si son capaces de mantener de forma creciente la capacidad de generar conocimientos.

Por ello, ante los dos caminos posibles de abordar el trabajo científico, debemos saber discernir cual es el correcto y cual el equivocado (Figura 4).



**Figura 4:** Posibles caminos para el vínculo de la ciencia, la tecnología, el mercado y la sociedad.

De todo lo anterior se infiere que el camino necesario para llevar adelante de forma fructífera el trabajo investigativo en aras de lograr un ciclo completo y de introducir los resultados del trabajo científico investigativo lo constituyen las alianzas estratégicas con el sector empresarial y de servicios para su desarrollo prospectivo, lo que permitirá esbozar también las demandas de la política científica, al considerar además y junto con ello la dialéctica del desarrollo de las ciencias mismas previendo las mejores alternativas de generación de conocimientos en la formación de las generaciones futuras.

Aunque la valoración de tecnología forma parte importante del proceso de transferencia de tecnología. Permite la definición de un precio, facilita la determinación de una forma de cobro, así como el diseño de los términos más adecuados a entregar a posibles interesados en adquirir la tecnología en cuestión su realización desde las universidades debe resolver al menos cuatro limitaciones, a saber (Ponencia a ALTEC 2019):

- a** Falta de información (de mercado, costos de producción y comercialización, precios de transacciones similares, perspectiva del proyecto),
- b** Escaso conocimiento de métodos de valoración,
- c** Nivel de desarrollo de la tecnología (que determina el método a utilizar), y
- d** Práctica empresarial (empresas no propensas a invertir en I+D y a cumplir regulaciones ambientales, o que no se interesan por tecnologías no alineadas a sus negocios actuales).

Conocer la existencia de estas dificultades es un buen punto de partida para generar alternativas de solución y mejora de las prácticas de valoración utilizadas

### **Estudio del contexto para la aplicación de la experiencia: provincia de Misiones, Argentina**

La Provincia de Misiones se ubica en el extremo nordeste del país, a modo de cuña entre las repúblicas de Brasil y Paraguay, con las que comparte una línea de frontera de casi 1.000 km. Cuenta con una población de alrededor de 960.000 habitantes (INDEC, 2001), de ellos el 32% de la población reside en ciudades de menos de 2.000 habitantes o en el campo, en tanto la media nacional ronda el 10%.

La economía es eminentemente agrícola y agroindustrial con predominio de los cultivos industriales como la yerba mate, el te, el tabaco y la forestación, tanto de bosques nativos como de especies implantadas. El sector manufacturero está concentrado en las áreas de celulosa y papel, la transformación de la madera y la elaboración de productos como la yerba mate y el té.

Los aserraderos y las fábricas de pasta celulósica y papel configuran el sector más dinámico de la economía misionera, junto con la

actividad de la construcción, que en las últimas décadas ha crecido por encima del promedio provincial.

En el sector terciario, el turismo es la actividad más significativa y el sector manufacturero se limita a las primeras fases de la transformación de la materia prima.

Misiones se sitúa en el corazón geográfico del Mercosur, vinculándose con los estados brasileños y los departamentos del Paraguay que configuran las áreas más prósperas de sus respectivos territorios nacionales. Se configuró la única área geográfica mundial con la que Argentina logró intercambio superavitario en los años recientes (Misiones-Brasil, 1999). Hasta el presente, Misiones no ha podido imponer las ventajas comparativas asociadas a su condición geográfica a fin de participar más activamente.

El sector forestal es un componente muy importante de la economía de la Provincia de Misiones. Un estudio emprendido en 1998-2000 (Plan Tecnológico Regional, INTA, 2002) muestra que el uso de la tierra en Misiones es predominantemente forestal: 59% de la tierra están cubiertas tanto con bosques nativos o plantaciones, más un 15% de matorrales o capueras.

En consecuencia, en la provincia de Misiones, se está muy lejos de alcanzar un razonable desarrollo manufacturero, y mucho menos un adecuado nivel de integración de las diversas ramas de la producción y de las cadenas productivas.

La incorporación de los resultados de la ciencia y la innovación tecnológica constituyen asignaturas pendientes en las que se puede basar el necesario impulso al desarrollo económico de la provincia. Las ventajas de la colaboración internacional constituyen una canteira importante para la transferencia y asimilación de tecnologías que respondan a tales necesidades.

### **Procedimiento para el desarrollo de tecnologías bajo la concepción de la colaboración**

En el marco de la realidad del contexto de la provincia de Misiones y su entorno regional, se encaró el estudio de la oferta y demanda tecnológica a través de la acción conjunta de los gestores tecnológicos en la unidad de vigilancia tecnológica (UVT) conjunta, constituida por las oficinas de interfaz de la Universidad Central “Marta Abreu”

de Las Villas (UCLV), Cuba y la Oficina de Vinculación Tecnológica de la Universidad de Misiones (UM).

A partir de este estudio, surgieron distintas posibilidades de cooperación con la alternativa de generar empresas de base biotecnológica en el Parque Tecnológico Misiones, a partir de una exitosa experiencia de la UCLV entre ellas, el Instituto de Biotecnología de la Plantas (IBP), en la micro propagación in vitro del cultivo de tejido de especies vegetales, en escala industrial en las llamadas bio-fábricas.

El proceso desarrollado en la UVT de la Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UM con la presencia efectiva de un gestor tecnológico de la UCLV, devino en denominarse UVT Conjunta. El trabajo se realizó en las siguientes etapas y actividades:

- Diagnóstico de la realidad de la Provincia de Misiones utilizando información secundaria y entrevistas calificadas a funcionarios y empresarios de los distintos sectores productivos lo que constituyó información de origen primario.
- Estudio preliminar de la demanda y la oferta tecnológica de la producción agroforestal de la Provincia de Misiones.
- Estudio de prefactibilidad técnico económica del impacto de una Biofábrica para la producción de vitroplantas, inicialmente de especies forestales, frutos tropicales y plantas ornamentales en la Provincia de Misiones con tecnología cubana.
- Estudio de la posibilidad de incubar una empresa de base tecnológica en la Incubadora de Empresas de Base Tecnológica del Parque Tecnológico Misiones.
- Búsqueda del financiamiento para concretar el proyecto.

Lograda la decisión política del gobierno de la provincia de Misiones, de financiar el mismo, se inicia la etapa de preincubación, elaboración del plan de negocios, estudio del tipo de empresa que administrará el proyecto con participación del sector privado.

Se procedió a la firma un precontrato de transferencia de tecnología y asistencia técnica para la construcción de una Biofábrica en el Parque Tecnológico Misiones. Asimismo, se firma un Acuerdo de Hermandad entre los gobiernos de Misiones y Santa Clara y un convenio para la formación de doctores, docentes investigadores de la UM y la UCLV.

Como resultado de este esfuerzo colaborativo se logró la terminación de 8 resultados científicos respaldados todos en tesis doctora-

les de docentes de la Universidad Nacional de Misiones, Argentina, cuyas temáticas se encaminaron a ofrecer solución a una demanda específica del territorio y la valoración del resultado para ser introducido en la práctica, a saber:

- Vías para la asimilación de tecnologías resultado del conocimiento de la industria química a través de los Parques Tecnológicos en la colaboración sur –sur.
- Estrategia experimental de aplicación de fosfonatos en el pulpa Kraft y blanqueos TCF y ECF”.
- Posibilidades microbiológicas, tecnológicas y económicas de producción de un Agente fungicida empleando materias primas de bajo costo en Argentina
- Preservación de Raíces de Mandioca por Tecnología de Obstáculos.
- Impacto de Buenas Prácticas Productivas en la calidad microbiológica de te Negro
- Modelo cooperativo de integración flexible de PyMES orientado al desarrollo local.

Factibilidad de aplicación en municipios de la provincia de Misiones, Argentina

- Desarrollo de una tecnología para elaborar vino blanco común con vitis no vinífera cultivada en Misiones, Argentina
- Gestión estratégica de los recursos tecnológicos en pequeños aserraderos de la provincia de Misiones, Argentina, 2014.

Una proyección científica de colaboración internacional entre las universidades y el Parque Tecnológico de Misiones como interface con el sector empresarial indica un plan de escalado como terminación de resultados, de las siguientes tecnologías:

- 1** Planta Piloto para el escalado industrial de obtención de biodiesel de cachaza de caña de azúcar
- 2** Planta Piloto para el escalado industrial de la obtención de etanol de segunda generación (bagazo y otros)
- 3** Planta Piloto para el escalado industrial de la obtención de etanol de tercera generación
- 4** Escalado de la producción de etanol orgánico
- 5** Escalado industrial de la obtención de levadura proteica de vinazas de destilería

- 6** Obtención de productos químicos de las extracciones de la purificación del etanol
- 7** Escalado de la recirculación de enzimas en la producción de etanol de segunda generación.

Adicionalmente los resultados de estas experiencias y producto de la actividad postdoctoral, ha permitido la publicación de cuatro libros científicos, donde se recogen los resultados de esta experiencia y su impacto en el desarrollo local y territorial, a saber:

- 1** González Suárez, Erenio y Juan Esteban Miño Valdés. Editores. Estrategia de cooperación internacional entre Universidades del sur orientadas a superar las limitaciones económicas de una tecnología. Editorial Universitaria. Universidad Nacional de Misiones. 2013. ISBN: 978-950-579-311-2
- 2** Mantulak Stachuk, Juan Carlos Michalus Juscyszczyn, Juan Esteban Miño Valdés .Aportes de la academia al Desarrollo local y regional. Editorial Universitaria. UNaM. ISBN: 978-950-579-366-2 Posadas 2014
- 3** Miño Valdés, Juan Esteban, Erenio González Suárez, José Luis Herrera Garay. Estrategia Innovativa en el desarrollo de una tecnología. Para elaborar vino blanco con uvas no viníferas. Editorial Universitaria. UNaM. ISBN: 978-950-579-369-3 Posadas 2015
- 4** Erenio González Suárez, Juan Esteban Miño Valdés, Acciones para la correcta terminación y valoración de resultados en la industria química y fermentativa. Editorial Universitaria. UNaM. ISBN: 978-950-579-379-2 Posadas 2015.

Ninguno de estos resultados se hubiese alcanzado sin la colaboración internacional universitario, por lo que queda demostrado que esta fortaleza constituye un intangible para el desarrollo local.

## **Conclusiones**

- 1** La colaboración internacional entre universidad acerca a docentes, investigadores, estudiantes y productores de al menos dos países en beneficio del desarrollo local de sus entornos.

**2** Es factible la terminación de resultados científicos de forma colaborativa mediante la ejecución de proyectos de investigación que se formulen como parte de oportunidades de negocios de las empresas, con la previa identificación de las demandas tecnológicas por parte de las empresas y los centros de generación de conocimientos.

**3** Es posible lograr el incremento prospectivo de la competitividad de los centros de generación de conocimiento a través de un crecimiento en la formación científica, vista multilateralmente, de los investigadores participantes, todo ello, en el concepto de que se requiere acortar el tiempo entre la investigación, la innovación y el producto final.

**4** Es necesario, con visión de futuro, trazar una estrategia de investigación a largo plazo que permita asegurar el desarrollo sostenido de los centros de investigación y su visibilidad.

## **Referencias Bibliográficas**

Brumovsky, L. (2008)

Preservación de Raíces de Mandioca por Tecnología de Obstáculos Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas.

Colectivo de autores (2017)

Dificultades de la valoración de tecnologías en el ámbito universitario. Ponencias. ALTEC 2017. Ciudad México. 16 al 18 de octubre de 2018.

Cunningham, R; Laborde, M. A. González, E. 2002

La gestión de proyectos en la gerencia de conocimientos para el uso de la biomasa como fuente de productos químicos y energía. Experiencia y proyección. Ponencia en I. Encuentro Nacional e Internacional de Gestión Tecnológica. Caracas. Venezuela.

Felissia, C. (2006)

Estrategia experimental de aplicación de fosfonatos en el pulpa de Kraft y blanqueos TCF y ECF. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas.

- Galián Barreyro, C. (2006)  
Vías para la asimilación de tecnologías resultado del conocimiento de la industria química a través de los Parques Tecnológicos en la colaboración sur-sur. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas.
- INTA, (2002)  
Plan Tecnológico Regional Consejo Regional Misiones.
- Jerke Schuster, G. (2010)  
Impacto de Buenas Prácticas Productivas en la calidad microbiológica de Te Negro. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas.
- Mantulak, M. (2014)  
Gestión estratégica de los recursos tecnológicos en pequeños aserraderos de la provincia de Misiones, Argentina, Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas.
- Mendevedeff, M. (2007)  
Posibilidades microbiológicas, tecnológicas y económicas de producción de un Agente fungicida empleando materias primas de bajo costo en Argentina, Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas.
- Michalus, J. (2011)  
Modelo cooperativo de integración flexible de PyMES orientado al desarrollo local. Factibilidad de aplicación en municipios de la provincia de Misiones, Argentina, Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas.
- Miño Valdés, J. (2013)  
Desarrollo de una tecnología para elaborar vino blanco común con vitis no vinífera cultivada en Misiones, Argentina. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas.
- Misiones-Brasil (1999)  
“Oportunidades comerciales”. Posadas, Fundación Naumann - Nosiglia.

Muñoz Calero, J. (1999)

Sobre gestión del conocimiento, un intangible clave en la globalización. Revista Economía Industrial Nro 330. VI.

Waissbluth, M. (1994)

Vinculación de las investigaciones Científicas y tecnológicas con las unidades productivas. En Ciencia, tecnología y desarrollo: interrelaciones teóricas y metodológicas. Eduardo Martínez, (Editor). Editorial Nueva Sociedad, Caracas Venezuela.



## CAPÍTULO V

### MÉTODOS DE VALORIZACIÓN DE INTANGIBLES

Miño Martos María Gabriela  
Álvarez Pérez David  
Miño Valdés Juan Esteban

#### Introducción

El concepto de Capital Intelectual surge durante la segunda mitad del siglo XX<sup>1</sup> como respuesta a los cambios económicos y al avance de la tecnificación en los procesos propios de la sociedad del conocimiento (Bueno, 2013). Si bien es un concepto cuyos precedentes se remontan a la antigüedad cuando antiguas civilizaciones ponían en valor el conocimiento como una forma de adquisición de poder (Sánchez Medina, Melián González, Hormiga Pérez; 2007), fue durante la primera mitad del XXI, cuando logra un mayor auge su teorización dentro de la disciplina económica.

En un reporte publicado por un grupo de expertos para la Comisión Europea (2006) el Capital Intelectual es definido como la combinación de recursos humanos, organizacionales y relacionales de una organización y sus actividades. Se incluyen en dicha definición los conocimientos, habilidades, experiencia y el saber hacer<sup>2</sup> de sus empleados, creación de I+D, organización de rutinas, procedimientos, sistemas, bases de datos, propiedad intelectual así como los recursos vinculados a las relaciones externas que establezca la organización (European Commission, 2006).

---

1- “(...) la primera aparición del término capital intelectual data de 1969, en una comunicación privada del economista John K. Galbraith (...) es en los años noventa cuando, coincidiendo con el auge de la economía del conocimiento, los consultores en gestión empresarial empiezan a prestar atención a los intangibles y al capital intelectual” (Simó y Sallan, 2008, p. 66).

2- En cuanto al <Know-how> se define como “saber cómo hacer algo fácil y eficientemente: experiencia”. Se entiende con ello la pericia, destrezas, habilidades, dotes, alto nivel de conocimiento, alto nivel de experiencia (Aznar Bellver, Cayo Araya, López Perales, 2017, p. 33).

Algunos autores utilizan el concepto de Capital Intelectual como sinónimo de capital intangible<sup>3</sup>, en términos generales podríamos decir que su diferencia radica en que un activo intangible<sup>4</sup> se define por su naturaleza inmaterial, no monetaria, mientras que el capital intelectual es el valor económico de la puesta en práctica de dichos activos (Vega Falcón, 2017). El capital intangible y el capital intelectual son conceptos enlazados y que, por tanto, deben ser estudiados de forma complementaria.

En el siguiente cuadro se pueden observar las partes que componen el capital intelectual y los activos intangibles presentes en cada una de ellas.

**Tabla 1:** Partes que componen el capital intelectual

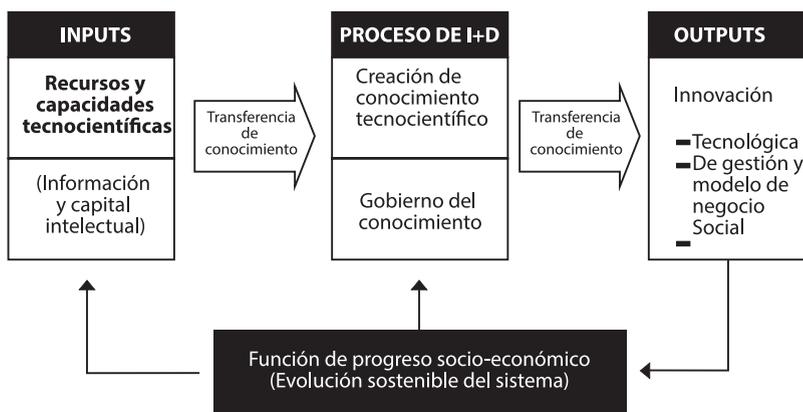
<b>Tipo de capital</b>	<b>Intangible que comprende</b>
Capital Humano	Conocimientos Competencias Creatividad Habilidades Experiencia Liderazgo Motivación
Capital relacional	Organización Cultura corporativa Investigación y desarrollo Propiedad intelectual Marcas Patentes
Capital estructural	Calidad del servicio Imagen corporativa Relación con clientes y proveedores Relación con bancos Relación con la Administración y la sociedad Relación con los accionistas

**Fuente:** González Millán (2009), en Aznar Bellver, Cayo Araya, López Perales, 2017, p. 32.

3- “Acumulación de conocimiento que crea valor o riqueza cognitiva poseída por una organización, compuesta por un conjunto de activos intangibles (intelectuales) o recursos y capacidades basados en conocimiento, que cuando se ponen en acción, según determinada estrategia, en combinación con el capital físico o tangible es capaz de crear valor y competencias esenciales en el mercado” (Bueno, 2012, p.20).

4- “(...) Podemos entender como activo intangible todo aquel elemento que tiene una naturaleza inmaterial (normalmente sin sustancia o esencia física) y posee capacidad para generar beneficios económicos futuros que pueden ser controlados por la empresa”. (Nevado y LÓPEZ, 2002, en Vega Falcón, 2017, p. 496).

Como se puede observar en la siguiente figura 5, la importancia del capital intelectual radica en su capacidad para la creación de conocimientos tecno-científicos y la transferencia de los mismos en innovación y crecimiento sostenible en el tiempo.



**Figura 5. Importancia del capital intelectual.**  
Fuente: Bueno, 2013 p.19

## Modelos y métodos de medición de capital intangible

Los activos intangibles son en la actualidad uno de los principales generadores de valor para las empresas y organizaciones, necesarios en la construcción de una ventaja competitiva. Es por ello indispensable tener en cuenta metodologías que nos permitan llevar a cabo una valoración objetiva de los mismos para un diseño estratégico de creación de valor (Villegas González, Salazar Hernández, Hernández Calzada; 2015).

Debido a los retos originados por su naturaleza inmaterial y subjetiva, los activos intangibles difícilmente se ven reflejados en los correspondientes estados financieros. Algunas de las problemáticas que plantea su medición tienen relación con su reconocimiento o identificación, su objetivación o contabilización y la construcción de metodologías adecuadas para su medición.

Existen distintos criterios para la construcción de modelos de medición de intangibles. En la siguiente Tabla 2 podemos observar una aproximación a los enfoques basados en las rentas, mercado y

coste, de utilidad para el establecimiento de metodologías apropiadas para su medición.

**Tabla 2:** Modelos basados en la renta, mercado y coste.

Enfoque	Características
Rentas (Income Approach)	<p>-Estimación del ingreso futuro que, se prevé, el activo intangible producirá. Se utiliza para ello el método de flujo de efectivo descontado o el método de capitalización.</p> <p>-Entradas y estimaciones desarrolladas y utilizadas en este método pueden requerir juicio sobre la estimación de la cantidad y el momento de los flujos de efectivo futuros y la selección de tasas de descuento y capitalización que reflejen adecuadamente los riesgos de mercado y de crédito (Harvard University Financial Report, 2012).</p>
Mercado (Market Approach)	<p>-Consiste en estimar el valor de mercado, en este caso de activos intangibles, mediante la comparación de los activos intangibles comparables a estos cuyas transacciones son conocidas.</p> <p>-Se fundamenta en la toma de datos de mercado y examinación de las transacciones basadas en el mercado para el activo en cuestión o activos similares (Ewing et al. 2016).</p>
Coste (Cost Approach)	<p>-Técnica de valoración que utiliza el concepto de sustitución como indicador de valor. Ningún comprador prudente pagará más por un activo que el costo de reemplazar dicho activo por otro similar o de iguales características (Olsztyn, 2011).</p>

Fuente: Elaboración propia.

Labra y Sánchez (2013)<sup>5</sup> dividen los modelos de medición en dos grandes grupos en base al ámbito en el cuál fueron construidos. Existen, por tanto, modelos desarrollados en el ámbito académico y modelos desarrollados por escuelas de negocios o por organismos internacionales.

Villegas González, Salazar Hernández, Hernández Calzada (2015) refieren que en los modelos expuestos a continuación, se han ido agregando componentes al concepto básico de capital intelectual, algunos de los cuales pueden ser: capital de mercadeo, capital digital, capital social, entre otros. Para los autores antes nombrados, esto sugiere que con el tiempo se ha ido complejizando la observación y medición del Capital intelectual, integrando otros capitales y logrando una visión más amplia del mismo, ver Tabla 3 Característi-

5- Obtenido de Villegas González, Salazar Hernández, Hernández Calzada (2015).

cas y metodología de los modelos académicos y la Tabla 4 Características y metodología de los modelos desarrollados por organismos internacionales.

**Tabla 3:** Características y metodología de los modelos académicos

<b>Modelo</b>	<b>Autor (año)</b>	<b>Metodología</b>
VAIC Value-Added Intellectual Coefficient™	A. Pulic. (2000)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Calcular las siguientes variables tomando como base las cifras reportadas en los estados financieros:               <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Eficiencia del capital estructural.</li> <li>b. Eficiencia del capital humano.</li> <li>c. Eficiencia del capital empleado.</li> </ol> </li> <li>2. Realizar la suma compuesta de los tres indicadores enumerado en el punto 1.</li> <li>3. El resultado obtenido es el VAIC™.</li> </ol>
IC-DVAL <sup>®</sup> Intellectual Capital Dynamic Value	A. Bounfour, (2003)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tomar indicadores de las bases de datos internacionales.</li> <li>2. Estandarizar cada indicador del punto 1.</li> <li>3. Promediar los indicadores.</li> <li>4. Resultado: índices.</li> </ol>
NICI National Intellectual Capital index	N. Bontis, (2004)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Capital humano</li> <li>2. Capital de procesos</li> <li>3. Capital de mercadeo (incluye componentes del capital relacional) y de renovación.</li> </ol>
ICM Intellectual Capital Monitor	D. Andriessen and C. Stam, (2005)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se determinan tres índices de CI de dimensiones temporales:               <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Pasado</li> <li>b. Presente</li> <li>c. Futuro</li> </ol> </li> <li>2. Se han seleccionado los indicadores mediante</li> <li>3. Estrategia Lisboa.</li> </ol>
ICI Intellectual Capital Index	D. Weziak, (2007)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Determinar un índice de CI.</li> <li>2. Añadir los indicadores en función de su importancia relativa.</li> </ol>
ICN Intellectual Capital Navigator	L. Edvinsson and M. Malone. (2008)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cada indicador es estandarizado (escala 0-1).</li> <li>2. El PIB es usado a través de sus logaritmos.</li> <li>3. Los datos son obtenidos de la OCDE y del Instituto de Gestión y Desarrollo del Centro de Competitividad Mundial.</li> <li>4. Los índices son calculados y añadidos.</li> </ol>

SNEI State New Economy Index	R. Atkinson, (2008)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ponderación de los indicadores utilizados en base a su importancia relativa, la cual es representada por la correlación con el componente reflejado.</li> <li>2. <math display="block">\text{Valor}_{\text{Total}} = \frac{\sum_{i=0}^n \text{categoria}_i}{\sum_{j=0}^n \text{muestra}_j}</math></li> </ol>
INTAN Integral analysis	V López, D. Nevada and J. Alfaro. (2011)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Calcular capital humano y el capital estructural mediante la suma de indicadores seleccionados, es decir, indicadores absolutos.</li> <li>2. Obtener importancia relativa de cada indicador mediante análisis del principal componente.</li> <li>3. Ponderar cada indicador multiplicándolo con un factor acorde a la importancia relativa obtenida en el punto 2.</li> </ol>

**Fuente:** Adaptado de Labra y Sánchez (2013) en Villegas González, Salazar Hernández, Hernández Calzada; 2015 p.146

**Tabla 4:** Características y metodología de modelos desarrollados por organismos internacionales.

Modelo	Institución	Metodología
KAM Knowledge Assessment Methodology	World Bank WB	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Estandarización de indicadores mediante proceso iterativo de evaluación comparativa.</li> <li>2. En escala 1-10, identificación de retos y oportunidades que enfrenta cada país en su transición de la economía basada en el conocimiento.</li> </ol>
GII Global Innovation Index	INSEAD	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Representar pilares y subpilares en una estructura arbórea.</li> <li>2. Calcular el puntaje del pilar mediante el promedio simple del puntaje de los subpilares.</li> </ol>
GCI Global Competitiveness Index	World Economic Forum WEF	Los datos son obtenidos de una base de datos internacional y encuestas aplicadas.
WCI World Competitiveness Index	International Institute for Management Development IMD	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se determinan veinte variables haciendo uso de trescientos treinta y un indicadores.</li> <li>2. Las variables son agrupadas en cuatro factores de competitividad.</li> <li>3. Cada factor reporta un índice.</li> </ol>

HDI Human Development Index	United Nations Development Programme UNDP	1. Tres principales componentes son incluidos para calcular cuatro indicadores: a. esperanza de vida b. conocimiento c. educación.
S&TI Science, Technology and Industry Outlook	Organization for Economic Co-operation and Development OECD	1. Trece indicadores son presentados sin agregados. 2. Los indicadores son reportados junto con los promedio de la Unión Europea.
SMS Structural Monitoring System	No explícitos, pero son deducidos: HC, RC, SC, renovación de capital, mercado de capital y procesos de capital.	Cada indicador seleccionado es reportado, clasificado por componente y dimensión. La información es usada para un benchmarking (evaluación comparativa).
IUS Innovation Union Scoreboard	European Union	1. Se evalúan ocho variables mediante veinticinco indicadores agrupados en tres clusters: a. Facilitadores (recursos humanos y sistemas de investigación abiertos, atractivos y excelentes) b. Actividades de las empresas (inversiones de las empresas, vínculos, emprendedurismo y activos intelectuales). c. Salidas (efectos innovadores y económicos).
INNCI Innovation Capacity Index	Publicado por un gran número de profesores. Editado por Augusto López-Claros 2010-2011	1. Determinación de EI INNCI y cinco pilares mediante sesenta y un indicadores. 2. Clasificar países de acuerdo a su rendimiento. 3. Cada pilar se pondera en función de los ingresos y el nivel de democracia de cada país.

**Fuente:** Adaptado de Labra y Sánchez (2013) en Villegas González, Salazar Hernández, Hernández Calzada; (2015) p.148.

## Medición de intangibles en el ámbito de la Universidad

La universidad juega un papel importante como fuente de capital intangible “Las universidades y las redes de incubadoras pueden usarse a la vez para adaptar tecnologías avanzadas para solucionar problemas locales y para avanzar las fronteras de la investigación en áreas especiales” (González De La Fe, 2009, p. 745). La capacidad de valorar y gestionar el capital intangible en instituciones del ámbito universitario puede significar un aporte para el diseño de estrategias que den respuesta a las necesidades actuales de la industria, siendo a su vez un elemento importante para el desarrollo local.

En la actualidad, la medición y gestión del Capital Intelectual presente en instituciones de educación superior cobra especial interés debido a que el principal activo de dichas instituciones es el desarrollo de conocimiento<sup>6</sup>. Éste activo se encuentra presente tanto en la producción científica como en la labor docente, lo cual implica que tanto sus inputs como outputs tienen relación con el desarrollo de variables intangibles (Ramírez Corcoles, 2012)<sup>6</sup>.

Tras haber realizado una exhaustiva revisión bibliográfica sobre la medición de capital intangible en el ámbito de la Universidad, en nuestra opinión podemos decir que existen dos formas de lograr un estudio objetivo sobre el Capital intelectual en dichas instituciones.

- 1** Adaptando modelos y métodos diseñado por autores para la medición de Capital Intelectual tanto en la empresa como en organizaciones. Los modelos son adaptables al ámbito de estudio para el cuál necesitamos emplear, pudiendo ser elegido un modelo u otro en base a las características de aquello que deseamos medir, el concepto de capital intelectual que deseamos utilizar y los datos de observación y estadísticos de la propia Universidad.
- 2** Construyendo indicadores para cada una de las variables que forman parte del Capital Intelectual, adaptando indicadores utilizados principalmente por organismos internacionales. Se adaptan los mismos al contexto concreto de nuestra universidad de estudio. Para lograr objetivar el conocimiento que en muchos casos parte de un estudio de opiniones, se suelen utilizar distintos métodos estadísticos.

---

6- Como Refiere Ramírez y Corcoles (2012), en un estudio sobre el capital intelectual en instituciones de educación superior en España, existe un creciente interés por el estudio del Capital Intelectual en Universidades españolas debido a diversos cambios económico-políticos que requieren de una estrategia adecuada para lograr mayor eficiencia y transparencia en la gestión de recursos.

En la siguiente Tabla 5 se pueden observar distintos métodos que en nuestra opinión, se ajustan mejor al ámbito de la Universidad. Los mismos han sido utilizados en estudios recientes sobre Capital Intelectual en dichas instituciones. No todos corresponden a modelos diseñados para medir el Capital Intelectual, si bien se utilizan en la actualidad para objetivar la construcción de indicadores apropiados para medir las variables que forman parte del concepto de Capital Intelectual.

**Tabla 5:** Métodos que se ajustan al ámbito de la Universidad

<b>Método</b>	<b>Autor/es (año)</b>	<b>Características</b>
Cuadro de Mando Integral (balanced scorecard).	Kaplan y Norton (1992)	Integra variables de gestión para lograr mejorar estudios de corte financiero. -Tiene en cuenta las siguientes perspectivas: Perspectiva financiera, perspectiva de cliente, perspectiva de procesos internos y la perspectiva de aprendizaje que integra gestión y capacidad de innovación y crecimiento (González Millán y Rodríguez Díaz, 2010).
Método multicriterio Proceso de Análisis Jerárquico (AHP)	Thomas L. Saaty (Década del 70´)	-Aplicables a la resolución de problemas de toma de decisiones, cuando intervienen múltiples criterios. -Permite dividir el problema en elementos más simples y diferenciados. -Se utiliza para conocer valor concreto de cada una de las variables objeto de estudio.
Análisis Multivariante	Gaus (1809)	-Permite analizar la dependencia de distintas variables entre sí, en relación a un cierto objeto de estudio. -Se utiliza actualmente en diversos campos del conocimiento y puede ser utilizado mediante programa informático.

Método Delphi	Rand Corporation. Fuerzas armadas de E.U. (1950)	Método apropiado para la construcción de indicadores. -Estudio proyección futuro en base a un análisis del comportamiento de variables en la actualidad. -Se puede utilizar junto con Aproximación perfiles cualitativos (Silva Munar, Barahona Urbina, Gallegrillos Cortés, 2014).
---------------	---	---

Fuente: Elaboración propia.

Cómo hemos podido observar, en la actualidad, no existe un consenso en cuanto al estudio del capital intangible en el ámbito de la Universidad. En nuestra opinión, la falta de aceptación o consenso científico de métodos apropiados para su medición se debe en parte a la naturaleza de los activos intangibles y a aquello en lo cual radica su valor: su unicidad. La interrelación de variables que comprenden el capital humano, capital relacional y capital estructural, así como el contexto marco en el cuál se sitúa nuestro objeto de estudio, hacen del mismo un lugar capaz de contener y producir un valor único e irreplicable.

Para finalizar nuestro estudio haremos referencia a un sistema de indicadores propuesto por el Observatory of European University (Ramírez Corcoles, 2012) para el estudio del Capital Intelectual en el ámbito Universitario.

**Tabla 6:** Indicadores para el estudio del capital intelectual en el ámbito de la Universidad.

<b>CAPITAL HUMANO</b>	
Eficiencia	-Fondos totales para I+D/ N° Investigadores. -N°. Estudiantes Doctorado/N° Investigadores. -N°. Investigadores/N° personal de administración.
Apertura	-N°. Miembros visitantes de otras Universidades/ N° Investigadores por campo (Nacional/Internacional). -N°. Estudiantes de Doctorado que provienen de otras Universidades/ N°. Total de estudiantes de Doctorado (por campo), (Nacional/Internacional).

<b>CAPITAL ORGANIZACIONAL</b>	
Autonomía	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Cantidad de recursos dedicados a I+D / Presupuesto total (coste de personal no incluido).</li> <li>-Estructura del presupuesto de investigación por campos científicos (por disciplinas).</li> <li>-Cantidad de limitaciones presupuestarias (coste de personal + coste de equipamiento) / Presupuesto de investigación.</li> <li>-Cantidad del presupuesto de investigación gestionado a nivel central / presupuesto de investigación.</li> <li>-Cantidad total para investigación (A. financiación gubernamental, B. financiación no gubernamental) / Financiación total para investigación</li> <li>-Proporción de personal nombrado a través de procedimiento formal autónomo (en el nivel de universidad + por tipo, por campo y por unidades).</li> <li>-Fondos no centrales / A. total de presupuesto, B. presupuesto para investigación.</li> <li>-Umbrales impuestos para la recaudación de fondos (incluyendo peso de cuotas de matrícula sobre el total del presupuesto e incentivos dados a aportantes privados para ayudar las actividades de investigación).</li> <li>-Estructura de los fondos no centrales.</li> </ul>
Codificación del conocimiento a través de publicaciones.	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Nº de publicaciones por disciplinas / total de publicaciones de la universidad.</li> <li>-Nº de co-publicaciones por campo (6 Frascati niveles) (A. nacional, B. internacional).</li> <li>-Nº de citas de publicaciones por disciplina / total de publicaciones de la universidad.</li> <li>-Porcentaje de publicaciones especializadas en una disciplina en comparación con el total de publicaciones de la universidad.</li> <li>-Indicadores de producción de libros, capítulos y revistas, etc.</li> <li>-Indicadores de visibilidad por libros, capítulos y revistas, etc.</li> </ul>
Codificación del conocimiento a través de propiedad industrial.	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Nº de patentes activas poseídas por la universidad (por campo).</li> <li>-Nº de patentes activas producidas por la universidad (por campo).</li> <li>-Beneficios para la universidad; licencias de patentes, copyright, (suma y % a recursos no públicos).</li> <li>-Acuerdos de investigación para profesores de la universidad y empleados de empresa.</li> </ul>

Decisiones Estratégicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Existencia de un Plan Estratégico para la Investigación.</li> <li>-Existencia de mecanismos para evaluar el Plan Estratégico de Investigación.</li> <li>-Frecuencia.</li> <li>-Breve descripción del proceso.</li> </ul>
<b>CAPITAL RELACIONAL</b>	
Spin-offs	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Nº de Spin-offs apoyados por la universidad.</li> <li>-Nº de Spin-offs financiados por la universidad y % sobre el número total de Spin-offs (financiado + apoyado).</li> </ul>
Contratos y Proyectos de I+D.	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Nº de contratos con la industria (por campo y por una clasificación competitiva/no competitiva).</li> <li>-Nº de contratos con organizaciones públicas (por campo y por una clasificación competitiva/no competitiva).</li> <li>-Fondos desde la industria / total del presupuesto para investigación.</li> <li>-Fondos desde las organizaciones públicas / total del presupuesto para investigación.</li> </ul>
Transferencia de conocimientos a través de Instituciones de transferencia tecnológica.	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Existencia de una institución de transferencia de tecnología.</li> <li>-Lista de control de actividades de la institución de transferencia de tecnología: Gestión de la propiedad intelectual, Actividades de contrato de investigación, Spin-offs, Otros.</li> <li>-Presupuesto de la institución de transferencia de tecnología / total del presupuesto de la universidad.</li> </ul>
Transferencia de conocimientos a través de los recursos humanos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Nº de estudiantes de doctorado con ayudas privadas / total de estudiantes de doctorado.</li> <li>-Nº de estudiantes de doctorado con ayudas públicas / total de estudiantes de doctorado.</li> </ul>
Participación en la creación de políticas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Existencia de actividades relacionadas con la creación de políticas.</li> <li>-Lista de control de actividades relacionadas con la creación de políticas: Implicación en comités nacionales e internacionales, Participación en la formulación de programas a largo plazo, Estudios políticos.</li> </ul>
Compromiso vida social y cultural.	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Existencia de eventos especiales que sirvan a la vida social y cultural de la sociedad.</li> <li>-Lista de control de eventos especiales que sirvan a la vida social y cultural de la sociedad: Actividades culturales, Actividades sociales, Actividades deportivas, Otras.</li> </ul>

<p>Comprensión pública de la ciencia.</p>	<p>-Existencia de eventos específicos para promocionar la ciencia.          -Lista de control de eventos específicos para promocionar la ciencia, implicación de los investigadores en la difusión de la ciencia y otras formas de comprensión pública de la ciencia:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigadores en medios de comunicación.</li> <li>• Investigadores en foros.</li> <li>• Otros.</li> </ul>
---	---

Fuente: Adaptado de Ramírez Corcoles, 2012, pp. 481-483.

## Referencias Bibliográficas

- Al-Ashaab, A., Flores, M., Magyar, A., Doultzinou, A. (2011)  
 A Balanced Scorecard for Measuring the Impact of Industry-University Collaboration. *Production, planning and control* 22 (5-6), 554-570.
- Al-Musali, M. & Ismail, K. (2014)  
 Intellectual capital and its effect on financial performance of banks: Evidence from Saudi Arabia. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 164, 201-207.
- Aznar Bellver, J., Cayo Araya, T., López Perales, A. (2017)  
 Valoración de intangibles, marcas y patentes. Métodos y casos prácticos. Universitat Politècnica de València. [Consultado el 18 de julio de 2018 en <http://hdl.handle.net/10251/82842> ].
- Bueno, E. (2013)  
 El capital intelectual como sistema generador de emprendimiento e innovación. *Economía industrial*, 388, 15-22.
- Erwing, T. (2016)  
 A Practical Guide for Valuing Intangible Assets in Research and Development Institutions. [Consultado el 10 de julio de 2018 de [http://www.wipo.int/edocs/mdocs/mdocs/en/cdip\\_17/cdip\\_17\\_inf\\_2.pdf](http://www.wipo.int/edocs/mdocs/mdocs/en/cdip_17/cdip_17_inf_2.pdf)] ( )

- González De la Fe, T. (2009)  
El modelo de Triple Hélice de relaciones universidad, industria y gobierno: un análisis crítico. *Arbor: ciencia, pensamiento y cultura* 185 (738), 739-755.
- González, J. y Rodríguez, M. (2010)  
Modelos de capital intelectual y sus indicadores en la universidad pública. *Cuadernos de Administración*, 43, 113-128.
- Harvard University (2012)  
Financial Report:Fiscal year 2012. [Consultado el 28 de julio de 2018 de [http://hwpi.harvard.edu/files/fad/files/2012fullreport\\_2.pdf](http://hwpi.harvard.edu/files/fad/files/2012fullreport_2.pdf) ].
- Naranjo Herrera, C., y Chu Salgado, M. (2015)  
Medición del capital estructural de la organización: una investigación en el contexto de la Universidad Autónoma de Manizales. *Universidad & Empresa*, 17(29), 111-130. [Consultado el 29 de julio de 2018 en <http://revistas.urosario.edu.co/index.php/empresa/article/view/4564/3259>].
- Nava-Rogel, R. y Mercado-Salgado, P. (2011)  
Análisis de trayectoria del capital intelectual en una universidad pública mexicana. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 13(2), 166-187. [<http://redie.uabc.mx/vol13no2/contenido-navarogelmercado.html>] (Consultado 5/julio/2018)
- Mandeep, D. (2010)  
Intellectual Capital in a University: A Case of Panjab University, Chandigarh, India [Consultado el 10 de julio de <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2187940> ].
- Olsztyn (2011)  
Selected aspects of the cost approach in property valuation. [Consultado el 15 de julio de 2018 de [http://tnn.org.pl/tnn/publik/19/Monografia\\_XIX\\_2011.pdf](http://tnn.org.pl/tnn/publik/19/Monografia_XIX_2011.pdf)].

- Osorio Gómez, J., Orejuela Cabrera, J. (2008)  
El proceso de análisis jerárquico (AHP) y la toma de decisiones Multicriterio. Ejemplo de aplicación. *Scientia Et Technica, XIV* (39), 247-252.
- Pastor, D., Glova, J., Lipták, F. & Kováč, V. (2017)  
Intangibles and methods for their valuation in financial terms: Literature review. *Intangible Capital, 13* (2), 387-410.
- Ramírez Corcoles, Y. (2012)  
El capital intelectual en las instituciones de educación superior. ICAC. Ministerio de Economía y Competitividad, Gobierno de España. [Consultado el 10 de julio en <http://www.icac.meh.es/Documentos/PUBLICACIONES/272.pdf> ].
- Ricardis (2006)  
Reporting Intellectual Capital to Augment Research, Development and Innovation in SMEs. Report to the Commission of the High Level Expert Group on, European Commission. [Consultado el 6 de julio de 2018 en [http://ec.europa.eu/invest-in-research/pdf/download\\_en/2006-2977\\_web1.pdf](http://ec.europa.eu/invest-in-research/pdf/download_en/2006-2977_web1.pdf)].
- Sánchez Medina, A., & Melián González, A., & Hormiga Pérez, E. (2007)  
El concepto de Capital Intelectual y sus dimensiones. *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa, 13* (2), 97-111.
- Silva Munar, J., & Barahona Urbina, P., & Galleguillos Cortés, C. (2014)  
Valoración prospectiva del capital intelectual de la Universidad de Atacama, mediante la técnica Delphi. *Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería, 22* (4), 567-575.
- Simó, P., y Sallan, J. (2008)  
Capital intangible y capital intelectual: Revisión, definiciones y líneas de investigación. *Estudios de Economía Aplicada, 26* (2), 65-78.

Vega Falcón, V. (2017)

Una mirada al concepto de Capital Intelectual. *UNIANDES EPISTEME: Revista de Ciencia, Tecnología e Innovación* 4 (4), 491-503.

Viloria Martínez, G., Nevado Peña, D., López Ruiz, V. (2008)

Medición y valoración del capital intelectual. Fundación OEI: Madrid, España.

Villegas González, E., Salazar Hernández, B., Hernández Calzada, M. (2015)

Modelos de medición y métodos de evaluación del capital intelectual. *Administración para el desarrollo* 8., pp. 137-151.

## CAPÍTULO VI

### LAS HERRAMIENTAS MATEMÁTICAS EN LA BÚSQUEDA DE LAS CONDICIONES ÓPTIMAS: UN INTANGIBLE PARA LA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍAS

Erenio González Suárez  
Alfredo Curbelo Sánchez  
Luis M. Peralta Suárez  
Juan E. Miño Valdés  
Diana N. Concepción Toledo

#### Introducción

Los procesos de la industria química y fermentativa tiene como objetivo fundamental lograr productos de alto valor agregado, con ese propósito se utilizan materias primas fundamentales, productos químicos auxiliares, recursos energéticos, fuerza de trabajo e instalaciones de procesos industriales que han requerido un costo de adquisición y gastos inversionista, de manera que los recursos financieros, son requisito indispensable para lograr los objetivos primarios de las industrias de procesos químicos y fermentativos. Además, como se conoce, este sector es fuente de residuos de agresividad al medio ambiente y la minimización de este efecto debe considerarse.

Aquí el aspecto a la asimilación de tecnologías constituye un aspecto trascendental en el desarrollo adecuado de las empresas, pues Como se ha señalado en múltiples ocasiones, “la tecnología se ha vuelto un activo clave para la competitividad y el crecimiento económico de los países” (UNIDO, 1995).

El mundo moderno exige de los dirigentes industriales, el empleo de ideas nuevas para incrementar al máximo la eficiencia en la utilización de los recursos, se comprende que cualquier idea que tienda a reducir gastos en la industria es, hoy por hoy, una fuerza que actúa positivamente sobre la eficiencia económica (González; 1991).

La economía actual representa un sistema extraordinariamente complejo, formado por multitud de eslabones, los cuales a la vez que ejercen funciones diferentes, influyen directa e indirectamente unos en los otros, con ello la dirección de toda la economía y de sus eslabones individuales se hace cada vez más difícil dada la variedad

de posibles decisiones de producción que se toman en los diferentes niveles, en esta época de internacionalización del conocimiento “la eficiencia mayor del trabajo y la rentabilidad máxima de la producción son efecto de soluciones científicas de nuevo tipo, adquiriendo particular importancia, las cuestiones de la búsqueda científica de decisiones optimas para diferentes situaciones económicas”(Kantrovich y Gorstico; 1979).

Cualquier idea de nuevo tipo requiere de un proceso de experimentación para conocer las tendencias reales de comportamiento en la práctica tecnológica, así desde la concepción de la idea hasta su introducción y adaptación, a las condiciones del mundo productivo real se requieren varios pasos que incluyen el escalado de las tecnologías hasta nivel industrial, lo que implica también varias etapas y la obtención de información de variables químico física requeridas para el diseño industrial.

Todo esto implica gastos de recursos materiales, financieros de equipamiento y de tiempo, está es quizás la menos considerada, pero la más importante, pues como se ha dicho el tiempo es el único recurso que no se recupera y los máspreciado de que disponen aquellos que solo tiene a su talento como recurso.

En las condiciones actuales para reactivar la economía nacional, no solo no tenemos mucho tiempo, sino que también no podemos perderlo, por lo que se impone viabilizar las rutas requeridas para alcanzar las decisiones optimas en las nuevas decisiones tecnológicas que se transfieran al sector de la economía como demanda concreta de la industria química.

Solo con esa impronta nuestra ciencia se podrá convertir en una fuerza productiva más. La idea sobre cómo alcanzar este propósito, descansa en concebir el núcleo básico de la metodología de investigación, las herramientas disponibles y su combinación para alcanzar rápidamente propuestas viables en el contexto de sector de la industria de procesos químicos y fermentativos, pues sin respuestas rápidas y seguras no habrá transferencia de conocimientos del sector de su generación hacia el de su aplicación en un adecuado vinculo universidad empresa.

Para ello debemos encaminar nuestros esfuerzos.

## Necesidad del respaldo experimental

El desarrollo de la industria de procesos químicos se ha fundamentado en el uso intensivo de métodos experimentales, descansando en una concepción insigne de cómo percibir los fenómenos de transporte basado en las tradicionalmente utilizadas analogías entre las transferencias de impulso, de calor y de masa.

No obstante, lo avanzado, los nuevos desarrollos industriales, utilizando diferentes tipos y calidades de materias primas, reclaman, sobre todo en las condiciones del reto de la asimilación y adecuación de las nuevas tecnologías a las condiciones específicas de Cuba, que los centros de generación de conocimientos garanticen información en sus laboratorios que sirvan de respaldo a las decisiones inversionistas, no solo para tecnologías propias, sino también para las tecnologías foráneas que se nos propongan.

Una simple observación experimental en un laboratorio, en una instalación a escala piloto o a nivel industrial puede costar decenas o cientos de pesos.

No obstante, lo anterior, como se ha dicho, el experimento ha sido siempre una gran herramienta en la solución de problemas prácticos y la verificación de hipótesis en la industria de procesos químicos.

Los métodos tradicionales de experimentación implican un considerable esfuerzo, tiempo y recursos para su ejecución elevando los costos de los resultados investigativos, sobre todo sin ser necesario realizarlos a nivel de planta piloto o industrial. Siendo el objetivo de la investigación obtener información sobre el fenómeno estudiado, para después actuar sobre el mismo, puede definirse la eficiencia de la investigación como la cantidad de información útil obtenida por unidad de costo, por consiguiente, es extremadamente importante para la investigación utilizar métodos experimentales que le brinden la máxima cantidad de información con el menor costo y esfuerzo.

En la época actual, para acelerar los resultados y enfoques multi-laterales de las investigaciones, los modernos métodos matemáticos se han convertido en un poderoso arsenal metodológico para la solución actuales y prospectivos y posibilitan ya, “no solo el desarrollo de los procesos óptimos, sino de problemas también la dirección de estos con vista a mantenerlos siempre en los regímenes óptimos y las rutas deseadas (Kafarov, 1976).

## El uso de los métodos de diseño de experimento

El uso del diseño estadístico de experimento facilita un incremento apreciable en la productividad de los investigadores, así como la confiabilidad de los resultados obtenidos, siendo estos métodos por su naturaleza universal aplicables en la mayoría de los campos de investigación y que significa una gran contribución a la optimización de la experimentación.

No es necesaria una preparación especial en estadísticas o matemáticas para utilizar estos métodos, la experiencia ha demostrado que los ingenieros comprenden y aplican con éxito sus fundamentos. Por ello es idóneo incentivar a los estudiantes de Ingeniería Química a utilizar desde pregrados estos métodos de gran aplicación en la industria.

La idea de que un experimento se puede diseñar, es de tiempos antiguos, sin embargo, sólo a principios del presente siglo, se introdujeron los métodos estadísticos de diseño de experimentos. En la década de los años cincuenta se inició una nueva etapa en los trabajos de Diseño de Experimentos encaminando los esfuerzos a encontrar las condiciones óptimas (Box y Wilson; 1951).

El uso del Diseño de Experimento facilita un incremento apreciable de la productividad de los investigadores y de la confiabilidad de los resultados obtenidos, en general se puede afirmar que si los experimentos se planifican inteligentemente, incorporando diseños estadísticos factoriales o diseños factoriales parciales (Box-Hunter; 1961), la información obtenida es confiable y tiende a minimizar el número de experimentos necesarios. Sin embargo, si la planificación de las experiencias se hace deficientemente, sin tener en cuenta los aspectos específicos del análisis, generalmente no se podrá reunir mucha información útil. Esto se debe a que de los experimentos planificados deficientemente no se obtienen la información principal, lo que refuerza la necesidad de la adecuada formación del profesional desde el pregrado en esta dirección y una comprensión de que en estos aspectos reside el núcleo básico de la metodología de la investigación en la industria de procesos químicos y el éxito de sus funciones profesionales esenciales, es decir el control e intensificación de los procesos establecidos y el desarrollo de nuevos procesos, por lo que es esencial en la formación del Ingeniero Químico como profesional.

En muchas investigaciones se plantean las interrogantes siguientes:

- 1** Qué variable(s) afecta(n) la(s) respuesta(s)?
- 2** De qué forma se afecta(n) la(s) respuesta(s)?

Se ha demostrado en la experiencia investigativa que experimentos desarrollados de forma simple pueden dar respuesta a ambas preguntas.

Los métodos de optimización permiten acentuar las diferencias de las épocas económicas, porque determinan la forma que se hacen las cosas en uno y otro nivel de desarrollo. Sin embargo, los métodos matemáticos de optimización por su propia naturaleza no pueden ser aplicados de forma directa a la realidad estudiada, sino a modelos matemáticos de determinado conjunto de manifestaciones del fenómeno estudiado, los que al ser estudiados, solo presentan un nivel práctico si los mismos reflejan de un modo suficientemente adecuado, las situaciones reales y satisfacen determinado grado de exactitud.

Según la complejidad de los sistemas se requerirá mayor o menor información, para obtenerla mayor o menor trabajo experimental. Los esfuerzos de muchos investigadores durante los años de aplicación de estos métodos han contribuido a optimizar el trabajo experimental reduciendo los tiempos y esfuerzos para obtener resultados, siendo válido el análisis propuesto por Isaccson (1970), ver Tabla 7.

**Tabla 7:** Rango de utilización de los tipos de diseño experimental según la cantidad de factores

Diseño experimental	Variables independientes para ser investigadas											
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	n	
Modelos gráficos	■	■										
Factorial completo	■	■	■	■								
Factorial parcial		■	■	■	■	■	■	■				
Factorial parcial saturado				■	■	■	■	■	■	■	■	■

La extraordinaria capacidad de reducir trabajo experimental mediante la planificación experimental, apoyado en los métodos modernos de diseño experimental (Tabla 8), permiten incorporar, a la labor investigativa, a personal en formación, sin temor a perder in-

formación por errores experimentales, que siempre se pueden detectar induciendo, si es requerido, las repeticiones de pocos ensayos.

**Tabla 8:** Comparación entre diversos repliegues parciales y el correspondiente diseño factorial completo (Adler, 1975)

Numero de Factores	Numero de ensayos			
	Repliegue fraccional	Símbolo	Diseño parcial	Diseño factorial
3	1/2 repliegue de $2^3$	$2^{3-1}$	4	8
4	1/2 repliegue de $2^4$	$2^{4-1}$	8	16
5	1/4 repliegue de $2^5$	$2^{5-2}$	8	32
6	1/4 repliegue de $2^6$	$2^{6-2}$	8	64
7	1/16 repliegue de $2^7$	$2^{7-3}$	16	128
8	1/16 repliegue de $2^8$	$2^{8-4}$	16	256
9	1/32 repliegue de $2^9$	$2^{9-5}$	16	512
10	1/64 repliegue de $2^{10}$	$2^{10-6}$	16	1024
11	1/128 repliegue de $2^{11}$	$2^{11-7}$	16	2048
12	1/256 repliegue de $2^{12}$	$2^{12-8}$	16	4096
13	1/512 repliegue de $2^{13}$	$2^{13-9}$	16	8192
14	1/1024 repliegue de $2^{14}$	$2^{14-10}$	16	16384
15	1/2048 repliegue de $2^{15}$	$2^{15-10}$	16	32768

La utilización de estos métodos formalizados permite por su estructuración el trabajo en equipos, incluyendo profesionales de reciente graduación y estudiantes, incluso en experimentos en condiciones industriales (González; 1991) y reafirman el papel de la formación en las Ciencias Básicas en la formación de investigadores (González, 1998).

### **La modelación matemática fenomenológica, herramienta imprescindible para el Ing Químico**

El modelo matemático de un proceso está definido como el conjunto de ecuaciones matemáticas que relacionan al conjunto de variables (magnitudes químico físicas) y constantes (parámetros) que caracterizan el comportamiento del proceso. El comportamiento de un

proceso permite su caracterización mediante los indicadores operacionales de producción, calidad, medioambientales, de seguridad tecnológica y económica. Los modelos matemáticos fenomenológicos son aquellos que se basan en leyes de la física (leyes de conservación) y los principios físicos químicos (cinéticos y termodinámicos) que rigen su comportamiento.

El modelo matemático que describe el comportamiento no estacionario del proceso, cuando las variables son dependientes del tiempo recibe el nombre de modelo dinámico del proceso. Este modelo es el más general y puede utilizarse para resolver cualesquiera de las tareas que le compete resolver a un Ingeniero Químico ya sea en el diseño, el análisis y operación y control de un proceso. De este puede deducirse el modelo de estado estacionario, cuando las variables permanecen invariantes con el tiempo, que es un caso particular idealizado del primero. Tradicionalmente el modelo de estado estacionario ha sido utilizado para resolver los problemas de diseño y de análisis, sin embargo el modelo dinámico es más general y permite por ello el logro de objetivos más integrales y exactos, tanto en procesos continuos como discontinuos. El modelo dinámico está basado en ecuaciones diferenciales que incluyen al tiempo como variable independiente. Las variables involucradas en dicho modelo son aquellas magnitudes químicas físicas que pueden cambiar durante la operación del proceso, debido a los efectos perturbadores de las etapas precedentes del proceso o a la influencia del entorno. Se incluyen siempre como variables operacionales aquellas que se identifican de manera más directa con los objetivos operacionales del proceso, que constituyen variables de salida, y además aquellas variables de entrada que contribuyen a perturbar el comportamiento operacional deseado, las cuales resultan ser las denominadas variables de disturbio. Por ello, los modelos dinámicos son un elemento útil para estudiar el comportamiento de un sistema tecnológico incluso en condiciones de variaciones en las variables de entrada al proceso y permite a los profesionales y estudiantes una completa comprensión de la tecnología en estudio.

También se incluyen como variables operacionales a todas las que se utilicen por el sistema de control del proceso para restablecer el comportamiento deseado del proceso, estas reciben el nombre de variables manipuladas.

Los modelos matemáticos de los procesos pueden ser formulados para diferentes escalas, hoy día a saber a escala nano, micro,

meso y macro. Las primeras escalas, la nano y la micro, implican formulaciones complejas, basadas en la química y física molecular y en ecuaciones a derivadas parciales. El campo de trabajo de los Ingenieros químicos abarca hoy también estas escalas, pero en este trabajo abordaremos la escala macro exclusivamente.

Los modelos dinámicos de los procesos a escala macro pueden plantearse generalmente mediante un sistema de ecuaciones diferenciales no lineales a derivadas totales.

### **Confección del Modelo Matemático Dinámico Fenomenológico de un Proceso**

Un modelo matemático de un proceso puede plantearse a partir de los balances de masa, energía e impulso. De estos resultan las denominadas ecuaciones de continuidad. Estas ecuaciones pueden plantearse considerando un macro-entorno o un micro-entorno y a partir de las leyes que definen el comportamiento fenomenológico del proceso, con una mayor o menor fidelidad o conocimiento del proceso. Hoy resultan muy utilizados los modelos que combinan ecuaciones empíricas con ecuaciones basadas en las leyes físicas químicas, a fin de sortear determinadas lagunas existentes en el conocimiento de los procesos o hacer más viable y sencilla la confección y/o solución del modelo en su totalidad. A los modelos basados en ecuaciones empíricas se les ha dado el nombre común de modelos de caja negra, pero cuando existe la combinación apuntada suele dárseles el nombre de modelos de caja gris o híbridos. Los modelos matemáticos de caja negra también pueden ser utilizados para describir el comportamiento dinámico de los procesos, pero hay que tener muy presente que la validez del modelo estará restringida por la región de experimentación y esto hace muy poco confiable su capacidad de predicción fuera de esta región.

Para confeccionar el modelo matemático de un proceso es necesario definir los siguientes aspectos:

El entorno de modelación, el cual se configura teniendo en cuenta el proceso que se desea modelar y sus partes.

La estructura o patrón de flujo del proceso. Generalmente se asume un patrón de flujo ideal de mezclado perfecto o de flujo pistón o combinación de estos. Para esto se tiene en cuenta el entorno de modelación y si el proceso puede suponerse de parámetros concen-

trados o de parámetros distribuidos, o mediante una combinación de modelos ideales, basados en estos patrones de flujo.

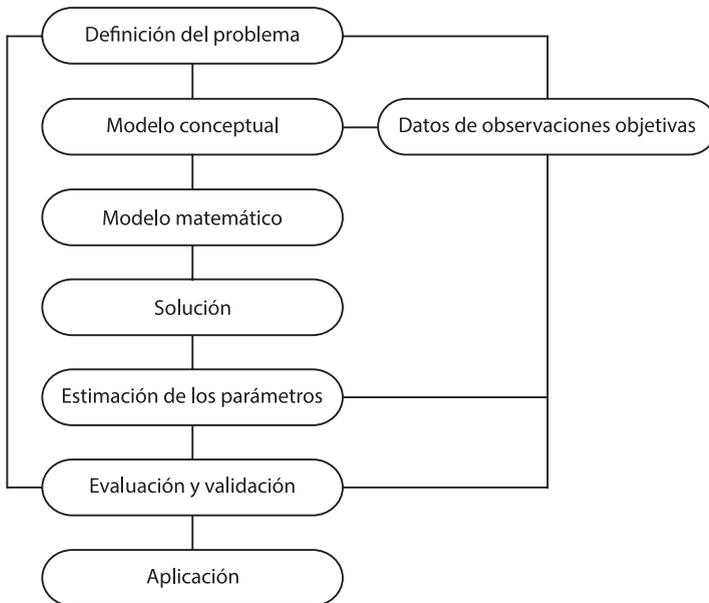
En los casos de patrones de flujo no ideales de procesos a parámetros distribuidos, cuando los gradientes no son despreciables y existen en diferentes direcciones espaciales, se opta por una solución intermedia discretizando el entorno de modelación mediante elementos o compartimentos finitos y considerando el elemento finito como un sistema a parámetros concentrados. De esta forma un proceso a parámetros distribuidos puede convertirse en un proceso equivalente aproximado de parámetros concentrados. El grado de aproximación depende del número de elementos o compartimentos considerados. Es decir el mallado del entorno de modelación determina la complejidad del modelo matemático y de la solución del problema.

La cinética del proceso, dada por las etapas que controlan su velocidad. En este aspecto suelen utilizarse, muchas veces, ecuaciones empíricas, obtenidas por vía experimental y basadas en las leyes cinéticas conocidas para los procesos de reacción química, transferencia de masa, calor e impulso o en modelos estadísticos de regresión y/o redes neuronales.

Las ecuaciones de balance citadas. Si el proceso es de parámetros concentrados estas ecuaciones resultan sistemas de ecuaciones diferenciales a derivadas totales y la variable independiente siempre es el tiempo. Si es de parámetros distribuidos y se trata de describir por uno aproximado de parámetros concentrados el sistema de ecuaciones tiene las mismas características. En el caso de procesos de parámetros distribuidos el sistema de ecuaciones diferenciales resulta ser a derivadas parciales y las variables independientes serán el tiempo y las variables espaciales de que se trate.

Se deben definir también las condiciones de frontera.

En la figura 5 se pueden observar los pasos a dar para la confección de un modelo matemático.



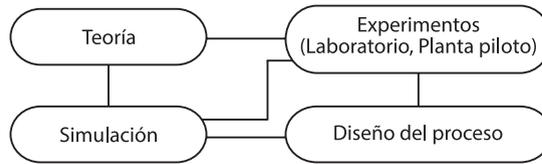
**Figura 5:** Diagrama heurístico para la confección de un modelo matemático.

La visión abarcadora y pormenorizada que exige un modelo dinámico es un factor clave para que los profesionales en los estudios de postgrado o los estudiantes de pregrado, profundicen en el conocimiento real de los procesos tecnológicos en estudio, haciendo hincapié en las aplicaciones de las leyes de semejanza de los fenómenos de transporte de impulso, calor y masa con una visión más completa que lo realizado con los métodos tradicionales por lo que son un elemento esencial en la formación de los profesionales de la Ingeniería Química.

### **Nuevo paradigma del diseño de procesos de la industria química**

La solución del modelo matemático del proceso, una vez confeccionado, conlleva la verificación del ajuste de los parámetros desconocidos o inciertos del modelo y la validación del modelo en la región de experimentación y fuera de ella, a fin de conocer su potencialidad predictiva. Para ello hay que desarrollar experimentos que previamente deben ser diseñados cuidadosamente a fin de establecer la región de experimentación adecuada y las variables que deben ser consideradas en la experimentación.

El nuevo paradigma del diseño de procesos para el siglo XXI, puede ser visualizado con un enfoque holístico para la solución este problema en la Figura 6.



**Figura 6:** Nuevo paradigma del diseño de procesos para el siglo XXI.

La participación de estudiantes y profesionales en actividades de postgrado son de extremado interés ya que permiten la capacitación de los actores presentes y futuros de la comunidad científica de los diferentes sectores industriales en el uso de herramientas modernas de investigación que aceleran la generación y evaluación de la transferencia de conocimientos a la economía nacional (González et al, 2018a). Precisamente la formalización de los métodos matemáticos permite el trabajo sistemático de varios miembros y también colectivos en la búsqueda de las mejores condiciones para la asimilación de una tecnología lo que tiene especial interés en la aplicación de los métodos de optimización en la industria química (González et la 2018b).

Considerando que el patrón de flujo del proceso puede ser alterado con el cambio de escala, la experimentación debe realizarse en la escala más cercana posible al prototipo o debe tenerse muy presente este aspecto para aplicar el modelo matemático a una escala diferente. Para el ajuste de los parámetros del modelo frecuentemente se utiliza el método de la regresión no lineal múltiple.

La utilización de la computación en la solución de estos sistemas es obligada, a fin de obtener soluciones confiables y en el menor tiempo posible.

Los balances de masa, energía y de cantidad de movimiento se realizan considerando los términos de entrada, salida y acumulación de masa, energía y cantidad de movimiento respectivamente.

$$\frac{[\text{Acumulación de la cantidad}]}{[\text{tiempo}]} = \frac{[\text{entrada de la cantidad}]}{[\text{tiempo}]} - \frac{[\text{salida de la cantidad}]}{[\text{tiempo}]}.$$

Cantidad = masa, energía o cantidad de movimiento.

Las expresiones generales resultantes son:  
(i para las corrientes de entrada y j para las salidas.)

Balance total de masa:

$$d(\rho V) / dt = \sum_{\text{entrada}} (\rho_i F_i) - \sum_{\text{salida}} (\rho_j F_j);$$

V es el volumen ( $\text{m}^3$ ),

$\rho$  es la densidad ( $\text{Kg}/\text{m}^3$ ),

F es el flujo ( $\text{m}^3/\text{h}$ ),

Balance de componente:

$$d(C_a V) / dt = \sum_{\text{entrada}} (C_a F_i) - \sum_{\text{salida}} (C_a F_j) \pm V r \pm A_t J;$$

$C_a$  es la concentración del componente ( $\text{mol}/\text{m}^3$ ),

V es el volumen ( $\text{m}^3$ ),

F es el flujo ( $\text{m}^3/\text{h}$ ),

r es la transformación por reacción química ( $\text{mol}/(\text{m}^3\text{-h})$ ),

$A_t$  es el área de transferencia ( $\text{m}^2$ ) y

J es el flujo transferido  $\text{mol}/(\text{m}^2 \text{ h})$ .

Balance de energía:

$$d(E) / dt = \sum_{\text{entrada}} (\rho_i F_i h_i) - \sum_{\text{salida}} (\rho_j F_j h_j) \pm Q \pm W_s;$$

E es la energía interna (U), mas la potencial(P),

mas la cinética(K) en (KJ),

h es la entalpía (KJ/kg),

Q es la energía transferida (KJ/h),

$W_s$  es el trabajo realizado por o entregado al proceso.

El problema general de la Ingeniería química.

Una vez confeccionado el modelo este puede ser utilizado para la solución de cualquiera de los problemas particulares que debe resolver un Ingeniero Químico, ya sea el de diseño (o síntesis), el de análisis o el de control. Todos pueden ser resueltos integralmente, mediante el planteamiento del problema general de la Ingeniería Química, como un problema único, a partir de una formulación integral de este, como problema de optimización multiobjetivos de un sistema matemático de ecuaciones.

## Conclusiones

**1** En las condiciones actuales e inmediatamente futuras se avizora una demanda creciente de la información científica técnica necesaria para la asimilación y desarrollo de nuevas tecnologías.

**2** Es necesario incrementar aceleradamente la capacidad de obtención y procesamiento de información incorporando todo el respaldo de laboratorios de la universidad en general y en particular de los laboratorios de Química e Ingeniería Química y todo el potencial de personal capacitado trabajando en la obtención de esa información.

**3** La aplicación de los modernos métodos matemáticos son una vía adecuada para la obtención procesamiento acelerado de información para la propuesta de decisiones para el desarrollo de la industria química en la región central de Cuba.

**4** Es necesario incorporar a la práctica diaria de la investigación y docencia los modernos métodos matemáticos de análisis y síntesis de los sistemas, así como de obtención de información científico tecnológica.

**5** La formación en la utilización practica y sistemática de las herramientas matemáticas es un rasgo distintivo de la época en lo referente a la formación de pregrado y postgrado del Ingeniero Químico

## Referencias bibliográficas

Adler, Yu., Markova; Yu. V. Granovkyl (1975)  
“The Design of Experiment of Find Optimal Conditions”. MIR, Moscow 1975, pp 102

Box, G. E. P. ; T. S. Hunter, (1961)  
“The  $2^{k-p}$  Factorial Designs”. Technometric (8): 311- 352, 1961.

Box, G. E. P.; K. B. Wilson,(1951)  
“On ther Experimental Design Attaiement of optimum Condi-  
tion”. Journal Rev. Stat. Soc. (1951) 13.

- Kafarov, V. V. (1974)  
“Problemas científicos actuales en la Ingeniería Química”. Control, Cibernética y Automatización. Año VIII, Nro 4, La Habana, 1974, pp 38-47.
- Kantorovich L. V. A.B. Gorstico (1979)  
Las decisiones óptimas en la economía. Editorial de ciencias sociales. Ciudad de la Habana, 1979, p 7.
- Isaccson, W. B.(1970)  
“Statistical Analyses for Multivariable Systems”. Chem Eng., (6): 69-75, 1970.
- González Suárez, E. (1997)  
La influencia de las ciencias básicas en la formación de investigadores de Cuba. Revista Nómadas. Septiembre de 1997. Número 7. Fundación Universidad Central. Santafé de Bogotá.
- González Suárez, E. (2018 a)  
Diana N. Concepción Toledo, Víctor González Morales, El Postgrado para el desarrollo local sustentable en el contexto del Vínculo Universidad Empresa. POS 2037. Ponencia Universidad 2018. La Habana 2018.
- González Suárez, E.; Walter Francisco Quezada Moreno, Inti González Herrera. (2018 b)  
Aplicaciones de los métodos de optimización de procesos en la Gestión del conocimiento para la industria química y fermentativa. Comité Editorial de la Universidad Técnica de Cotopaxi, ISBN: 978-9978-395-40-0.
- Rasmuson, A., B. Andersson, L. Olsson, R. Andersson. (2014)  
Mathematical Modeling in Chemical Engineering Chalmers University of Technology, Cambridge University Press.
- United Nations Industrial Development Organization (1995)  
Manual on Technology Transfer Negotiation, Vienna, 1995.

## CAPÍTULO VII

### LOS MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE SUS RESULTADOS DE LAS INVESTIGACIONES UN FACTOR DE VALOR INTANGIBLE PARA EL DESARROLLO

Erenio González Suárez  
Diana N. Concepción Toledo  
Juan E. Miño Valdés

#### Introducción

El impacto de la ciencia y la técnica en el desarrollo económico y la compatibilidad ambiental de la economía de un país es un problema de primera necesidad, debido a que la sociedad en su conjunto aspira a la satisfacción de sus necesidades materiales y espirituales. Esto, como ha demostrado la práctica universal, solo es posible mediante un vertiginoso crecimiento del desarrollo de las fuerzas productivas. El desarrollo de las fuerzas productivas está afianzado al uso de la ciencia y la técnica en todos los ámbitos de la sociedad y la economía. Por ello es una tarea primordial la evaluación del impacto económico y social de las investigaciones en los diferentes momentos de las tareas científicas.

Como se sabe, la materialización de los resultados de una investigación es una nueva tecnología, y “la tecnología se ha vuelto un activo clave para la competitividad y el crecimiento económico de los países” (Unido, 1995). Así, se ha identificado que la introducción de nueva tecnología soporta, al menos, cuatro clases de mejora a la competitividad (Simpson, Walker y Love, 1987):

- 1** Aquella que baja los costos del trabajo por unidad de salida,
- 2** Aquella que disminuye los costos de capital, al reducir los costos en equipamiento,
- 3** Aquella que mejora la calidad del producto o servicio, y
- 4** Aquella que extiende el rango de productos ofrecidos por la empresa. (Dígase la introducción de nuevas tecnologías que soportan estrategias de incremento a la productividad, de innovación tecnológica de proceso y producto, y de diversificación de productos y mercados).

Las decisiones sobre adquisición o desarrollo, licenciamiento o explotación de tecnologías o activos intelectuales forman parte del plan tecnológico de las empresas. Responden a sus estrategias comerciales y de posicionamiento; implican claridad directiva, capacidad de liderazgo, compromiso de directivos y empleados, conocimiento de mercados y clientes, capacidad de gestión tecnológica, disposición para invertir, y uso de sus competencias y recursos de operación (Medellín, 2005).

Como es sabido, la explotación de tecnologías se soporta estratégicamente en la actividades de fabricación y comercialización de las empresas, sin restar mérito, por supuesto, a la aportación de talento, conocimientos y desarrollos tecnológicos que hacen universidades y centros de investigación y desarrollo (I+D). Pero, conviene resaltar, como se hace en el documento de Política de Innovación de la Comisión de las Comunidades Europeas (2004), que “si bien la investigación desempeña un papel importante en la innovación, no se crea valor si no actúan las empresas. Es la empresa la que organiza la creación de valor [...]. Para las empresas, la innovación es un medio fundamental para garantizar una ventaja competitiva y generar un valor superior para el cliente”.

La actividad de explotación complementa el proceso de investigación y desarrollo tecnológico, en la medida que permite la generación y comercialización de nuevos o mejores procesos, productos o servicios para ciertos mercados. Es una actividad de carácter empresarial que, en esencia, agrega valor a los conocimientos y desarrollos generados en cubículos, laboratorios, áreas de investigación y desarrollo (I+D) de universidades, centros públicos de I+D, empresas y otras organizaciones, con el fin de producir innovaciones que sirvan de base a la competitividad empresarial.

Lo anterior exige el desarrollo de capacidades de gestión tecnológica y de negocios para la comercialización de tecnologías y de conocimientos de alto valor agregado. Actividades tales como la evaluación y valoración de tecnologías, la protección intelectual, el conocimiento de los mercados y la dinámica empresarial, el diseño y ejecución de planes y estrategias de comercialización en sus diversas acepciones, la selección y puesta en marcha de canales adecuados de comercialización, la capacidad de negociación y venta de proyectos, así como la creación de empresas, forman parte de dichas capacidades.

## Valoración de tecnologías para su comercialización

La comercialización de tecnologías es el conjunto de recursos, medios y modalidades organizacionales que emplea una organización para vender, licenciar o intercambiar sus tecnologías, sus activos de propiedad intelectual y sus paquetes tecnológicos, con la finalidad de recuperar la inversión realizada y obtener un beneficio económico adicional (Medellín, 2005).

El éxito en la comercialización de tecnologías dependerá también de la capacidad que se tenga de gestión tecnológica (diseño de estrategias, evaluación, protección intelectual, valorización, negociación, transferencia de tecnología, etc.), de la etapa de desarrollo en donde se encuentra la tecnología, del grado de integración del paquete tecnológico, del tipo y amplitud de la protección intelectual, de los recursos disponibles para la comercialización, de la existencia de mercado para los productos o servicios por producir con la tecnología en cuestión, de la rentabilidad esperada de la inversión por realizar, de que haya licenciatarios o compradores interesados -que cuenten con capacidad tecnológica y organizacional para la adquisición y asimilación de la tecnología-, y de que se formalicen los acuerdos por la vía contractual.

Como se observa en la Figura 7, la valoración de tecnologías para su comercialización incluye la definición y ejecución de estrategias (patentamiento, valuación, comercialización), la evaluación de la tecnología desarrollada, la elaboración de ciertos estudios que permiten dimensionar variables importantes (de mercado, financieras, de patentabilidad), ciertas actividades de gestión interna (revelación de la invención) y externa (solicitud de patentes), y la toma de decisiones sobre lo que se considera más conveniente para la organización (Medellín, 2005).

En este enfoque de oferta de tecnología, la mayoría de las actividades llevan una cierta secuencia: evaluación de la tecnología, estudio de mercado, estudio financiero, revelación de la invención, análisis de patentabilidad, estrategia de patentamiento, trámites para la obtención de la patente, valuación de la tecnología, estrategia de comercialización. Algunas actividades pueden realizarse en forma paralela sin que afecte el proceso: revelación de la invención y análisis de patentabilidad, o valuación y solicitud de patentamiento. Sin embargo, si el proceso se inicia como resultado de una solicitud o demanda específica del mercado o por una necesidad productiva



más cerca esté del mercado mayor es su precio y menor su riesgo), el alcance del paquete tecnológico que se ha integrado (a mejor integración es mayor su valor), las principales dimensiones tecnológicas que caracterizan su desempeño frente a otras tecnologías, las ventajas ambientales, comerciales y económicas que posee —en particular su ciclo estimado de vida—, los productos y subproductos esperados de la tecnología, su factibilidad funcional y de producción que tiene que ver con la base productiva necesaria para su realización.

La valuación de la tecnología puede realizarse, si se emplea diversos métodos. Lo que se busca es tener una idea más o menos clara del valor de la tecnología, del precio que podemos fijarle y de la forma más conveniente de cobro. Los métodos utilizados son de tres tipos (Medellín, 2005):

- 1** Basados en la información de mercado. Regla del 25 % de la utilidad bruta, subastas y propuestas de licenciatarios potenciales, regalías sobre ventas netas, precio de tecnologías similares, etcétera;
- 2** Basados en los costos. Se consideran los costos de I+D, escalamiento, protección, etc., necesarios para recrear la tecnología en una situación similar;
- 3** Basados en los ingresos. Se intenta determinar el valor presente de los futuros ingresos si se considera su duración y el riesgo: tasa de descuento del flujo de efectivo, tasa de descuento del flujo de efectivo aplicándosele un factor tecnológico, etcétera.

El método por emplear depende de la madurez de la tecnología y el negocio, de la amplitud de la protección legal, de los activos de producción y comercialización adicionales que se requieren para llevar el producto al mercado, de los mercados que se piensan “atacar”, y de los riesgos (técnicos, de mercado, financieros) inherentes. Se ha sugerido (Khoury, Sam, et al, 2001) que a mayor madurez -y conocimiento- de la tecnología y del negocio se usen métodos enfocados a mercado. Si se cuenta apenas con un desarrollo tecnológico a escala de laboratorio, y no se cuenta con información de mercados, es mejor emplear métodos de costos; y, si se cuenta con un plan de negocio, con estimaciones confiables de flujo de efectivo, o bien con la participación de un socio comercial que proporcione información sobre mercados, costos, precios y tendencias, es mejor utilizar métodos basados en ingresos.

Toda nueva tecnología, o toda modificación de un proceso tecnológico existente cuyo impacto en la economía debe ser valorado implica un proceso de transferencia de tecnologías, y una de las formas más comunes de materializar un proceso de transferencia de tecnología es la ejecución de una inversión. Por ello “en general debemos considerar que cuando se enfrenta un problema con múltiples objetivos” –como es el caso de una inversión– “será necesario sopesar las ventajas y desventajas de cada alternativa con relación a cada uno de los objetivos y realizar un balance de ellos” (Seider, Seader, Lewin, 1999).

La complejidad y el carácter multiobjetivo de la evaluación de una inversión, que se realiza en el contexto de una transferencia de tecnología, viene dado por los crecientes requisitos que el desarrollo impone a las inversiones, esencialmente incrementados estos factores por los requerimientos de impacto ambiental. Así, en las últimas dos décadas, el tema del medio ambiente ha pasado de la periferia al centro mismo del debate teórico y el proceso de toma de decisiones, en muchas partes del mundo (González y del Rosario, 2014).

El efecto de los procesos industriales puede ser catastrófico para el medio de existir de una toma de conciencia por la importancia trascendental de este aspecto que ha llevado a la elaboración de legislaciones en los diferentes países, en el ámbito internacional, a proteger el entorno, como herencia fundamental a las futuras generaciones.

Como consecuencia de diversos aspectos dependientes de las características de cada instalación industrial, se originan durante la operación de los sistemas, volúmenes de residuos líquidos o gaseosos que reclama un sistema adecuado de tratamiento para evitar el impacto negativo al medio ambiente, no sólo a corto plazo, sino también a largo plazo a través de un efecto acumulativo. Esto ha inducido no solo la elevación de las exigencias de las actividades de Gerencia Ambiental, sino también requiere consideraciones de Gerencia de Seguridad.

Si se considera entonces que un accidente puede incrementar el efecto negativo ambiental de una instalación industrial, es entonces necesario minimizar el riesgo de fallos, pues la ocurrencia de estos fenómenos provocaría daños ambientales en muchos casos irreversibles. Por ello, tiene gran importancia el aseguramiento de un nivel de seguridad para el impacto ambiental en el desarrollo industrial de los países y con ello los métodos de evaluación de su gestión, pues pre-

cisamente uno de los riesgos a que está sometida una inversión es en lo referente a la correcta operación de la planta (Rudd, Watson, 1968), ya que en muchas instalaciones industriales hay tuberías y recipientes que contienen gases a altas presiones o líquidos sobrecalentados en sistemas cerrados. Una explosión de estos sistemas puede generar grandes efectos negativos, incluso el denominado “efecto domino” debido a la propagación del accidente, entonces para evitar que los accidentes se propaguen se han desarrollado herramientas para planificar medidas de protección contra nuevos accidentes en el interior o exterior de las instalaciones industriales. (Haupmanns U., 2000)

Por lo anterior se ha reportado (Purba, 2000), que “la evaluación integrada de aspectos y riesgos al medio ambiente, la salud y la seguridad significan un proceso efectivo”, y se subraya que para ello, “se pueden necesitarse habilidades específicas”.

Por otra parte, en un proceso de transferencia de tecnología que se materializa a través de una inversión, está presente la incertidumbre en el entorno de la ingeniería, pertinentes a los proyectos que son aspectos influidos por factores indeterminados, los cuales no siempre pueden ser examinados exactamente hasta después de todo el ciclo de vida de un proyecto, por lo que son tomados a riesgo, siendo imperioso minimizar ese riesgo.

En todo caso, debe considerarse que tanto una nueva tecnología, como la modificación de una tecnología existente, conlleva una inversión, y por ello es necesario, al estimar el valor de una tecnología, ejecutar un estudio previo, inversionista, que permita estudiar alternativas del comportamiento de la nueva tecnología, a escala de producción y mediante diferentes escenarios de costos inversionistas, determinar los posibles valores de de una tecnología en el escenario económico productivo de un contexto dado.

Cuando de incertidumbre en los análisis de la factibilidad de un proceso de transferencia de tecnología se habla, no se puede perder de vista que “el proceso de cuantificación de la incertidumbre en la valoración probabilística del riesgo, usualmente incluye una especificación de la incertidumbre de los datos de entrada y la propagación de esta incertidumbre en los riesgos del resultado final” (Park, 1991). La importancia de la incertidumbre en los datos de entrada, en un caso como este, reflejaría los grados de cambio en todos los valores de distribución, y no sólo la no justeza de los valores de un punto estimado, es decir afectaría el estudio en su conjunto, por

ello se requiere, en cualquier evaluación de la transferencia de una nueva tecnología, minimizar la incertidumbre en los datos iniciales del estudio.

### **Vías para minimizar la incertidumbre en la valoración de una tecnología**

El primer aspecto que se debe considerar para minimizar la incertidumbre en la valoración de una tecnología es, como el desarrollo de un producto o proceso que tiene su ruta con sus etapas, la transferencia de la nueva tecnología. Esta será imprescindible para su instrumentación práctica, y habrá que responde a un universo de preguntas tales como:

- 1** ¿El proceso adecuado? Se puede obtener etanol por vía petroquímica a través de hidratación del etileno, pero también se puede obtener por vía biomásica, mediante fermentación de azúcares.
- 2** ¿La Tecnología Adecuada? Lo que distingue a las épocas económicas, unas de otras no es lo que se hace, sino el cómo se hace.
- 3** ¿Hay Capacidad de Asimilación de la tecnología? Acceso a los fundamentos de la tecnología que se oferta, a laboratorios y Plantas Pilotos; participar en actividades de creación del Proyecto; capacidad de aprendizaje tecnológico.

Por ello es necesario al estimar el valor de una tecnología, ejecutar un estudio previo inversionista que permita estudiar alternativas del comportamiento de la nueva tecnología a escala de producción, y, mediante diferentes escenarios de costos inversionistas, determinar los posibles valores de una tecnología en el escenario económico productivo de un contexto dado.

Una tarea de tal magnitud requiere por una parte de criterios, métodos de evaluación y por la otra, el concurso de especialistas de varias ramas del conocimiento para elaborar una propuesta de decisión, lo que puede resolverse a través de un Estudio Previo Inversionista, que prepare a la organización para la etapa de negociación de su tecnología en diferentes escenarios.

## Los estudios previos inversionistas. Principios metodológicos y de organización

Los Estudio Previos Inversionistas, que las organizaciones debe realizar antes de iniciar el proceso de valoración de una tecnología transferir, requieren considerar aspectos organizativos y metodológicos para su ejecución eficaz en una interacción reciproca:

- 1** La creación del grupo para el Estudio Previo Inversionista.
- 2** La determinación de los procedimientos que posibilitan ejecutar con fundamento científico los pasos de un procesos de transferencia de tecnología.

Lo segundo condiciona lo primero, así al partir de que los componentes básicos de un Estudio Previo Inversionista son:

- 1** Estudio de prefactibilidad,
- 2** Estudio de factibilidad detallado.

Al partir de que “la valoración económica de una inversión de ingeniería es la llave en los estudios de factibilidad de cualquier mega proyecto”, sin embargo, al ser la razón de retorno discontinuo de flujo de caja y el valor presente neto para proyectos futuros, indicadores normalmente empleados en los estudios de factibilidad, se debe considerar que sus magnitudes “nunca podrán ser previstos con carácter absoluto puesto que los datos del flujo de caja de tales proyectos están sujetos a incertidumbre” (Holland, Wilkinson, 1997). Por lo que para minimizar esa incertidumbre presente, en el Estudio de Factibilidad Detallado se llevan a cabo las siguientes tareas, como vía de ejecución y complemento de los pasos de transferencia de una tecnología:

- 1** Estudio de mercado.
- 2** Estudio para la selección del sitio.

El estudio para la selección del sitio es de vital importancia, pues permitirá un análisis detallado de la forma en que la tecnología se va a enmarcar en la logística de los lugares probables de ubicación para su comercialización, se tendrán en cuenta los siguientes aspectos:

- a** Requisitos para la ubicación de áreas de materias primas (diferentes fuentes de biomasa).
- b** Requisitos de fuentes existentes de suministro de combustible, agua.

- c** Requisitos de vías de acceso. (viales y ferrocarriles).
  - d** Posibilidades para el uso de los residuales.
  - e** Análisis de la infraestructura de riego existente en el lugar por considerarse el fertirriego como una de las soluciones más baratas para el uso de los residuales.
  - f** Requisitos de fuerza de trabajo calificada.
  - g** Requisitos de Logística para el transporte de la materia prima.
  - h** Requisitos de Logística para la comercialización y venta del azúcar.
- 3** Diagnóstico ambiental del sitio.

El contenido del diagnóstico ambiental es una continuación del estudio del sitio de ubicación, donde se profundiza en cómo el proyecto se insertará en el medio que lo rodea.

No se debe confundir esta etapa con el Estudio de Impacto Ambiental, aunque si es necesario señalar que tiene la gran ventaja de tributar datos a este; por lo tanto, ahorra recursos una vez que se decida el proyecto y se realice el Estudio de Impacto Ambiental.

- 4** Elaboración del estimado de costo de la inversión.
- 5** Elaboración del pronóstico de los costos de producción.
- 6** Análisis de rentabilidad. Análisis de riesgo.

De acuerdo con lo anterior la ejecución de un Estudio Previo Inversionista requiere de la creación como “Fuerza de Tarea” de un colectivo multidisciplinario que aborde con calidad y rapidez, multitud de acciones en el plano científico técnico (González *et al.*, 2005).

### **Los métodos multicriterio de evaluación y decisión**

A principios de la década del 50, en los medios académicos estadounidenses, (Koopmans, 1951) y (Kuhn and Tucker, 1951) del entonces novel campo de las investigación de operaciones surgió el estudio sistemático acerca de las cuestiones teóricas y metodológicas de la decisión multicriterio, aunque tomando distancia de aquel a través de la crítica de la noción de optimización. A partir de la década del 70, se produjo una expansión continua del interés y los desarrollos teóricos y prácticos de los métodos de decisión multicriterio” (Martinez 1998).

La evaluación y la toma de decisiones deben enmarcarse en un proceso continuo de “prospectiva-planificación estratégica” (Martínez,1998). Evaluación significa estimar la magnitud o la calidad de un hecho, de un proceso o producto. En consecuencia, la evaluación implica el análisis de contexto, la determinación de criterios, parámetros de referencia, variables, mediciones e indicadores, y la selección de un agente evaluador .Por definición, la evaluación es relativa, está asociada a un marco conceptual/lógico de referencia, no es posible plantearla en términos absolutos. Una definición más operativa podría ser (Martínez, 1998): proceso orientado a la toma de decisiones y a la acción, que busca determinar la pertinencia, eficacia e impacto del uso de los recursos, actividades y resultados en función de objetivos preestablecidos.

Por otro lado, la toma de decisiones es el proceso de convertir información en acción. Es un proceso de identificación y formulación de soluciones factibles, evaluación de las soluciones y selección de la mejor solución. Las decisiones pueden ser estratégicas, administrativas y operativas.

Los métodos de evaluación y decisión multicriterio comprenden la selección entre un conjunto de alternativas factibles, la optimización con varias funciones objetivos simultánea y un único agente decisor, y procedimientos de evaluación consistentes y racionales.

Los métodos de Decisión Multicriterio Discreta se utilizan para realizar una evaluación y decisión respecto a problemas que, por su naturaleza o diseño, admiten un número finito de alternativas de solución, a través de:

- ❶ Un conjunto de alternativas estable, generalmente finito (soluciones factibles- que cumplen restricciones-, posibles y previsibles), se asume que cada una de ellas esta perfectamente identificada, aunque no son necesariamente conocidas en forma exacta y completa todas sus consecuencias cuantitativas y cualitativas.
- ❷ Una familia de criterios de evaluación (atributos, objetivos) que permiten evaluar cada una de las alternativas (analizar sus consecuencias), conforme a los pesos (o ponderaciones) asignados por el agente decisor y que reflejan la importancia (preferencia) relativa de cada criterio; las propiedades de una familia de criterios consistente son. Exhaustividad, coherencia, no-redundancia (independencia, operacionalidad, mensurabilidad y economicidad;

- III Una matriz de decisión o de impactos que resume la evaluación de cada alternativa conforme a cada criterio; una valoración ( precisa o subjetiva) de cada una de las soluciones a la luz de cada uno de los criterios; la escala de medida de las evaluaciones puede ser cuantitativa o cualitativa, y las medidas pueden expresarse en escala cardinal ( razón e intervalo), ordinal, nominal, y probabilística;
- IV Una metodología o modelo de agregación de preferencias en una síntesis global; ordenación, clasificación, participación, o jerarquización de dichos juicios para determinar la solución que globalmente recibe las mejores evaluaciones y
- V Un proceso de toma de decisiones (contexto de análisis) en el cual se lleva a cabo una negociación consensual entre los autores o interesados (analista-experto-decisor –usuario).

Los métodos de evaluación y decisión multicriterio pueden ser compensatorios o no. Un método es compensatorio cuando en la asignación de los pesos: (I) una mejora en un criterio permite compensar un deterioro en otro, o (II) el conjunto de criterios es considerado en forma simultánea.

Los métodos de decisión multicriterio se utilizan para realizar una evaluación y decisión respecto a problemas que pueden presentar un conjunto infinito de alternativas de solución. Las funciones objetivos (criterios) pueden adoptar un número infinito de valores (conjunto).

Los métodos de evaluación y decisión multicriterio introducen una lógica de análisis con el fin de aprehender el conjunto de factores involucrados en la consecuencia de objetivos y ofrecer una coherencia a las apreciaciones individuales o grupales para obtener conclusiones válidas. Dicha lógica, que debe ser simple y accesible, se contrapone al pensamiento y preferencias no explicadas, no justificadas e intuitivas que subyacen en gran parte de las evaluaciones y decisiones relacionadas con programas, proyectos y actividades complejas.

Aquí está presente, que como se ha demostrado en las modernas ciencias naturales, no se puede alcanzar el óptimo en todas las respuestas en un proceso de múltiples respuestas.

En general, no existe una alternativa (solución) que satisfaga y sea preferible en cada una de las funciones objetivos (criterios). Normalmente, se presentan el caso de alternativas factibles, o sea,

aquellas que cumplen las restricciones, que son mejores que otras en relación a algunos criterios y que son peores que otras respecto a los restantes criterios.

Una *alternativa dominante* es superior a otra en al menos un criterio e igual en los restantes (o sea, no es superada en ninguno de los criterios). Obviamente, la identificación de una alternativa dominante resuelve “ipso facto” el problema de decisión.

Por el contrario, una alternativa dominada es inferior a otra al menos criterio e igual en los restantes (o sea, no supera a la otra en ninguno de los criterios). Estas soluciones pueden descartarse en problemas que buscan la mejor alternativa, pero no en aquellas que pretende ordenar las soluciones.

Los métodos multicriterio responden también a la necesidad de superar los análisis o evaluaciones de criterios únicos (unicriterios), como el análisis (Social) de Costo beneficio. El análisis costo beneficio constituye una estimación y evaluación de los beneficios netos asociados con alternativas destinadas a alcanzar un objetivo, particularmente el análisis sobre la conveniencia de económica de emprender un proyecto de inversión. Como se comprende, el incremento del ingreso nacional constituye el objetivo único con el cual se mide la efectividad de diversas alternativas de inversiones. El análisis costo beneficio requiera la cuantificación monetaria de todos los costos y beneficios por medio de una común unidad de cuenta, sin embargo, frecuentemente o es practico ni posible evaluar alternativas con atributos exclusivamente monetarios, lo que ha sido duramente criticado en el contexto internacional.

Los métodos de evaluación y decisión multicriterio no consideran la posibilidad de encontrar una solución óptima (en el sentido tradicional de la expresión). En función de las preferencias del agente decisor y de objetivos predefinidos (usualmente conflictivos) , el problema central de los métodos multicriterio consiste en : (I) seleccionar la (s) alternativas “mejor(es)” alternativa(s) (problema tipo  $\alpha$ ); (II) aceptar alternativas que pareen “buenas “ y rechazar aquellas que parecen “males” (problema tipo  $\beta$ ); (III) generar un ordenamiento (ranking) de las alternativas consideradas (de la “mejor” a la “peor”) (problema tipo  $\delta$ ). Para ello han surgido diferentes enfoques, métodos y soluciones.

Los principales métodos de evaluación y decisión multicriterio discretos son:

**a** Ponderación Lineal (scoring):

Es un método con una fundamentación teórica ortodoxa y directa, toda vez que la teoría de la utilidad (y la teoría del valor) postula que un individuo puede elegir entre un conjunto de alternativas disponibles de forma que maximice su satisfacción, que permite abordar problemas de incertidumbre o con bajo valor de información, y que consiste en construir una función de valor para cada alternativa. Ello implica que conoce cada una de las alternativas y es capaz de evaluarlas. De forma racional y consistente se puede definir una función de valor (determinística) y una función de utilidad (probabilística) que represente las preferencias. El método de ponderación Lineal supone la transitividad de preferencias o la comparabilidad. Es un método completamente compensatorio, y puede resultar dependiente y manipulable, de las asignaciones de pesos a los criterios o de la escala de medida de las evaluaciones. Es un método intuitivo y sencillo de utilizar y, por ello, ampliamente difundido.

**b** Utilidad multiatributo (MAUT):

Para cada atributo se determina la correspondiente función de utilidad (parcial) , y luego se agregan en una función de utilidad multiatributo e forma aditiva o multiplicativa. Al determinarse la utilidad de cada una de las alternativas se consigue un ordenamiento completo del número finito de alternativas. El método de de utilidad multiatributo supone la transitividad de preferencias o la comparabilidad, utiliza escalas de intervalo, y acepta el principio de preservación de orden”(ranking preservation). La condición de independencia preferencial mutua entre los atributos suele aceptarse casi axiomáticamente, e implícitamente, la no-interacción entre las preferencias , cuando en realidad frecuentemente es cuestionable y no refleja la estructura de preferencias del agente decisor. El rigor y rigidez de los supuestos teóricos de este método, usualmente controvertidos y difíciles de *contrastar* en la práctica, requiere un elevado nivel de información del agente decisor para la construcción de funciones de utilidad multiatributo, aunque permiten abordar fluidamente cuestiones de incertidumbre y riesgo. No obstante las dificultades en su utilización, este método cuenta con una variedad de experiencias prácticas en el mundo anglosajón (Martinez, 1998).

### **c** Proceso de Análisis Jerárquico.

El Proceso de Análisis Jerárquico (AHP, Analytic Hierarchy Procees) descompone un situación compleja y no estructurada en sus componentes, los ordena en una jerarquía, realiza comparaciones binarias y atribuye valores numéricos a juicios subjetivos (respecto a la importancia relativa de cada variable), y sintetiza los juicios, agregando las soluciones parciales en una sola solución. El Análisis Jerárquico utiliza “escalas de razón”, no admite el principio de “preservación de orden”( pueden producirse inde-seables efectos de “inversión de orden”-rank reversal” -, aunque es posible evitarlos-Modo de Medición Absoluta o el Modo Ideal de Medición Relativa) y permite realizar un atractivo análisis de sensibilidad . Normalmente lo objetivos (criterios) son ordenados de los más generales y menos controlables a los más específicos y controlados .Es un método bastante intuitivo en su aplicación, difícilmente manipulable y posiblemente sea el método más difundido y con mayor gama de experiencias prácticas.

### **d** Relaciones de superación (sobre ordenación, sobre clasificación):

Estos métodos constituyen instrumentos relativamente sencillos para obtener una preselección de grupos de alternativas (elecciones) muy amplios. El tamaño de soluciones eficientes se reduce por medio una partición en un subconjunto (núcleo) de alternativas “ás favorables” y otro de “menos favorables”.

Entonces, el problema de la decisión multicriterio, utilizando terminología tradicional, es el de una optimización con varias funciones objetivo simultáneas y un único agente decisor y se divide de forma habitual y aceptada en dos grandes ramas en que, por bien fundadas razones de tipo teórico y práctico:

a) La Decisión Multicriterio Discreta (DMD) que aborda particularmente bien los problemas de selección por el decisor entre varias alternativas, pocas, concretas y posibles (Barba-Romero,1994) b) La decisión Multiobjetivo (DMO), más enfocada a problemas de diseño multicriterio y con técnicas tan poderosas como la Programación Multicriterio o métodos interactivos propuestos por varios autores (Shin y Ravindran, 1991).

Aunque la decisión multicriterio es desde hace mucho de aplicación en varios campos de Ciencia y la Técnica como ha sido en la evaluación de tecnologías de la industria de procesos químicos

(Seinfeld y McBigde, 1970), para la planificación, ajuste de prioridades y localización de recursos (Saaty, 1980) en la intensificación de procesos tecnológicos de la industria de pulpa y papel (Rodríguez Rico, I, 1993), para la planificación de la irrigación en la agricultura en condiciones de riesgo económico y técnico (Millan, J., J. Berbel, 1994), dirigidos a la evaluación del efecto de las políticas en el medio ambiente (Munashinghe, 1993), con miras a evaluar las alternativas de manejo de los bosques (Steuer ySchuler, 1978) para la evaluación de proyectos de Investigación y desarrollo (Libertore, 1989) e incluso en la evaluación de Proyectos de Ciencia y Técnica (Barba-Romero, 1994), ejemplificaremos ahora con casos de evaluación de resultados de las investigaciones que es el propósito que ahora nos convoca.

En la ejecución de estos ejemplos se consideró “que lo que distingue las épocas económicas unas de otras, no es lo que se hace, sino el cómo se hace” (Marx, 1972) y por ello es procedente evaluar los resultados de una investigación visto desde el incremento de los resultados alcanzados antes y después de la aplicación real de estos resultados en la práctica (González Suárez, E, 1991).

### Ejemplo 1

En la búsqueda de incrementar la preparación de Gestión del Conocimiento de una comunidad científica, en beneficio de un sector industrial, un grupo de investigadores realizó un diagnóstico de la situación y como resultado científico trazó una estrategia de trabajo para incrementar la pretendida capacidad de Gestión del Conocimiento de la referida comunidad (Concepción, 2015).

Para evaluar esta situación se decidió utilizar el método del Scoring. Este método permite abordar situaciones de incertidumbre con pocos niveles de información. Es de fácil aplicación y utilizado ampliamente en el mundo (Nápoles Pérez, 2013).

Con ese objetivo se cumplieron los pasos para aplicar el método de Ponderación Lineal (Scoring) y con ello evaluar si la estrategia de incremento de la Capacidad de Gestión del Conocimiento es apropiada, a saber:

**Paso 1.** Identificar la Meta General del Problema

Preparación de la Comunidad Científica vinculada a un sector de la economía nacional.

**Paso 2.** Identifica las alternativas

**a** Condiciones de preparación antes de aplicar la nueva estrategia

**b** Condiciones de preparación después de aplicar la nueva estrategia

**Paso 3.** Listar los criterios a emplear en la toma de decisiones.

Se establecieron también con un sistema de expertos un conjunto de preguntas como criterios de preparación para la Gestión de Conocimientos de la Comunidad Científica según su posición en la referida comunidad.

**Paso 4.** Asignar una ponderación de peso a cada uno de los Criterios \*

El resultado fue el conjunto de etiquetas formado por: muy poco importante (MPI), poco importante (PI), algo importante (AI), importante (I), bastante importante (BI), muy importante (MI) y extraordinariamente importante (EI).

**Paso 5.** Establecer en cuanto satisface cada alternativa a nivel de cada uno de los criterios.

Para establecer el rating de satisfacción a cada alternativa se emplea una escala de 5 puntos.

**Tabla 7:** Escala de satisfacción

Muy bajo	1
Bajo	2
Medio	3
Alto	4
Muy alto	5

Y la respuesta grupal de los entrevistados se calcula a través de la media aritmética.

Criterio generalizado para la pregunta  $j$ ,

$$\bar{C}_j = \frac{\sum_{i=1}^{m_j} C_{ij}}{m_j}$$

Donde

$m_j$ : Cantidad de encuestados que evalúan la pregunta  $j$ , ( $m_j \leq m$ );

$C_{ij}$ : Evaluación en puntos de la pregunta  $j$  realizada por el encuestado  $i$ .

Los datos expresados con anterioridad son suficientes para llevar a cabo la aplicación el método del Scoring.

Paso 6. Calcular el score para cada una de las alternativas.

Para calcular el score de cada una de las alternativas se utiliza la ecuación:

$$S_j = \sum_i w_i r_{ij}$$

Donde:  $r_{ij}$  = tasa de la Alternativa  $j$  en función del Criterio  $i$

$W_i$  = ponderación para cada Criterio  $i$

$S_j$  = Score para la alternativa  $j$

Como resultado de aplicación de este procedimiento en las dos alternativas de preparación en Gestión de Conocimientos se encontraron para los directivos y técnicos de las instalaciones industriales los resultados reflejados en la Tabla 8:

**Tabla 8:** Directivos y Técnicos que trabajan en las empresas en relación a la gestión conocimiento

$S_i$	Alternativas
90.47	Tradicional
117	Estratégica

**Los resultados** de aplicación de este procedimiento en las dos alternativas de preparación en Gestión de Conocimientos para el personal que labora en los centros de generación de conocimientos se reflejan en la Tabla 9.

**Tabla 9:** Personal que trabajan en los centros de generación del conocimiento

$S_i$	Alternativas
92.31	Tradicional
117.11	Estratégica

Aquí se constata un salto positivo en todos los criterios que se establecieron para evaluar el resultado de la introducción del resultado de la investigación.

## Ejemplo 2

En un contexto geográfico determinado un grupo de investigación ha desarrollado con ayuda de la Vigilancia de Tecnologías dos alternativas tecnológicas para la producción de biodiesel partiendo de diferentes materias primas, a saber: a) El aceite de Palma Africa-

na y b) El aceite de Higuera. El problema a evaluar es cual resultado científico es preferible para ser introducido en su contexto territorial (Acevedo Pabón, 2012). Aquí se decidió utilizar el Método de Proceso de Análisis Jerárquico (AHP).

### **Método de Proceso de Análisis Jerárquico (AHP)**

**Paso 1.** Descomponer el problema de decisión en una jerarquía de elementos interrelacionados

Como se conoce, tradicionalmente las evaluaciones de impactos de nuevos resultados de las investigaciones han partido de unos análisis de costo beneficio y cada vez con mayor énfasis considerando indicadores dinámicos como se ha recomendado para la asimilación de nuevas tecnologías de obtención de productos químicos utilizando la caña de azúcar como materia prima (Lauchy), por lo que la Meta General e imprescindible para introducir nuevas tecnologías y materias primas es el criterio económico.

En adición a esto, hay que considerar que los problemas ambientales y técnicos han cobrado fuerza en la búsqueda de la sustentabilidad del desarrollo, por lo que el Criterio de Análisis de Ciclo de Vida “cuna a cuna” desde el punto de vista ambiental y consideraciones técnicas desde el punto de vista netamente técnico.

**Paso 2.** Asignación de pesos a cada uno de los Criterios.

En la asignación de pesos a cada uno de los indicadores y subindicadores de categoría, se consideraron igualmente importantes los tres aspectos, económico, ambiental y técnico y por eso tienen pesos iguales como se refleja en la Tabla 10.

**Tabla 10:** Importancia de los Indicadores

<b>Indicador</b>	<b>Grado de Importancia</b>
Económico	0,33
Ambiental	0,33
Técnico	0,33

Los sub-indicadores de categoría de impacto ambiental se presentan en la tabla 11.

**Tabla 11:** Pesos de los Sub- indicadores de impacto ambiental

Sub-Indicador	Peso
Cambio climático,	0,4
Acidificación,	0,2
Eutrofización,	0,2
Formación de oxidantes fotoquímicos	0,1
Efectos respiratorios	0,1

El mayor peso a la categoría de cambio climático se justifica con las imposiciones del mercado europeo por reducir al menos en 30% las emisiones de CO<sub>2</sub> del biodiesel, en comparación con el diesel.

Como criterio económico se tiene un solo indicador y por tanto su peso es 1.

Para la evaluación técnica los pesos de cada sub indicador de reflejan en la Tabla 5. de 0,5 a cada uno de los dos sub indicadores de:

a) Energía renovable obtenida / energía no renovable usada y b) Producción de biodiesel

**Paso 3.** Construir el vector de prioridad para cada criterio.

Construido a partir de las definiciones de peso e importancia anteriormente definido.

**Paso 4.** Definir los posibles escenarios.

Los posibles escenarios están dados por las tecnologías disponibles de producción de biodiesel utilizando como materias primas el aceite de Palma Africana o de Higuierilla.

**Paso 5.** Determinar el vector de respuesta para cada escenario.

Lo que se hace evaluado en las condiciones específicas de cada escenario.

Para un caso similar, de alternativas tecnológicas de producción de cartón para ondular, de Criterios Multibjetivo de evaluación y decisión, que incluyó: a) La ganancia anual, b), c) y d) los parámetros de calidad del producto (González; 1982) se apoyó en expresiones linealizadas de las funciones Ganancia y de los Criterios de Calidad, todas en dependencia de las variables de operación y proporción de la mezcla de pastas empleadas, lo que le permitió encontrar el óptimo mediante una técnica de Programación Lineal.

**Paso 6.** Ordenar las evaluaciones de acuerdo con el resultado de las mismas.

Lo que le permitió para las condiciones específicas del territorio de su incidencia la utilización de la tecnología de producción de biodiesel de Palma Africana.

## Referencias bibliográficas

Acevedo Pabón, P.A. (2012)

Herramienta de análisis de alternativas de producción, incorporando el ACV “cuna a cuna” a los métodos tradicionales. Tesis en opción al Grado Científico de Doctor en Ingeniería Química. UIS.

Barba-Romero Casillas, Sergio. (1993)

Evaluación multicriterio de proyectos. En Martínez, E. (editor) Ciencia, Tecnología y Desarrollo: interrelaciones teóricas y metodológicas. Editorial Nueva Sociedad, Venezuela. ISBN: 980-317-066-X.

Comisión de las Comunidades Europeas. (2004)

*The Europe of Knowledge 2020*, Conference Programme.

Concepción Toledo Diana Niurka. (2005)

Estrategia para la preparación en Gestión del conocimiento de la comunidad científica de la industria de la caña de azúcar mediante el vínculo universidad –empresa. Doctora en Ciencias de la Educación. Diciembre del 2015

European Communities (1997)

*On the control of major-accident hazard involving dangerous substances*, Official Journal of the European Communities, vol. 40(10), jan.

González Suárez E. (1991)

Aplicación del análisis de procesos en la intensificación de la producción en distintas industrias de Cuba. Tesis de disertación en opción al Grado científico de Doctor en Ciencias. Santa Clara, Cuba.1991.

González Suárez E. (editor) (2005)

Los estudios previos para minimizar la incertidumbre en la absorción (asimilación) de tecnologías que emplean la biomasa como fuente de productos químicos y energía. Editado por CYTED, Buenos Aires.

González Suárez. E. J. B del Rosario (2014)

El impacto económico y social de las investigaciones. Su evaluación. En González Suárez. E. (Compilador) Gerencia de Ciencia e Innovación en centros de generación de conocimientos. Impacto económico y social. ISBN 978-959-250-962-7. Monografía Editorial Feijoo.

González Suárez, E.; Elena Rosa Domínguez, Miguel A. Laborde Domínguez: (2005)

“Los estudios previos inversionistas en la gestión de negocios de transferencia de tecnología empleando la biomasa como materia prima”, en E. González Suárez (editor): Los estudios previos para minimizar la incertidumbre en la absorción (asimilación) de tecnologías que emplean la biomasa como fuente de productos químicos y energía, Editado por CYTED. Buenos Aires.

Hauptmanns, U. (2000)

“A Monte Carlo based procedure for treating the flight of missiles from tank”, *Proceeding of the International Conference on Montecarlo Simulation*, Monte Carlo .Principality of Monaco.

Holland F.A.; J.K. Wilkinson (1997)

“Process Economics”, en *Perry Chemical Engineering Handbook*.

Khoury, Sam, *et al.* (2001)

“Selection and Application of Intellectual Property Valuation Methods”, in *Portfolio Management and Value Extraction*, pp. 77-86, les Nouvelles, 2001.

Koopmans, T. C.

Analysis of production as an efficient combination of activities; in T.C. Koopmans(ed) (1951), *Activity analysis of production and allocation*. Wiley, USA.1951. pp. 33-97.

- Kuhn H. W., A. W. Tucker. (1951)  
Nonlinear programming: in J. Neyman (ed). Proceedings of the 2<sup>nd</sup> .Berkeley Symposium on mathematical statistical and probability (University of California , Press .USA. pp 481-91.
- Libertore, M. (1989)  
A decision support approach for R&D project selection. The analytic hierarchy process. Applications and studies. Springer –Verlag. Pp 82-89.
- Martinez, E.; M. Escudey. (1998)  
Evaluación y decisión multicriterio. Reflexiones y experiencias. Editorial Universidad de Santiago. Chile. 1998. ISBN: 956-7069-28-X.
- Marx, C. (1972)  
El Capital. Tomo III. Editorial Pueblo y Educación. La Habana 1972, pp III.
- Medellín Cabrera E. (2005)  
“Explotación y valoración de Tecnologías para su transferencia”, en González Suárez, E. (Editor): Los estudios previos para minimizar la incertidumbre en la absorción (asimilación) de tecnologías que emplean la biomasa como fuente de productos químicos y energía. Editado por CYTED. Buenos Aires. Páginas 154. ISBN: 959-16-0305-3.
- Millan, J.; J. Berbel (1994)  
A Multicriteria Model for Irrigated Agricultural Planning under Economic and Technical Risk. Agriculture Systems, Vol 44, pp105-117.
- Munashinghe, M. W.Cruz, J. Warford (1993)  
¿Favorecen el ambiente las políticas aplicadas a toda la economía? Finanzas y desarrollo, septiembre.
- Nápoles Pérez, M. L. (2013)  
Construcción de un escalafón de puentes de carretera a través de varias perspectivas difusas toma de decisiones. Trabajo de Diploma Licenciatura en Matemática. UCLV.2012-2013.

Park Chang (1991)

Information–Theoretic Approach to Uncertainty Importance analysis, en *Probabilistic Safety Assessment and Management*, vol. 2, Elsevier Science Publishing Co Inc.

Purba, F.(2000)

Adoption ISO 14001 Standards for Implementing Management System of Environment, Safety and Health, *Proceedings of the International Symposium on Green Productivity and Environmental Management in SMEs*, Hanover, Magdeburg, Germany.

Rodríguez Rico, I. I. Díaz Quintana, O. Gutiérrez Benítez, E. González Suárez. (1993)

Optimización con objetivos múltiples del proceso de producción de pulpa blanqueada en el combinado de papeles blancos Panchito Gómez Toro. Centro Azúcar. Año 20, (1), Enero- Abril, 1993.36-42.

Rudd, D.F.; Watson, C. C. (1968)

Strategy of Process Engineering, Wiley.

Saaty, T.L. (1980)

The analytic hierarchy process: planning, priority setting, resource allocation. McGraw-Hill International Book Co., New York. ISBN: 0070543712.

Simpson, D.; J. Walker, J. Love (1987)

*The Challenge of New Technology*, Westview Press.

Schongut, J. M. Kubicek, M. Marek (1994)

Optimization of Olefine Unit with Multiple Objective Function. B.32. CHISA 84, Praha.1984.

Seinfeld, J., W. Mcbigde (1970)

Optimization with multiple performance criteria. Ind. Eng. Chem. 9, Nro 1, 53-58.

Shin, W.S., A. Ravindran (1991)

Interactive Multiple Objective Optimization: survey I. Continuous Case; computers & Operations Research, vol 18, nro 1, pp 97-114.

Steuer, R. E.; A. T. Schuler (1978)

An interactive multiple-objective linear programming approach to a problem in forest management. Operations Research, 26, pp254-269.

United Nations Industrial Development Organization (1995)

Manual on Technology Transfer Negotiation, Vienna.

Warren D. Seider, J.D. Seader, Daniel R. Lewin (1999)

Process Design Principles. Synthesis Analysis, and Evaluation, John Wiley & son, Inc.





Este libro presenta una visión sobre varios aspectos del capital intangible que poseen las universidades para el desarrollo de la industria química y fermentativa como ser: la investigación científica y la ciencia como fuerza productiva; la gestión del conocimiento en el vínculo universidad-empresa; la valoración y terminación de tecnologías; los métodos para valorar intangibles; las herramientas matemáticas en la búsqueda de condiciones óptimas y los métodos de evaluación de los resultados en las investigaciones.



[www.editorial.unam.edu.ar](http://www.editorial.unam.edu.ar)

