



Editorial de la
Universidad Tecnológica Nacional

La Investigación en Ingeniería Industrial en Argentina

Universidad Nacional
de General Sarmiento



Instituto de Industria



Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional San Nicolás



Ponencias, debates y propuestas del II Encuentro de Investigadores en Ingeniería Industrial

Dr. Carlos Gómez
Dr. Diego Szlechter
Ing. Franco Chiodi
(compiladores)

ISBN 978-987-1896-15-8
CDD 620.007

San Nicolás, septiembre de 2011

Editorial de la Universidad Tecnológica Nacional – edUTecNe

<http://www.edutecne.utn.edu.ar>

edutecne@utn.edu.ar

© [Copyright] La Editorial de la U.T.N. recuerda que las obras publicadas en su sitio web son *de libre acceso para fines académicos y como un medio de difundir el conocimiento generado por autores universitarios*, pero que los mismos y edUTecNe se reservan el derecho de autoría a todos los fines que correspondan.

Índice

Presentación

Comité Científico

Programa

CAPÍTULO I – Planificación y gestión estratégica

- 1. Modelo organizacional orientado a la innovación tecnológica para empresa de producción flexible**
Oscar Daniel Quiroga, Leticia Milena Arcusin, María Eugenia Sanseverinatti, Eugenia Lucía Lazzaroni Garat
Universidad Nacional del Litoral
- 2. Reflexión y aprendizaje como base de la proactividad**
Silvia B. Urrutia, Diana I. Paravié, Claudia A. Rovhein, Geraldina Roark, Mario E. Jaureguiberry
Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires
- 3. The influence of technological path dependencies in product portfolio management. Exploring and exploiting research technologies at Invap**
Gustavo L. Seijo, Javier H. Cantero, Mariana I. Paludi
Universidad Nacional de General Sarmiento - CONICET
- 4. Especificidades del proceso estratégico en pymes argentinas**
Claudio Fardelli Corropelese, Diego Szelechter, Rafael Blanc, Daiana Díaz, Natalia González, Leandro Lepratte
Universidad Nacional de General Sarmiento - UTN Facultad Regional Concepción del Uruguay

CAPÍTULO II – Ingeniería de procesos

- 1. Técnicas y herramientas de calidad, un estudio de su utilización en la región Buenos Aires Norte y Santa Fe Sur**
Carlos Gómez, Leonardo Gómez, Javier Meretta, Luis Feraboli
UTN Facultad Regional San Nicolás - Universidad Nacional de Rosario
- 2. Aplicación de un método de clasificación para la predicción de fallos**
Blanca Carrizo, Cynthia Corso
Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Córdoba
- 3. Formulación de un procedimiento heurístico para la optimizar layouts de FMS**
Oscar Daniel Quiroga, Iván Odetti, Tomás Sarasin
Universidad Nacional del Litoral
- 4. Aspectos clave de los programas de implementación de mejora continua en grandes empresas argentinas**
Héctor Formento, Franco Chiodi, Fernando Cusolito, Lucas Altube, Sebastián Gatti
Universidad Nacional de General Sarmiento

CAPÍTULO III – La ingeniería industrial y su ejercicio profesional

- 1. Aplicação de práticas de engenharia de produção como ferramenta para a inserção social**
Fernanda Tammy Ishii, Adriano Lobo, Renato Philippi Dorta, Gislaine Camila Lapasini Leal, Edwin Cardoza
Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Estadual de Maringá (UEM)
- 2. La propiedad intelectual y los activos del ingeniero industrial**
Claudio Marcelo Abrevaya
Instituto de Industria, Universidad Nacional de General Sarmiento

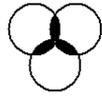
- 3. La escritura profesional en ámbitos empresariales**
Franco Chiodi, Néstor Braidot, Lucía Natale, Daniela Stagnaro, Federico Navarro
Universidad Nacional de General Sarmiento
- 4. Reseña del análisis y desarrollo de competencias en ingeniería industrial utilizando TIC**
Marta Liliana Cerrano, Sandra Fulgueira, Daniela Gómez
Universidad Nacional de Rosario

CAPÍTULO IV

Expositores expertos

- 1. Doctor Edwin Cardoza**
Universidad de Maringá, Brasil
- 2. Magíster Lucas Giménez**
Universidad Tecnológica Nacional, Regional Avellaneda
- 3. Ingeniero Héctor Formento**
Universidad Nacional de General Sarmiento

Debate



Presentación

Este libro busca iniciar un camino exploratorio en el campo de la investigación en la ingeniería industrial en la Argentina. Hay varios interrogantes que lo cruzan: ¿qué tipo de investigaciones se dan en esta disciplina? ¿Qué temáticas se encuentran consolidadas y cuáles tienen menor desarrollo relativo? ¿Cuál es el estado de los equipos de investigación: incipientes, en desarrollo, expertos? ¿Cómo están conformados? Todas estas preguntas disparan la necesidad de generar un espacio de debate al respecto.

Pero hay un primer interrogante que resolver antes de iniciar esta búsqueda: ¿cuál es el campo de especialización de la ingeniería industrial? Suele decirse que la ingeniería industrial tiene un perfil generalista y se dejan de lado aspectos que hacen al corazón de la carrera: la gestión tecno-productiva de procesos. El ingeniero industrial es el único profesional que integra visiones desde diferentes ángulos: científicos, tecnológicos, económicos y humanos.

Para contextualizar este análisis en la Argentina, existen muchas universidades públicas y privadas que dictan esta carrera y existen pocos doctorados en Ingeniería con una fuerte orientación hacia la ingeniería industrial. Esto demuestra que hay un campo potencial para el desarrollo científico-tecnológico de la ingeniería industrial en nuestro país.

En este libro se presenta un conjunto de 14 trabajos (seleccionados aleatoriamente) agrupados en tres temáticas: *Planificación y gestión estratégica*, *Ingeniería de procesos*, y *La ingeniería industrial y su ejercicio profesional*.

En el capítulo I, se recogen aquellos trabajos asociados al eje planificación y gestión estratégica. Se observa que algunos trabajos enfocan la cuestión tecnológica, mientras que otros hacen referencia al proceso estratégico en empresas pymes.

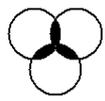
En el capítulo II, los trabajos se vinculan al eje ingeniería de procesos. En él, se observan trabajos relacionados con la gestión de calidad y mejora continua, y con métodos para la resolución de problemas productivos (fallos, layout, materiales).

Aquellos trabajos relacionados con la ingeniería industrial y su ejercicio profesional se encuentran en el capítulo III. Los trabajos son heterogéneos entre sí, abarcan el rol social de la profesión, las competencias profesionales en términos comunicacionales, legales, y en aprovechamiento de TIC.

En el capítulo IV se transcribe el interesante debate –en el marco del II Encuentro– alrededor de la investigación en ingeniería industrial, que contó con tres panelistas invitados: el ingeniero Héctor Formento, del Instituto de Industria de la Universidad Nacional de General Sarmiento, el licenciado Lucas Giménez, de la Facultad Regional Avellaneda de la Universidad Tecnológica Nacional, y el doctor Edwin Cardoza, del Departamento de Engenharia de Produção de la Universidade Estadual de Maringá, Brasil. La exposición de este panel de expertos es continuada por un intenso intercambio entre los asistentes.

Mirando al mundo, nuestro vecino Brasil tiene una sólida trayectoria en su *engenharia de produção*, con numerosas carreras a lo largo del país y también una cantidad importante posgrados en la disciplina (tanto maestrías como doctorados) y grupos de investigación consolidados en las principales universidades del país. La ABEPRO (Associação Brasileira de Engenharia de Produção) realiza, desde hace más de 30 años, congresos nacionales (ENEGEP) e internacionales (ICIEOM), que generan un espacio de encuentro, networking y discusión. Solo por mencionar, en 2011 la realización en forma conjunta de ENEGEP & ICIEOM en Belo Horizonte convocó a más de 2000 investigadores en la disciplina.

Aquí iniciamos un camino para consolidar y fortalecer la investigación en ingeniería industrial...



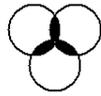
Comité Científico

** Carlos Gómez / Leonardo Gómez / Javier Meretta (FRSN-UTN)*

** Franco Chiodi / Claudio Fardelli / Diego Szlechter (IDEI-UNGS)*

** Luis Feraboli (FCEIA-UNR)*

Estudiantes Colaboradores: Ana Inés Gómez (UTN-FRSN), David Staniscia (UTN-FRSN), Ariel Hernán Silvera (IDEI-UNGS).



Programa

* Mesas de ponencias

Mesa de ponencias: Planificación y gestión estratégica

Gestión del conocimiento en la FCEIA

Ricardo Detarsio, Suray Ortega, Santiago López Ivern
Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, Universidad Nacional de Rosario

Modelo organizacional orientado a la innovación tecnológica para empresa de producción flexible

Oscar Daniel Quiroga, Leticia Milena Arcusin, María Eugenia Sanseverinatti, Eugenia Lucía Lazzaroni Garat
Facultad de Ingeniería Química, Universidad Nacional del Litoral

Reflexión y aprendizaje como base de la proactividad

Silvia B. Urrutia, Diana I. Paravié, Claudia A. Rovhein, Geraldina Roark, Mario E. Jaureguiberry
Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires

The influence of technological path dependencies in product portfolio management. Exploring and exploiting research technologies at Invap

Gustavo L. Seijo (1) Javier H. Cantero (2), Mariana I. Paludi (2)
(1) Universidad Nacional de General Sarmiento - CONICET, (2) Universidad Nacional de General Sarmiento

Especificidades del proceso estratégico en pymes argentinas

Claudio Fardelli Corropolese (1), Diego Szlechter (1), Rafael Blanc (2), Daiana Díaz (1), Natalia Gonzalez (1), Leandro Lepratte (2)
(1) Universidad Nacional de General Sarmiento, (2) UTN Facultad Regional Concepción del Uruguay

Mesa de ponencias: Ingeniería de procesos

Técnicas y herramientas de calidad, un estudio de su utilización en la región Buenos Aires Norte y Santa Fe Sur

Carlos Gómez (1), Leonardo Gómez (1), Javier Meretta (1), Luis Feraboli (2)
(1) UTN Facultad Regional San Nicolás, (2) Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, Universidad Nacional de Rosario

Aplicación de un método de clasificación para la predicción de fallos

Blanca Carrizo, Cynthia Corso
UTN Facultad Regional Córdoba

Formulación de un procedimiento heurístico para la optimizar layouts de FMS

Oscar Daniel Quiroga, Iván Odetti, Tomás Sarasin
Facultad de Ingeniería Química, Universidad Nacional del Litoral

Aspectos clave de los programas de implementación de mejora continua en grandes empresas argentinas

Héctor Formento, Franco Chiodi, Fernando Cusolito, Lucas Altube, Sebastián Gatti
Universidad Nacional de General Sarmiento

Valorización de residuos industriales como agregados en materiales cerámicos

Nancy Quaranta
UTN Facultad Regional San Nicolás

Mesa de ponencias: La ingeniería industrial y su ejercicio profesional

Aplicação de práticas de engenharia de produção como ferramenta para a inserção social

Fernanda Tammy Ishii, Adriano Lobo, Renato Philippi Dorta, Gislaine Camila Lapasini Leal,
Edwin Cardoza
Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Estadual de Maringá (UEM), Brasil

La propiedad intelectual y los activos del ingeniero industrial

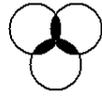
Claudio Marcelo Abrevaya
Instituto de Industria, Universidad Nacional de General Sarmiento

La escritura profesional en ámbitos empresariales

Franco Chiodi, Néstor Braidot, Lucía Natale, Daniela Stagnaro, Federico Navarro
Universidad Nacional de General Sarmiento

Reseña del análisis y desarrollo de competencias en ingeniería industrial utilizando TIC

Marta Liliana Cerrano, Sandra Fulgueira, Daniela Gómez
Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, Universidad Nacional de Rosario



CAPÍTULO I

Planificación y gestión estratégica

Ing. Luis Feraboli
Lic. Claudio Fardelli Corroplese
Dr. Diego Szlechter
(coordinadores)

MODELO ORGANIZACIONAL ORIENTADO A LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA PARA EMPRESA DE PRODUCCIÓN FLEXIBLE

*Quiroga, Oscar Daniel
Arcusin, Leticia Milena
Sanseverinatti, María Eugenia
Lazzaroni Garat, Eugenia Lucía*

Universidad Nacional del Litoral

La innovación, cuando es aplicada en forma sistemática, constituye una de las fuentes de ventajas competitivas más eficaces con las que una empresa puede contar. Aquellas organizaciones que cuentan con un departamento de Investigación y Desarrollo Tecnológico (I+D) tienen diferencias respecto de las organizaciones tradicionales en cuanto a los objetivos que se plantean, a las estrategias que se adoptan y a las variables que se utilizan. Sin embargo, comparten con ellas los conceptos teóricos y las herramientas sobre las cuales se apoyan. El objetivo principal de este trabajo es presentar el desarrollo de una estructura de organización orientada a la innovación tecnológica para ser aplicada a una empresa de base tecnológica y que posee su estrategia de producción basada en Ingeniería a la Orden (Engineering To Order, ETO). Para lograr este objetivo, se plantean dos objetivos específicos: a) presentar una propuesta que consiste en reubicar el departamento de I+D en el esquema organizativo actual de la empresa; b) plantear en el nuevo esquema organizativo un departamento de I+D centralizado.

Palabras clave: Modelo de organización, Innovación, Manufactura flexible.

1. INTRODUCCIÓN

Las *organizaciones* son sistemas humanos de cooperación y en coordinación acoplados dentro de unos límites definidos para conseguir metas y objetivos compartidos. Los sistemas poseen dos características adicionales que son el holismo –significa un sistema como un todo en funcionamiento– y la sinergia –hace referencia al efecto interactivo de las partes del sistema en funcionamiento conjunto– (Hodge *et al.*, 2003).

La *estructura organizacional* ayuda a visualizar las diferentes tareas que se ejecutan en la organización y permite identificar a los responsables de las distintas actividades que deben ser desempeñadas. Ella depende de los objetivos y de las estrategias de la organización, de la naturaleza de las actividades y de las tecnologías utilizadas, de los recursos humanos y de las características propias que exigen adecuar las técnicas gerenciales a sus necesidades.

Una *organización de investigación y desarrollo (I+D)*, si bien se presenta como una organización más y a simple vista las variables que la constituyen pueden parecer comunes a

otras organizaciones, en esencia tiene una estructura diferente. No se trata de la fabricación de un producto o de su comercialización, sino de organizar a individuos que, por su tipo de actividad (producir conocimiento, desarrollar productos, procesos, servicios, entre otros), requieren una estructura que les permita ser eficientes minimizando los conflictos dentro de la organización y su actividad tiende a incrementar sus conocimientos para beneficio propio y de la organización a la que pertenecen.

Las estructuras organizacionales para I+D han sido estudiadas por diversos autores entre los que se encuentran Escorsa Castells y Valls Pasola (2005), quienes proponen diferentes tipos de organizaciones, como por ejemplo: a) por especialidades científicas, b) por proyectos, c) por líneas de productos, y d) matricial. Cada una de estas presenta ventajas y desventajas en su aplicación cuando se comparan entre sí. Esto va a depender de diversas variables, tales como: tipo, formación y capacitación del personal; orientación de la institución, etcétera.

El presente trabajo propone el estudio del caso de una empresa de base tecnológica que implementa en su sistema productivo importantes desarrollos que constituyen innovaciones, tanto en los procesos de producción como en los productos diseñados y fabricados. La empresa considerada es una sólida compañía dedicada al diseño, desarrollo y fabricación de equipos para procesar y empaquetar productos destinados a la industria alimenticia. La compañía cuenta con un perfil global y está en permanente expansión; prestigiosas empresas nacionales e internacionales cuentan con diferentes equipos diseñados y fabricados por ella.

Asimismo, el trabajo presenta el desarrollo de una estructura organizativa dirigida a la innovación para la empresa en estudio y que orienta su sistema de producción al tipo proyecto de ingeniería. Este punto plantea los siguientes objetivos: 1) reubicar en el esquema organizativo actual de la empresa el departamento de I+D (Investigación y Desarrollo Tecnológico); y 2) proponer en el nuevo esquema un departamento de I+D integrado a un sistema productivo basado en la ingeniería concurrente, lo cual posibilitará lograr grandes beneficios mediante la optimización del tiempo y mejorar el aprovechamiento de los recursos humanos utilizados.

El trabajo se va a organizar de esta manera: en la siguiente sección se presentan los fundamentos de diseño de las estructuras organizativas para empresas con producción del tipo flexible. Luego, se describe el departamento de investigación y desarrollo (I+D) y su importancia para la innovación tecnológica en la empresa. Posteriormente, se muestra la formulación del modelo organizativo actual de la empresa destacando la ubicación que tiene el departamento de I+D, y a continuación se presenta la nueva estructura organizativa con un departamento de I+D integrado a un sistema productivo basado en la ingeniería concurrente. Finalmente, se muestran las conclusiones del trabajo.

2. DISEÑO DE LA ESTRUCTURA ORGANIZATIVA PARA UNA EMPRESA BASADA EN PRODUCCIÓN FLEXIBLE

De acuerdo con Fernández Sánchez (2005), la estructura organizativa resulta de un proceso de división del trabajo entre los miembros de una organización y de establecer los mecanismos de coordinación de manera de integrar el trabajo de dichos miembros. Esta estructura se tiene que adaptar a la estrategia competitiva ya que cada diseño organizativo genera determinadas conductas y resultados. Asimismo, la estructura configura el marco en el que se desarrollan los procesos internos de la empresa, como el de toma de decisiones, que lo transforma en un elemento determinante del comportamiento empresarial.

El diseño de la estructura organizativa incluye tres elementos: a) un sistema vertical de relaciones formales que determina la línea jerárquica de autoridad; b) la agrupación horizontal de tareas en departamentos, y c) los mecanismos de integración no basados en la supervisión directa, los cuales facilitan la coordinación de las personas y departamentos. A continuación, se propone presentar en forma descriptiva los puntos sobresalientes de la propuesta de Fernández Sánchez (2005) resaltando las agrupaciones vertical y horizontal de la estructura, que servirá de base para la generación, en una sección posterior, del modelo de organización para la innovación tecnológica del caso de estudio contemplado en el presente trabajo.

2.1 La agrupación vertical de la estructura

La agrupación vertical de la estructura consiste en especificar las relaciones de dependencia que vinculan a las personas y a los departamentos de una organización. Está formada por cuatro componentes: *la jerarquía, la centralización, la formalización y la complejidad.*

La *jerarquía* está relacionada con la cadena de mando y el alcance del control. La cadena de mando consiste en el canal formal que permite definir la línea de autoridad que relaciona a todas las personas de la organización, desde la cima hasta la base, e indica la forma en la cual están vinculadas. Una jerarquía plana o achatada se caracteriza por tener pocos niveles jerárquicos; para el caso en estudio, esto favorece el flujo de información. De esta forma se evita tener una jerarquía muy pronunciada y, así, la posibilidad de ahogar la innovación, ya que para dar el visto bueno a una idea innovadora generada en la base de la pirámide, se necesita que los diferentes niveles jerárquicos aprueben su implantación, hasta llegar a la alta dirección, de forma que un solo “no” puede bloquear la innovación.

La *centralización* hace referencia al nivel de la jerarquía con autoridad para la toma de decisiones. Por su parte, la descentralización es un proceso de distribución de autoridad en la organización que consiste en delegar autoridad a los niveles más bajos de ella, por lo que estos disponen de mayor autoridad en la toma de decisiones. Entre las ventajas de la

descentralización, se encuentran: reducción de la sobrecarga de información en la alta dirección, por lo que se dispone de más tiempo para las decisiones estratégicas; los trabajadores están más motivados al disponer de mayor poder y la toma de decisiones es más ágil y eficaz al estar descentralizada en los niveles mejor informados.

La *formalización* se refiere a reglas, procedimientos y documentación escrita. Una elevada formalización limita la autonomía de las personas y les impide realizar actividades diferentes, lo que ahoga la creatividad.

La *complejidad* se refiere al número de niveles en la jerarquía (diferenciación vertical), de departamentos (diversidad horizontal) y de dispersión en el espacio de las tareas y el personal (dispersión espacial). La diferenciación horizontal abarca la departamentalización, la especialización en el puesto de trabajo y la profesionalización de la organización. La diferenciación vertical está relacionada con la jerarquía, mientras que la dispersión espacial se determina contando el número de localizaciones donde una organización tiene oficinas o plantas. Una mayor complejidad presenta problemas de coordinación y control. La complejidad facilita la innovación ya que se apoya en una mayor variedad de especialistas que, a su vez, proporcionan acceso a una base más amplia de conocimiento, lo que facilita la propagación cruzada. De igual forma, una elevada preparación profesional apoya el desarrollo de innovaciones.

2.2 La agrupación horizontal de la estructura

La estructura funcional es bastante común en una base horizontal usada para agrupar las tareas en unidades organizativas. Esta presenta dos rasgos diferenciales; por un lado, agrupa las actividades en departamentos de acuerdo con el uso de habilidades, conocimientos y recursos semejantes y, por el otro, presenta una coordinación centralizada de los diversos departamentos. Esto significa que la organización tiende a centralizarse mucho ya que cada departamento depende enteramente de los otros.

La mayor ventaja de esta estructura es la especialización de las actividades que promueve, lo cual permite las siguientes ventajas para el caso bajo estudio: a) emplear con eficiencia los recursos limitados; b) desarrollar el efecto experiencia; c) fomentar el aprendizaje en profundidad de los expertos de cada materia (al estar agrupados mantienen numerosos contactos entre ellos) facilitando la transmisión del conocimiento tácito; d) realizar una supervisión más eficaz; e) asignar con nitidez las responsabilidades a cada operario; y f) conseguir una comunicación intradepartamental eficaz que se ve facilitada como consecuencia de la existencia de un conocimiento y lenguaje básicos comunes.

Entre sus inconvenientes se destacan los derivados de la especialización. Cada departamento puede terminar preocupándose en exclusiva de sus objetivos particulares y

desatender los de la empresa. Puede inhibir la innovación, ya que esta necesita una visión integradora e interfuncional de la organización. Parece adecuado cuando el entorno es estable y se desea ejercer un estrecho control sobre sus procesos y operaciones.

Por otro lado, no resulta conveniente la utilización de una estructura horizontal del tipo divisional que surge como un intento de superar los problemas de la estructura funcional a la hora de afrontar los problemas derivados de la diversificación, puesto que el caso de la empresa bajo estudio orienta su producción a un sistema del tipo ingeniería a la orden (Engineering to Order, ETO) y, por lo tanto, no se presenta el problema que se produce por la diversificación ya que el sistema productivo diseña, fabrica y ensambla un producto único por vez.

Las formas puras de estructuras básicas no suelen encontrarse en la realidad. Es muy usual, por ejemplo, que una empresa mantenga una estructura funcional para sus actividades domésticas y haya creado una división para coordinar su actuación internacional. La combinación de funciones y divisiones es útil también para potenciar actividades de innovación.

3. EL DEPARTAMENTO DE I+D

Actualmente la empresa bajo estudio cuenta con un departamento de I+D que, por un lado, se dedica a la optimización y mejora continua de los procesos de producción y, por el otro, a la generación de nuevos productos que cumplen con todos los requerimientos fijados por el cliente. Por esta razón, la producción utiliza la estrategia denominada ingeniería a la orden (ETO) y, de esta manera, se puede decir que el departamento de I+D de la empresa lleva adelante innovaciones tecnológicas de los tipos denominados innovación de procesos e innovación de productos.

Según Fernández Sánchez (2005), la creación de este tipo de departamentos especializados, que supone la profesionalización de las actividades investigadoras, constituye una respuesta institucionalizada al complejo problema que supone la gestión y organización del acoplamiento de las capacidades tecnológicas y del mercado. La innovación eficaz es únicamente posible si el departamento tiene el número y el tipo adecuado de personal. Para ciertas clases de innovación es importante disponer de un número mínimo de personas, que dependerá de su nivel de experiencia y del soporte técnico que la empresa proporcione. Los líderes de los departamentos de I+D eficaces comparten cuatro cualidades: a) buena reputación como científicos e ingenieros y como directivos experimentados; b) capacidad para integrar el departamento a la red existente de I+D de la empresa; c) conocimiento cabal de las tendencias tecnológicas, y d) capacidad para superar las barreras formales al intentar acceder a nuevas ideas en las universidades locales y en las comunidades científicas. El departamento de investigación puede perseguir nuevos logros científicos en la forma de productos y procesos radicales y/o mejorar las tecnologías en uso y buscarles nuevas aplicaciones. En algunos casos, también persigue levantar barreras a la

imitación. Para ello, investigan y patentan toda posible variación de un equipo con la finalidad de evitar una usurpación futura por parte de la competencia.

La ubicación del departamento de I+D en la estructura organizativa de la empresa depende de la importancia que esta le concede y puede oscilar desde la responsabilidad directa ante el presidente de la empresa hasta la responsabilidad frente a un jefe de departamento. En el caso de la empresa bajo estudio, el departamento de I+D tiene un importante lugar en el esquema funcional, que muestra la Figura N° 1, que coincide con una responsabilidad directa ante el presidente de la compañía.

A continuación, se describen dos aspectos interesantes que pueden darse en un departamento de I+D. Por un lado, el análisis de la especialidad frente al proyecto y, por el otro, la diferencia de la centralización versus la descentralización.

3.1 Especialidad versus proyecto

Una cuestión importante respecto al departamento de I+D es determinar si la estructura debe estar organizada por especialidades científicas o por proyectos de investigación. En la organización por especialidades, los científicos o ingenieros técnicos se agrupan según las diferentes disciplinas técnicas. La innovación suele producirse con mayor frecuencia como resultado de la combinación de los avances en varias disciplinas y tecnologías, que frecuentemente carecen de relación entre sí. Por su parte, en la organización orientada por proyectos de investigación, los investigadores o ingenieros técnicos están agrupados de acuerdo con el tipo de producto que debe desarrollarse. Facilitan el control de la investigación y desarrollan aquellos proyectos que están lo suficientemente descritos y sus objetivos están bien definidos. Para el caso de la empresa en estudio, dado que su sistema productivo está orientado a proyectos y a la estrategia ETO, y que el tiempo de desarrollo del producto es breve y la velocidad de cambio tecnológico no es muy elevada, el departamento de I+D adopta una estructura organizada por proyectos de investigación. En este caso, al frente de cada proyecto está un director, que actúa de coordinador de los especialistas que colaboran en cada equipo de trabajo. El director de proyecto, cuya función consiste en asegurar la conclusión de este, suele ser un especialista en la tecnología que mayor contribución presta al proyecto. De esta manera, se propone en el modelo organizacional, según puede verse en la Figura N° 2, que los investigadores o ingenieros técnicos dependan del director de proyecto directamente, que en este caso coincide con la figura del director del Departamento de Ingeniería. La selección de la estructura departamental es también una función de la complejidad de la tecnología, es decir, de cuánta coordinación de actividades se requiere y con qué frecuencia. Estas exigencias de coordinación son función del grado de interrelación de los diferentes componentes del producto. Cuanta más coordinación necesite una empresa, más querrá utilizar la estructura de proyecto.

El director de proyecto se identifica completamente con su proyecto y, para el caso en estudio, dispone de autoridad jerárquica directa sobre todos los miembros del proyecto.

La rapidez con que se vuelve obsoleto el proyecto de investigación de innovación está en función de tres factores: a) la velocidad de cambios de la tecnología base, b) la duración del proyecto, y c) la complejidad de la tecnología que se está desarrollando, la cual está en función de las tecnologías que la componen y de las interacciones que mantienen. Por tanto, deben tenerse en cuenta estos tres factores para que la organización por proyectos en el caso de la empresa en estudio resulte eficaz.

3.2 Centralización versus descentralización

Una empresa diversificada debe decidir entre mantener un departamento de I+D centralizado desde el que se transfiere la tecnología a las diferentes divisiones o mantener diversos departamentos descentralizados, normalmente uno por cada división, o ambos, con las ventajas e inconvenientes que conlleva cada una de estas opciones. Entre las causas que impulsan la idea de tener un único departamento de I+D centralizado se encuentran: el diseño de productos globales, que se comercializan con la misma forma y características en los diferentes mercados en los que participa la empresa; la necesidad de proteger la tecnología específica de la empresa: el minimizar los costos de coordinación y control de la investigación y desarrollo. Por otro lado, al existir un único departamento, resulta más fácil la supervisión, por lo que se reducen los costos administrativos. También se evita la duplicación de trabajos que interesan a más de una división, se facilita la formación de grupos de investigación utilizando las especialidades necesarias y se orienta la investigación hacia los productos que crean nuevos mercados y definen la forma de competir.

En el caso de la empresa en estudio, puede verse en la Figura N° 1 un esquema de departamento de I+D centralizado bajo un esquema organizativo del tipo funcional, en el cual se encuentra al mismo nivel que otros departamentos tales como: Compras, Ventas, Departamento de Ingeniería-Dirección de Proyectos, Ingeniería de Calidad, Comercio Exterior, Administración y Gerencia General.

4. EL MODELO DE ESTRUCTURA ORGANIZATIVA PARA LA INNOVACIÓN

4.1 Aspectos técnicos de la empresa

En la empresa existen aspectos técnicos destacables que permiten comprender las políticas de producción que allí se utilizan y, así, se pueden analizar los distintos enfoques propuestos en los sistemas de manufactura implementados. En referencia a los productos finales, la empresa

enfoca su producción en un sistema denominado tipo proyecto. De esta forma, la compañía produce equipos individualizados que se acoplan a los requerimientos específicos de cada cliente. Adoptando el sistema tipo proyecto, la estrategia de producción utilizada se conoce como Ingeniería Bajo Pedido (ETO) y está basada en dos factores críticos que coinciden: el tiempo de espera del cliente, por un lado, y el tiempo de entrega del producto manufacturado, por el otro (Rehg y Kraebber, 2005).

Asimismo, la visión estratégica adoptada por la empresa en relación con sus posibilidades comerciales dentro del sistema globalizado actual hace que se coincida en la elección de la estrategia de producción Ingeniería Bajo Pedido debido a la importante ventaja competitiva que resulta producir equipos de procesamiento y empaque para alimentos satisfaciendo las necesidades y características particulares de cada cliente, algo que las empresas competidoras de orígenes asiáticos o europeos, en su gran mayoría, no explotan puesto que enfocan su producción hacia la estrategia conocida como Fabricación Bajo Pedido (Make To Order, MTO) o Ensamble Bajo Pedido (Assemble To Order, ATO) en la que se puede producir una mayor cantidad de equipos estándares a costos que a la empresa en estudio le resultaría difícil competir.

Puede agregarse que los subproductos intermedios que forman el equipo o producto final son en un elevado porcentaje producidos en la planta empleando otros sistemas de producción. Entre los sistemas productivos utilizados para elaborar los subproductos se encuentran, en primer lugar, los talleres de trabajo que procesan y maquinan dichos subproductos y, en segundo lugar, se dispone de un sistema de producción en línea, el cual se utiliza para realizar los montajes de los diversos componentes que constituirán el equipo de procesos o empaque pedido por el cliente empleando para ello un *layout* basado en un sistema de posición fija.

En referencia al sistema de producción de *talleres de trabajo*, se puede mencionar que este se destaca por su bajo volumen de producción. Por lo general, la materia prima es comprada a medida que es requerida y los trabajadores deben ser altamente calificados y con demostradas habilidades. También exige que los procesos sean flexibles debido a la gran variedad en los diseños. En relación con el *procesamiento en línea*, se puede mencionar que dicho sistema tiene características distintivas como, por ejemplo, que el producto tiene diferentes opciones o modelos y que normalmente existe un inventario de subensambles. Asimismo, el equipo de manufactura tiende a ser altamente especializado y costoso, y requiere escasa mano de obra, la cual tiende a ser no calificada (Heizer y Render, 2009; Krajewski *et al.*, 2008, Regh y Kraebber, 2005).

4.2 Estructura actual

Luego de realizar estudios y de analizar la empresa, se pudo determinar su actual estructura organizativa en la que puede destacarse la existencia de un Departamento de I+D, según se puede observar en la Figura N° 1. Puede verse también en dicho modelo de estructura la presencia de algunos departamentos como el de Ingeniería-Dirección de Proyectos, el cual es el encargado de llevar adelante el proyecto de fabricación del equipo según las especificaciones propuestas por el cliente. El proyecto de fabricación incluye: 1) el diseño del equipo y de las subpartes que lo van a conformar; 2) la fabricación del equipo y las subpartes, y de la asignación de las máquinas en las que se van a llevar adelante los mencionados procesos y las operaciones para realizarlos; 3) el esquema de ensamble de todas las subpartes; y 4) el desarrollo del sistema de automatización que va a constituir el control de todo el equipo y que le permitirá al cliente poder ajustar todas sus necesidades de producción o empaque, según hayan sido sus especificaciones al comienzo del proyecto.

En relación con el Departamento de I+D con el que cuenta la empresa en la actualidad, puede decirse que no depende del Departamento de Ingeniería-Dirección de Proyectos; puede verse en la Figura N° 1 que la estructura de la empresa es de base horizontal del tipo funcional ya que están agrupadas en departamentos las diferentes actividades y se dispone de una coordinación centralizada de los distintos departamentos, esto significa que la organización tiende a centralizarse mucho ya que cada departamento depende de los otros. Por esta razón, pudo detectarse que muchas de las innovaciones que pueden llevarse a cabo, tanto en los procesos productivos como en los productos, terminan apareciendo de manera desarticulada y muchas veces llegan desfasadas debido a que ambos departamentos no trabajan coordinadamente, algo que sí sucede en un sistema productivo basado en la Ingeniería Concurrente, en el que la característica de vincular al personal de diseño con el de manufactura, el de marketing y el de comercialización trae grandes beneficios al conjunto y permite optimizar los desperdicios de tiempos y aprovechar mejor los recursos humanos. En este caso, el aporte proveniente de la investigación y desarrollo también se encuentra afectado a causa de esta desarticulación y su ineficiente participación en los procesos antes mencionados de diseño y de manufactura.

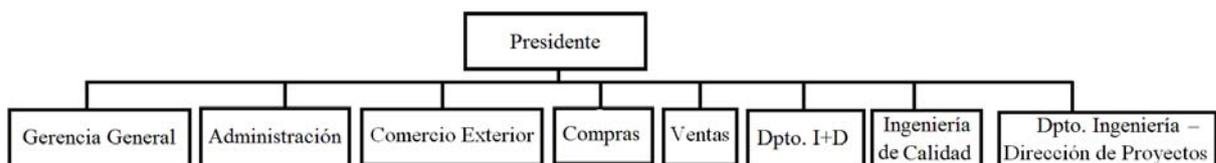


Figura N° 1. Estructura organizativa actual de la empresa. Fuente: Elaboración propia.

4.3 Estructura propuesta

Como se mencionara en una sección precedente, a continuación se describen los fundamentos escogidos siguiendo el planteo general de Fernández Sánchez (2005), quien propone que el diseño de la estructura organizativa incluya tres elementos: el *sistema vertical* que determina la línea jerárquica de autoridad; la *agrupación horizontal* de tareas en departamentos y los *mecanismos de integración* no basados en la supervisión directa. De estos, se tomarán los dos primeros para generar el modelo de la estructura organizativa de la empresa.

En relación con la agrupación vertical de la estructura organizativa, para el componente *jerarquía* se propone una del tipo plana o achatada, caracterizada por tener pocos niveles jerárquicos, que para el caso de la empresa bajo estudio va a favorecer el flujo de información y así se evita tener una jerarquía muy pronunciada y la posibilidad de ahogar la innovación.

El segundo componente de la agrupación vertical es la *centralización* y la descentralización. Para el caso en estudio, se elige una estructura con algunas funciones centralizadas (Departamentos de Compras, Ventas, Comercio Exterior, Marketing, Administración, Gerencia General). En el caso del Departamento de I+D se propone una descentralización con las ventajas propias de un esquema de este tipo: reducción de la sobrecarga de información en la alta dirección que dispone de más tiempo para las decisiones estratégicas; al disponer de mayor poder, los trabajadores están más motivados y la toma de decisiones es más ágil y eficaz al estar descentralizada en los niveles mejor informados.

El tercer componente es el de *formalización* y se refiere a reglas, procedimientos y documentación escrita. Para el caso en estudio se propone una formalización fijada por el director del Proyecto según sean los requerimientos del cliente puesto que el sistema productivo está orientado a la Ingeniería a la Orden; de esta manera, se permite una importante flexibilidad y se fomenta la creatividad.

La *complejidad* (cuarto componente) se refiere al número de niveles en la jerarquía (diferenciación vertical), de departamentos (diversidad horizontal) y de dispersión en el espacio de las tareas y el personal (dispersión espacial). Para este componente se propone un número bajo y razonable de niveles.

Respecto de la agrupación horizontal de la estructura de modelo, se elige una estructura del tipo funcional, la cual es bastante común en una base horizontal utilizada para agrupar las tareas en unidades organizativas. La estructura funcional presenta dos rasgos diferenciales: agrupa las actividades en departamentos de acuerdo con el uso de habilidades, conocimientos y recursos semejantes y presenta una coordinación centralizada de los distintos departamentos. Esta estructura se suele encontrar en empresas medianas o en aquellas con una gama de productos relativamente pequeña, que es el caso de la empresa en estudio. Como se mencionara en una sección precedente, la estructura funcional tiene la gran ventaja de la especialización de las actividades que promueven, como así también otras ventajas para el caso en estudio: a) emplear con eficiencia los recursos limitados; b) desarrollar el efecto experiencia; c) fomentar el

aprendizaje en profundidad de los expertos de cada materia facilitando la transmisión del conocimiento tácito; d) realizar una supervisión más eficaz; e) asignar con nitidez las responsabilidades a cada trabajador, y f) conseguir una comunicación intradepartamental eficaz que se ve facilitada como consecuencia de la existencia de un conocimiento y lenguaje básicos comunes. Respecto de la desventaja que puede hallarse en este tipo de estructura, existe la posibilidad de inhibir la innovación ya que esta necesita una visión integradora e interfuncional de la organización, aunque en la empresa, al no ser tan grande en cuanto al número de departamentos ni a la cantidad de niveles jerárquicos, no sería riesgosa esta posibilidad que se presenta en organizaciones más complejas.

Por otro lado, no resulta necesaria una estructura horizontal del tipo divisional, que surge como un intento de superar los problemas de la estructura funcional a la hora de afrontar los problemas derivados de la diversificación, puesto que el caso de la empresa en estudio orienta su producción a un sistema del tipo ETO y, por lo tanto, no se presenta el problema que se produce por diversificación ya que el sistema productivo diseña, fabrica y ensambla un único producto por vez.

Una cuestión importante para el caso de la empresa en estudio respecto al departamento de I+D, que fuera descrita en una sección anterior, es que se ha elegido una estructura organizada por proyectos de investigación dado que su sistema productivo está orientado a proyectos y a la estrategia ETO. Además, el tiempo de desarrollo del producto es breve y la velocidad de cambio tecnológico no es muy elevada; de esta manera, el departamento de I+D adopta una estructura organizada por proyectos de investigación. De esta forma, se propone en el modelo organizacional, según puede verse en la Figura N° 2, que los investigadores o ingenieros técnicos dependan del director de proyecto directamente, el cual es, a su vez, el director del Departamento de Ingeniería. También se recuerda que la selección de la estructura departamental es una función de la complejidad de la tecnología, es decir, de cuánta coordinación de actividades se requiere y con cuánta frecuencia. Estas exigencias de coordinación están en función del grado de interrelación de los diferentes componentes del producto. Cuanta más coordinación necesite una empresa, más querrá utilizar la estructura de proyecto.

En relación con el punto vinculado con la centralización o descentralización del Departamento de I+D, puede recordarse algunos puntos descriptos en una sección anterior y que una empresa diversificada debe decidir entre mantener un departamento de I+D centralizado desde el que se transfiere la tecnología a las diferentes divisiones o mantener diversos departamentos descentralizados. El diseño de productos globales, que se comercializan con la misma forma y características en los diferentes mercados de la empresa. La necesidad de proteger la tecnología específica de la empresa. Minimizar los costos de coordinación y control de la I+D. Al existir un único departamento, resulta más fácil la supervisión, por lo que se

reducen los costos administrativos. En el caso de la empresa en estudio, puede verse en la Figura N° 1 un esquema de departamento de I+D centralizado bajo un esquema organizativo del tipo funcional, en el cual se encuentra al mismo nivel que otros departamentos tales como, Compras, Ventas, Marketing, Administración – Planificación Estratégica, Gerencia General, Comercio Exterior y el de Dirección de Proyectos – Departamento de Ingeniería.

En la Figura N° 2 puede apreciarse la estructura de organización propuesta que contempla la reubicación, en la estructura organizativa de la empresa bajo estudio, del Departamento de I+D. En este sentido, se muestra cómo se lo puede incorporar al Departamento de Ingeniería-Dirección de Proyectos de manera que la investigación y el desarrollo se realicen bajo la supervisión directa de este último, lo que posibilita una mejor articulación de los procesos de diseño, manufactura e innovación tecnológica gestionados por el Departamento de I+D. De esta forma se logra articular todo el sistema productivo orientado a proyectos con estrategia ETO en un esquema de Ingeniería Concurrente y se pueden lograr las ventajas que previamente se comentaron (ver Figura N° 3).

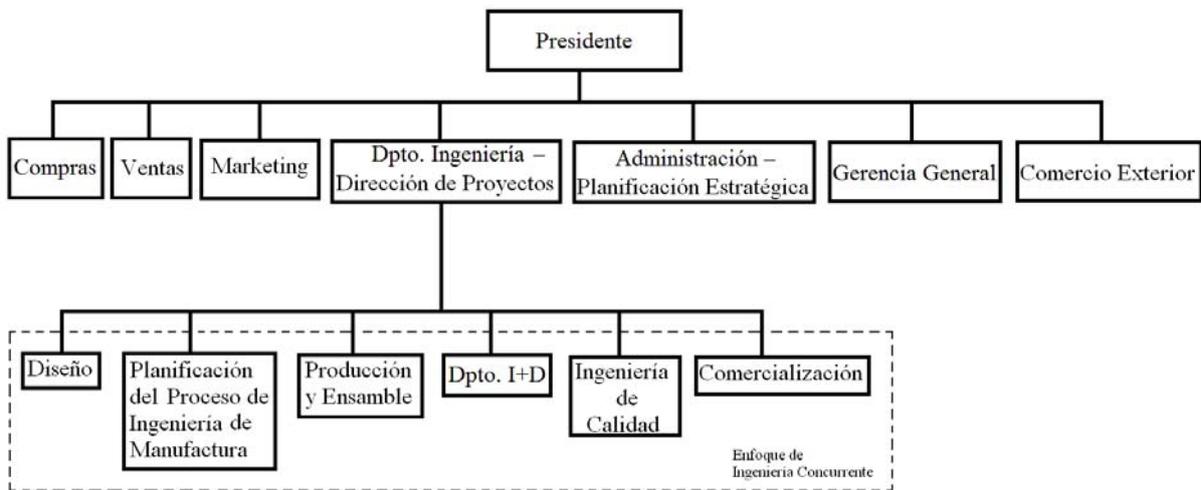


Figura N° 2. Estructura organizativa propuesta. Fuente: Elaboración propia.

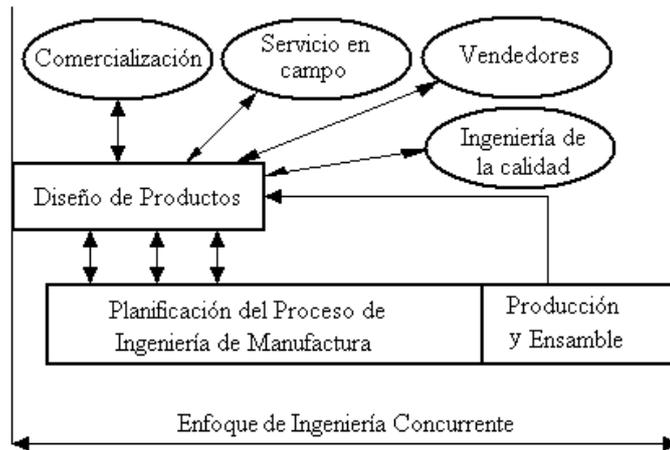


Figura N° 3. Enfoque organizativo de Ingeniería Concurrente. Fuente: Groover (2008).

5. CONCLUSIONES

La estructura organizativa propuesta resulta ser una alternativa viable para ser aplicada. La *agrupación vertical* de la estructura organizativa que se propone *es del tipo plana*, la cual se caracteriza por sus pocos niveles jerárquicos y en la empresa en estudio favorecerá el flujo de información; así se evita una jerarquía pronunciada y la posibilidad de ahogar la innovación. Se elige una estructura con algunas funciones centralizadas (departamentos de Compras, Ventas, Comercio Exterior, Marketing, Administración, Gerencia General). En el caso del *Departamento de I+D se propone una descentralización* que tiene como ventajas la reducción de la sobrecarga de información en la alta dirección, que dispone de más tiempo para las decisiones estratégicas; al estar descentralizada en los niveles mejor informados, la toma de decisiones es más ágil y eficaz. Para el caso en estudio se propone una formalización fijada por el director del proyecto según sean los requerimientos del cliente, dado que el sistema productivo está orientado a la ingeniería a la orden (ETO), y así se permite una importante flexibilidad y se fomenta la creatividad. Para el componente complejidad se propone un número bajo y razonable de niveles.

En referencia a la *agrupación horizontal de la estructura de modelo*, se elige una *estructura del tipo funcional*. Esta presenta dos rasgos diferenciales: agrupa las actividades en departamentos de acuerdo con el uso de habilidades, conocimientos y recursos, y presenta una coordinación centralizada de los distintos departamentos. Esta estructura funcional tiene la gran ventaja de la especialización de las actividades que promueven y también, otras ventajas para el caso en estudio: uso con eficiencia de los recursos limitados; el fomentar el aprendizaje en profundidad de los expertos de cada materia facilitando la transmisión del conocimiento tácito;

el realizar una supervisión más eficaz; el asignar con nitidez las responsabilidades a cada trabajador y el conseguir una comunicación intradepartamental eficaz.

Para el departamento de I+D se ha elegido una *estructura organizada por proyectos de investigación* dado que su sistema productivo está orientado a proyectos y a la estrategia ETO. Además, el tiempo de desarrollo del producto es breve y la velocidad de cambio tecnológico no es muy elevada, de esta manera el departamento de I+D adopta una estructura organizada por proyectos de investigación.

La estructura de organización propuesta contempla la reubicación del Departamento de I+D y su incorporación al Departamento de Ingeniería-Dirección de Proyectos, de manera que la investigación y el desarrollo se realicen bajo la supervisión directa de este último, lo que posibilita una mejor articulación de los procesos de diseño, manufactura e innovación tecnológica, todos gestionados por el Departamento de I+D. De esta forma, se logra articular todo el sistema productivo orientado a proyectos con estrategia ETO en un esquema de Ingeniería Concurrente.

REFERENCIAS

Escorsa Castells, P. y J. Valls Pasola (2005). *Tecnología e innovación en la empresa*, México, Alfaomega-Edicions UPC, 2ª ed.

Fernández Sánchez, E. (2005). *Estrategia de innovación*, Madrid, Thomson

Groover, M. (2008). *Automation, Production Systems, and Computer Integrated Manufacturing*, Nueva Jersey, Prentice Hall, 3ª ed.

Heizer, J. y B. Render (2009). *Principios de administración de operaciones*, México, Pearson-Prentice-Hall, 7ª ed.

Hodge, B., W. Anthony y L. Gales (2003). *Teoría de la organización. Un enfoque estratégico*, México, Pearson Educación, México, 6ª ed.

Krajewski, L., K. Malhotra Manoj y L. Ritzman (2008). *Administración de operaciones: procesos y cadenas de valor*, México, México, Pearson Educación, 8ª ed.

Rehg, J. y H. Kraebber (2005). *Computer Integrated Manufacturing*, Nueva Jersey, Pearson-Prentice-Hall, 3ª ed.

REFLEXIÓN Y APRENDIZAJE COMO BASE DE LA PROACTIVIDAD

*Urrutia, Silvia B.
Paravié, Diana I.
Rovhein, Claudia A.
Roark, Geraldina
Jaureguiberry, Mario E.*

Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Facultad de Ingeniería

De un riguroso análisis de la información recopilada por el grupo de investigación del Departamento de Ingeniería Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires y de sus reportes publicados, se cuenta con antecedentes relevantes para profundizar en los motivos que caracterizan el comportamiento de las pymes industriales de Olavarría. Tal caracterización muestra que la evolución del sistema de gestión empresarial está rezagada con respecto a la gestión basada en procesos. El conjunto de prácticas habituales de estas empresas se condice con una gestión en la que no han logrado sistematizar sus actividades, identifican y formalizan insuficientemente sus procesos y son escasos los registros de seguimiento y medición. Lo que permite arribar a que el proceder de las empresas frente a su gestión empresarial manifiesta un comportamiento meramente reactivo cuya causa es el modelo mental de sus dirigentes. Finalmente, haciendo uso del modelo del comportamiento organizacional, se percibe el camino que conduce a la organización hacia la proactividad y se sugiere que el empresario adopte la reflexión como base del aprendizaje de la dinámica de su empresa.

PLANTEO DE LA SITUACIÓN Y OBJETIVOS

La manera de gestionar las actividades empresariales es un factor decisivo para la permanencia de una empresa en el mercado a largo plazo.

Si las empresas quieren sobrevivir, tienen que operar con flexibilidad y dinamismo, entender y adaptarse a las necesidades presentes y futuras de sus clientes e incluso sobrepasar sus expectativas.

Los principios y herramientas de gestión han evolucionado desde la década de los setenta pasando de la planificación estratégica a la dirección estratégica y finalmente, en los noventa, a la gestión basada en procesos. Algunas empresas líderes en gestión sostienen que, aun siendo importante disponer de directrices estratégicas, la ventaja competitiva es más duradera si está basada en los procesos operativos y de gestión. Los procesos se gestionan incorporando actividades de medición, análisis y mejora (Pérez Fernández de Velasco, 2007).

Es de interés particular preguntar, en las pequeñas y medianas empresas de Olavarría, qué conocimientos se aplican como herramienta de gestión para ayudarles a mejorar su eficacia y su competitividad.

Según un estudio realizado por Corres *et al.*, “Análisis de factores relevantes en la gestión de calidad en pymes de un consorcio regional argentino”, un número importante de empresas de Olavarría parece cumplir con las consideraciones establecidas por las Normas ISO 9000: 2000. Pero, concluyen en su reporte, ese cumplimiento es parcial pues tanto la filosofía de la gestión total de la calidad como la cultura de la mejora continua inherente a ella se manifiestan e implementan insuficientemente en las organizaciones analizadas.

Dado que la norma impulsa el enfoque de procesos como forma de gestionar las actividades y los recursos para alcanzar los resultados eficientemente, el resultado de este diagnóstico puede ser tomado como antecedente para el presente estudio representando la calidad del sistema y el conjunto de medios y procedimientos que dan soporte a la gestión.

Simultáneamente, la gestión se soporta en una estructura organizativa, una asignación de responsabilidades y de recursos que, junto con los procesos y procedimientos adecuados, permite alcanzar los objetivos (Sanguesa, 2006).

Es oportuno preguntar: las pymes industriales de Olavarría ¿usan herramientas para planificar, evaluar y controlar su gestión?, ¿conocen y controlan todos sus procesos?, ¿orientan sus recursos hacia el logro de la satisfacción del cliente?, ¿involucran al personal primando en los aspectos humanos?, ¿cuentan con un sistema estructurado e integrado para alcanzar los objetivos?, ¿emprenden una orientación sistemática hacia la mejora continua?, ¿la información es suficientemente precisa y fiable?, ¿usan la información para tomar decisiones?, ¿cómo enfrentan sus problemas?

La exhaustiva investigación realizada hasta el momento por el grupo de investigación del Departamento de Ingeniería Industrial de la Facultad de Ingeniería de la UNCPBA ha permitido tener una caracterización abarcativa de las pymes industriales de la ciudad de Olavarría. Los resultados de esas investigaciones, en sus publicaciones Corres *et al.*, 2006, y Urrutia *et al.*, 2006, concluyen que la realidad diaria a la que han de enfrentarse las pymes genera incertidumbre, característica persistente al tener un pequeño número de clientes y recursos limitados, lo que las sumerge en un estado que les dificulta su supervivencia y desarrollo.

Constantemente, el entorno cambiante presiona a las pymes no solo para que adopten decisiones estratégicas, sino también para que incorporen nuevas prácticas de gestión para llevar a cabo una implementación exitosa de dichas decisiones.

Las debilidades identificadas en las pymes de Olavarría en materia de gestión hablan de la falta de formalización de las actividades de planificación estratégica, de la ausencia de planes escritos, proyecciones, metas, de que no conocen ni formalizan sus procesos. Afirmación fundamentada en que el diagnóstico no solo representa el cumplimiento de los requisitos

exigidos por la norma y el estado de situación de las pymes sobre calidad y su gestión, sino que también refleja la metodología y tratamiento dado a las actividades de gestión empresarial, ya que las organizaciones son tan eficientes como lo son sus procesos.

A partir de aquí, surge la necesidad de conocer si estas características se deben a causas vinculadas con el comportamiento organizacional y la dinámica operativa. Si el liderazgo, las políticas, la estructura, la cultura son partes componentes del sistema que interactúan a favor o en contra de la implementación de una estrategia. Si la ausencia de reflexión sobre sus actos no permite el aprendizaje y la mejora de su gestión. En definitiva, establecer cuáles son los conceptos básicos que contribuyen al resultado final.

De este modo, el presente trabajo plantea:

- Reconocer el conjunto de acciones, prácticas habituales y decisiones que las pymes industriales de Olavarría realizan en su proceso de gestión empresarial.
- Analizar las causas generadoras de la gestión que caracteriza a las pymes industriales de Olavarría.
- Determinar los diferentes ejes en los cuales es primordial comenzar a actuar para encaminarse hacia la proactividad.

MARCO TEÓRICO

Evolución de los principios y herramientas de gestión

La base sobre la que se ha sustentado la gestión de las empresas ha ido cambiando con el tiempo. La orientación tradicional hacia el producto y hacia el interior de la empresa se ha volcado al exterior, donde el protagonista es el cliente, se integra el personal y se mejoran continuamente los procesos.

Como se aprecia al final de la Figura N° 1, desde los noventa, la estrategia, como herramienta directiva, está plenamente vigente para la consecución de objetivos referidos a clientes, personas y empresa mediante su despliegue a través de un esquema de procesos clave (Pérez Fernández de Velasco, 2007).

EVOLUCIÓN DE LOS PRINCIPIOS Y HERRAMIENTAS DE GESTIÓN		
PERÍODO	TECNICA DE GESTIÓN	CARACTERÍSTICAS
50	Presupuestos de tesorería	Excesiva orientación interna Concepción simplista de la realidad
60	Planificación de la producción	Continuista: proyectiva Marketing
70	Planificación Estratégica	E → O Sólo mira fuera Muy poco participativa Entornos previsibles Trabajo de expertos Un nivel de estrategia Carencia de herramientas operativas (cómo)
80	Dirección Estratégica	E ←→ O Mira fuera y dentro Participan los directivos Entornos inestables Prevé adaptación Pensamiento estratégico Estrategia multinivel Desarrollar ventajas competitivas
90	Gestión de Calidad (Excelencia)	Estrategia: eficacia de los procesos Protagonista: <i>cliente</i> Participación de las <i>personas</i> Mejora continua procesos. Valor Añadido (Cliente y empresa). «Lo único constante es el cambio» Aprendizaje. Gestión del cambio Innovación. Gestión del conocimiento

Figura N° 1: Evolución de los principios y herramientas de gestión. Fuente: Pérez Fernández de Velasco, 2007.

El desarrollo de la organización

Es muy difícil obtener todo el beneficio que se esconde tras los requisitos de ISO 9001: 2008 si no se comprende el término gestión. Tradicionalmente se asociaba gestión con dirección, hoy se vincula más bien con planificación y evaluación. Ambas actividades pueden ser delegadas hasta los niveles operativos. El concepto de gestión lleva asociada la idea de acción para que los objetivos fijados se cumplan.

Según Pérez Fernández de Velasco (2007), gestionar es hacer adecuadamente las cosas, previamente planificadas, para conseguir objetivos; y comprobar posteriormente el nivel de consecución. Además, la gestión se basa en el uso de herramientas y en la idoneidad de estas reside en buena medida la eficacia de la gestión.

Para dar comienzo a una gestión eficaz, primero se debe asegurar una comprensión homogénea del concepto y, luego, adaptar las herramientas existentes a las características de la empresa y de sus personas.

Gestión es una capacidad y como tal se puede desarrollar. Pérez Fernández de Velasco sugiere una visión estratégica del desarrollo de la organización que se pueda ir construyendo permanentemente en el transcurso del tiempo. La Figura N° 2 se refiere a la evolución del

sistema de gestión formal de la empresa y consta de tres fases: sistematización de la gestión; consolidación y mejora continua del sistema de gestión; y hacia la excelencia en la gestión.

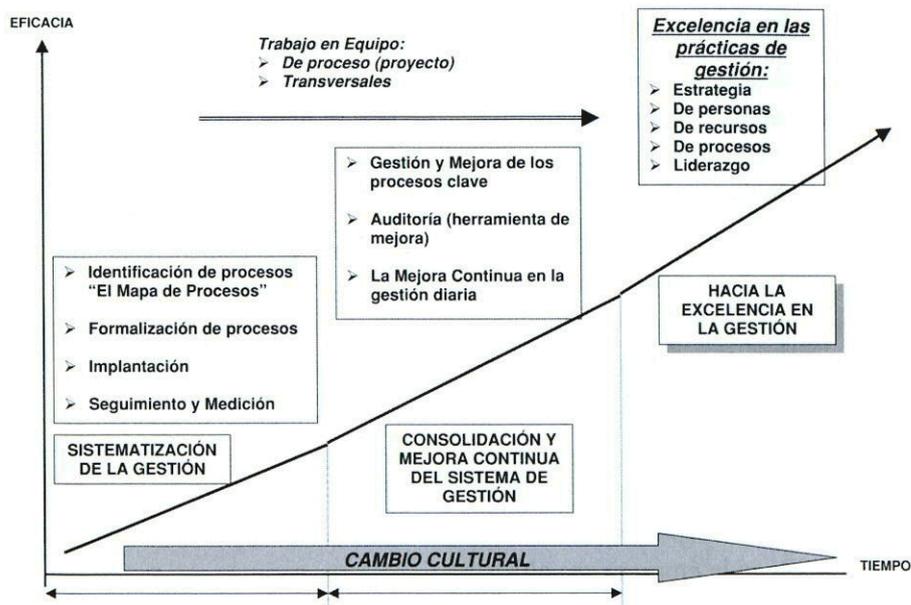


Figura N° 2: Visión estratégica del desarrollo de la organización. Fuente: Pérez Fernández de Velasco, 2007.

Esta visión estratégica del desarrollo de la organización permite segregar las dimensiones que se utilizarán para el análisis conceptual del presente trabajo. De este modo, la Figura N° 2 sirve como medio para definir en cuál de las tres etapas o fases están situadas las empresas de referencia. Conjuntamente, la Figura N° 1 aporta criterios para definir si sus herramientas de gestión se ajustan al enfoque por procesos o en contrapartida su evolución es reducida.

Al mismo tiempo, establecer si las herramientas están formalizadas y su uso sistematizado permite puntualizar si se hace una mera gestión reactiva, se reacciona frente a las desviaciones, o una auténtica gestión proactiva y de valor añadido. Esto último, justificado porque en el uso y en la idoneidad de las herramientas utilizadas a diario reside en buena medida la eficacia de la gestión.

Dinámica de sistemas

Las condiciones en que se desenvuelven las empresas han cambiado en la actualidad con el consiguiente impacto en la forma de conducción y la necesidad de involucrar nuevos conceptos y herramientas.

Dinámica de sistemas, aprendizaje organizacional, entre otros, son conceptos vinculados al pensamiento sistémico, que en los últimos años forman parte del lenguaje de las organizaciones.

La dinámica de sistemas ayuda a entender que no existen situaciones aisladas. Se vive en un mundo en el que cada acción se basa en condiciones presentes y que simultáneamente afecta al futuro, de manera que las condiciones modificadas pasan a ser la base de acciones futuras. El proceso no tiene inicio ni fin, sino infinitos loops de realimentación que interconectan personas y eventos (Serra, 2000).

El pensamiento sistémico exige considerar los factores que influyen sobre un suceso para entender cómo conceptos básicos contribuyen a un resultado final y animan a los participantes a actuar positivamente. Concebir el pensamiento sistémico permite aprender a ver el mundo de otra manera entendiendo relaciones, construyendo estructuras hasta llegar a una nueva perspectiva.

Una de las mejores herramientas de la dinámica de sistemas es su representación gráfica, Figura N° 3, la cual permite comprender situaciones complejas de una manera más simple.

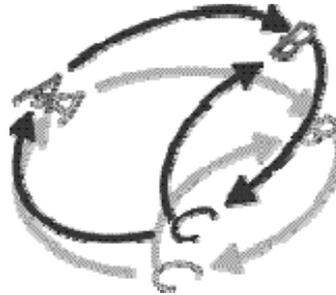


Figura N° 3: Representación dinámica de un sistema. Fuente: elaboración propia.

Las empresas, al ser consideradas como sistemas complejos, pueden ser analizadas como un todo o abiertas en sus partes componentes, pero el enfoque debe estar siempre en la optimización de la interacción de todas sus partes y no en las acciones de las partes tomadas por separado.

Según Serra (2000), la interconectividad implica entender cómo todo está conectado con todo, y que todos los factores son interdependientes. Se necesita plantear soluciones en términos de interconectividad para transitar de un pensamiento lineal a un pensamiento holístico o sistémico.

El marco estratégico, el comportamiento organizacional, la dinámica operativa son partes componentes del sistema complejo de la empresa.

El marco estratégico está compuesto por la visión, el posicionamiento y la estrategia. Para poder llevar a la práctica la estrategia, se necesita el análisis del comportamiento organizacional, del que surge cómo se alcanzan los resultados, pasando de la decisión a la acción. Esa acción se logra desde el comportamiento organizacional, que está ligado a la dinámica operativa. Este comportamiento organizacional está basado en el liderazgo, las políticas y la relación del binomio estructura-cultura (Serra, 2000).

La dinámica operativa representa la rutina diaria, la cual necesita ir acompañada de la reflexión sobre lo que se está haciendo y el aprendizaje para lograr un cambio en la organización.

Estas variables vinculadas al marco estratégico, al comportamiento organizacional y a la dinámica operativa se adicionan al análisis del presente trabajo.

METODOLOGÍA

La base de datos, los resultados de las encuestas y el análisis de información del grupo de investigación del Departamento de Ingeniería Industrial de la Facultad Ingeniería de Olavarría, UNCPBA, han generado una serie de trabajos publicados que certifican y documentan los resultados de los estudios realizados. Citamos: Corres *et al.*, 2005a: “El estado de situación de las pymes industriales del TOAR, según el enfoque de las Normas ISO 9000: 2000”; Corres *et al.*, 2005b: “Análisis de factores relevantes en la gestión de calidad en pymes de un consorcio regional argentino”; Urrutia *et al.*, 2006: “Gestión táctica-operativa en las pymes de un corredor productivo argentino: características y su nexo con las definiciones estratégicas”; Corres *et al.*, 2006: “Gestión empresarial: estado actual en las pymes industriales del consorcio regional TOAR” y Rovhein, 2010: “Principios que delimitan el camino. Sistema de gestión de calidad en pymes metalmecánicas”. En estas publicaciones se concluye que la mayoría de las empresas del sector se posiciona en un nivel básico de su gestión con grandes oportunidades de mejora; necesitan afianzar el cumplimiento de los requisitos del cliente para afianzar su cuota de mercado. Y solo unas pocas tienen un sistema de calidad que satisface aproximadamente los requisitos del cliente y deben mejorar los procesos hacia el cliente y los de mejora continua.

Para afrontar la mejora, se plantean dos objetivos. El primero se aborda haciendo uso de las Figuras N° 1 y 2; se pretende determinar el tipo de comportamiento global organizacional frente a la aplicación de herramientas y técnicas de gestión en sus prácticas habituales.

Para llevar a cabo el cumplimiento del segundo, identificación de las causas generadoras del comportamiento empresarial, se realiza un exhaustivo análisis de la información generada en los trabajos publicados por el grupo de investigación (Corres *et al.*, 2005a y b, 2006) y la tesis magistral (Paravie, 2009).

Para abordar el tercer objetivo, se recurre a los conceptos vinculados al pensamiento sistémico, lo que permite determinar los diferentes ejes en los que es primordial comenzar a actuar para encaminarse a la proactividad.

DESARROLLO DEL TRABAJO

Reconocimiento del sistema de gestión empresarial

Para responder el primer objetivo, se traen a colación los conceptos desarrollados en el marco teórico y específicamente las Figuras N° 1 y 2.

Partiendo del concepto de que la gestión es una capacidad y como tal se puede desarrollar, se hace uso de la caracterización presentada en los trabajos de Corres *et al.*, 2005a y b, Corres *et al.*, 2006 y Urrutia *et al.*, 2006 para evaluar la utilización de herramientas vigentes y la evolución de la gestión empresarial en las pymes de Olavarría.

De este análisis, en el que se caracterizan las empresas de estudio, se resume a continuación el grado de utilización de herramientas asociadas a una gestión enfocada a procesos.

Se puede asegurar que, en general, no cuentan con la caracterización necesaria de sus procesos; por ende, no pueden representar su diseño estructural bajo un mapa de procesos. Los procesos clave no han sido identificados, no evidencian procedimientos escritos de ellos, mucho menos diagramas de flujos. Hay ausencia de procedimientos generales con respecto a: elaboración de documentos, control de registros, lineamientos para programar y realizar auditorías internas, control de productos no conformes, metodología de trabajo para identificar causas de no conformidades, método para emprender acciones correctivas y/o preventivas, capacitación y formación del personal. Los formularios para el registro de la información vinculada a los procedimientos son escasos y no formalizados (Corres *et al.*, 2005a y b).

No se han establecido criterios para el seguimiento e implementación de la mejora continua ni para el control de los documentos, que permitan la disponibilidad y actualidad de estos (Corres *et al.*, 2006).

Dado que el mapa de procesos y los diferentes procedimientos son herramientas de planificación y que evidencias, registros, auditorías internas, autoevaluación y revisiones son herramientas de medición y seguimiento, se deduce que las herramientas utilizadas a diario no son idóneas ni se condicen con la formalidad y sistematización necesarias para alinearse con el exterior y el cliente por medio de un esquema de procesos clave (Urrutia *et al.*, 2006).

Simultáneamente, como el término gestión se asocia actualmente con planificación y evaluación y se ha determinado por medio del diagnóstico que las pymes estudiadas carecen en gran medida del uso de las herramientas asociadas a estas dos actividades, se puede deducir que las empresas industriales de Olavarría ejecutan una mera gestión reactiva, muy alejadas están aún de establecer una auténtica gestión proactiva y de valor añadido.

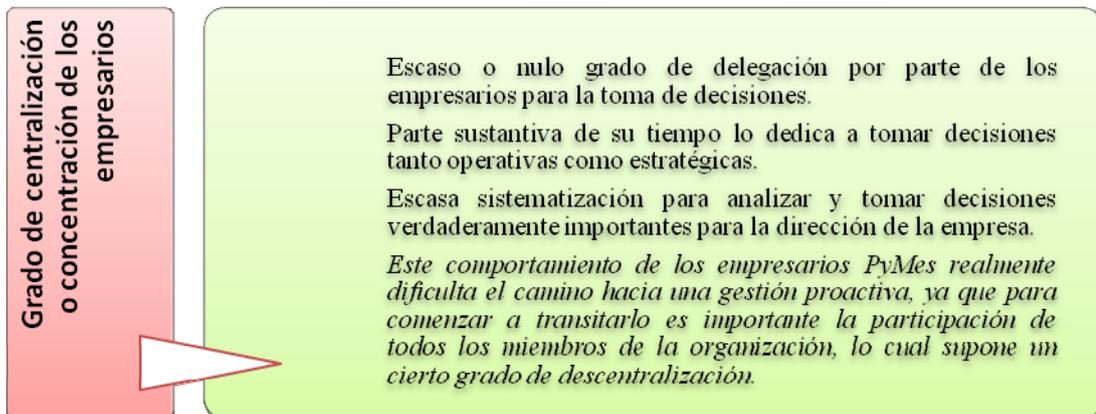
De la lectura y comparación de los resultados del diagnóstico con la Figura N° 1, surge que ha sido difícil para las pymes caracterizadas modificar la tradicional orientación hacia el producto y hacia el interior de la empresa por una nueva alineación hacia el exterior, focalizada en el cliente, con personal comprometido y procesos en continua mejora.

Continuando con el análisis, se coteja el uso de herramientas con las prácticas de gestión clasificadas en cada una de las tres fases de la Figura N° 2. De este modo, emerge el resultado sobre el estado del sistema de gestión formal de las pymes consideradas que refleja que se posicionan al inicio de la primera fase ya que no han logrado sistematizar la gestión, se identifican y formalizan insuficientemente sus procesos y son escasos los registros de seguimiento y medición.

Las pymes industriales de Olavarría tienen una forma de trabajo alejada y poco alineada con el camino a la excelencia ya que no han evolucionado acorde a los principios y herramientas de las nuevas técnicas de gestión.

Causas de una gestión reactiva

A partir de esta caracterización y respondiendo al segundo objetivo, se determinan y analizan las causas generadoras de la gestión reactiva en las pymes de Olavarría. A continuación se hace el análisis de de estas causas a partir del conocimiento del tema y del trabajo de Paravié, 2009. Este estudio nos lleva a las siguientes causas.



El modelo mental de los empresarios

Ligado con pensamientos tradicionales, rutinarios y poco preocupados por la vinculación con el mercado.

Empresario preocupado y enfocando su mirada hacia el interior de su organización. El ritmo diario de lo urgente lo lleva a trabajar y actuar en función de la urgencia, generalmente referida a lo operativo.

Al ver sólo lo operativo, cuándo surge algún problema busca "cubrir agujeros", sin reflexionar y aplicando soluciones conocidas e inmediatas.

Se guía esencialmente por su intuición y experiencia (decisión no racional) desdeñando la elaboración de información para su análisis y posterior decisión (decisión racional).

En esa mirada hacia el "adentro de su empresa" el empresario cree conocer lo que los clientes quieren de su empresa, impidiéndole reconocer que la atención y cuidado del cliente comienza mucho antes de la venta y continúa mucho después.

Multiplicidad de actividades

No se priorizan las actividades, prevalece la urgencia de los problemas operativos diarios.

Participación ejecutora del empresario, que resta tiempo a su principal rol de dirigir la empresa a través de delinear políticas, objetivos y establecer líneas de acción.

Esta diversidad y desorden de actividades no permite tener claridad, los empresarios solo piensan en el día a día, no planifican y por tanto no realizan evaluaciones o revisiones de la gestión.

Estructura tradicional

Existe la departamentalización por funciones o áreas, que atenta contra la dinámica organizacional. Este estilo de estructura es casi un sinónimo de organigrama, influenciado por el pensamiento tradicional y rutinario.

Esta concepción de estructura está ligada a la distribución de poder y autoridad.

Estructuras rígidas, tradicionales y centralizadas.

El empresario piensa que si no mantiene el poder y el control, la organización no puede funcionar. Estas creencias centrales de la cultura, están muy vinculadas al predominio de la gerencia tradicional que no se condice con la orientación hacia una gestión proactiva. Además demuestra la ausencia de un liderazgo en el comportamiento organizacional necesario en el mundo de las PyMes.

Cultura de la no medición

Falta de información.

No hay tiempo para medir. Se realizan pocas actividades de medición pero de manera muy desorganizada y muy poco efectivas.

La medición es algo ajeno y adicional al trabajo, por lo que se considera que es más costoso medir que hacer.

Muchos empresarios no son capaces de darse cuenta de la importancia que tiene la medición en la gestión de sus organizaciones. Es claro que no se puede gerenciar con éxito lo que no se mide. No se pueden tomar buenas decisiones sin información. La medición y el registro de datos es el paso necesario para construir la información necesaria para una adecuada toma de decisiones.

Debilidad en el manejo de las relaciones humanas

La falta de delegación del empresario se convierte en un “cuello de botella” para la organización.

Esta conducta desmotiva al personal, alejándolo del compromiso y la participación.

El nivel de comunicación es relativamente escaso, por lo que los miembros de la organización no conocen efectivamente las políticas, objetivos, funciones y responsabilidades.

En general, la escasa capacitación del empresario hace que aplique malas prácticas o carezca de habilidades de cómo delegar, cómo usar la sinergia y la empatía. Lo anterior acarrea una crisis de confianza, que hace que se deteriore la calidad de las relaciones entre los integrantes de la organización. Esta debilidad esta asociada al modelo mental de nuestros empresarios donde consideran al recurso humano solo para “el hacer” y no “para el pensar”. Por lo que la gestión de los recursos humanos no ha sido una prioridad dentro de las actividades de la empresa y tampoco han considerado al clima organizacional como un factor a tener en cuenta. Por lo tanto, es claro que existe un liderazgo tradicional (de control) concebido por estructuras tradicionales y culturas rutinarias.

Resistencia al cambio

Aplicable tanto a empleados y empresarios, pero sobre todo al propietario quien subido al podio por sus anteriores triunfos cree que los logros del pasado sirven eternamente para conservar su cuota de mercado y satisfacer plenamente a clientes de manera eficaz.

Los empresarios, en general están acostumbrados a hablar en términos de la realidad, de lo que les pasa a diario, de las experiencias pasadas, de lo concreto.

Este accionar refleja un no-aprendizaje, es decir repetir acciones sin reflexión, copiar decisiones exitosas del pasado, no permitiendo cambios en la organización.

El empresariado PyME no ha incorporado al "cambio" como una variable más dentro de la gestión de sus organizaciones. Actualmente el cambio es la habilidad para dar respuesta a las continuas oscilaciones que presenta el contexto y que en el ámbito de los negocios es la clave para alcanzar ventajas competitivas sostenibles en el tiempo. Dicha resistencia deriva de una mentalidad anclada en el pasado que entorpece abordar nuevas tecnologías de gestión dentro de las empresas. En línea general, los empresarios, son miedosos de perder lo obtenido y no tienen la actitud de romper lo construido.

Capacidad insuficiente para actuar

Evidenciada en la dificultad para abordar problemas en la empresa.

En muchos casos los problemas permanecen sin resolverse por diferentes motivos:

Los involucrados en el problema no son conscientes del mismo.

Los involucrados reconocen el problema pero creen que no existe solución posible, a pesar de los daños que puede ocasionar a la empresa.

Existen dificultades para determinar prioridades al momento de abordar diferentes problemas.

Esta dificultad de los empresarios PyMes está asociada a la deficiente alineación de conceptos claves de sus gestiones. Fundamentalmente en la poca claridad de las políticas y la ausencia casi generalizada de objetivos, con lo cual no existe un acuerdo sobre el rumbo que debe tomar la organización y por consiguiente las estrategias a abordar. Estas confusiones llevan a las organizaciones a hacer demasiado y no clarifican qué actividades son críticas para el éxito a largo plazo.

Por todo lo expuesto, se evidencia que las causas presentadas anteriormente se comportan como límites al crecimiento de las pymes ya sea por desconocimiento, por incapacidad o por falta de una visión clara de sus problemas. Estos límites se asocian mayoritariamente a aspectos estratégicos, estructurales y culturales.

Pero es destacable que el reconocimiento de las causas generadoras de esta gestión reactiva por parte de los empresarios sea un verdadero impulso para abordar la forma en que los

empresarios pymes deben comenzar a transitar un cambio en su accionar, el cual debe ser entendido como una oportunidad.

Las causas pueden ser vistas como una guía para comprender e interpretar el comportamiento organizacional del empresario pyme y así comenzar a encontrar una nueva visión empresarial.

A su vez, es evidente que las causas detectadas no existen como cuestiones aisladas ni como variables independientes, sino que se encuentran relacionadas o vinculadas entre ellas; la Figura N° 4 muestra las relaciones entre las causas halladas y demuestra la interconectividad que se evidencia entre ellas.

La vinculación de causas permite abordar la solución en términos de interconectividad, como se ha planteado en el marco teórico, y permite el tránsito hacia el pensamiento sistémico.

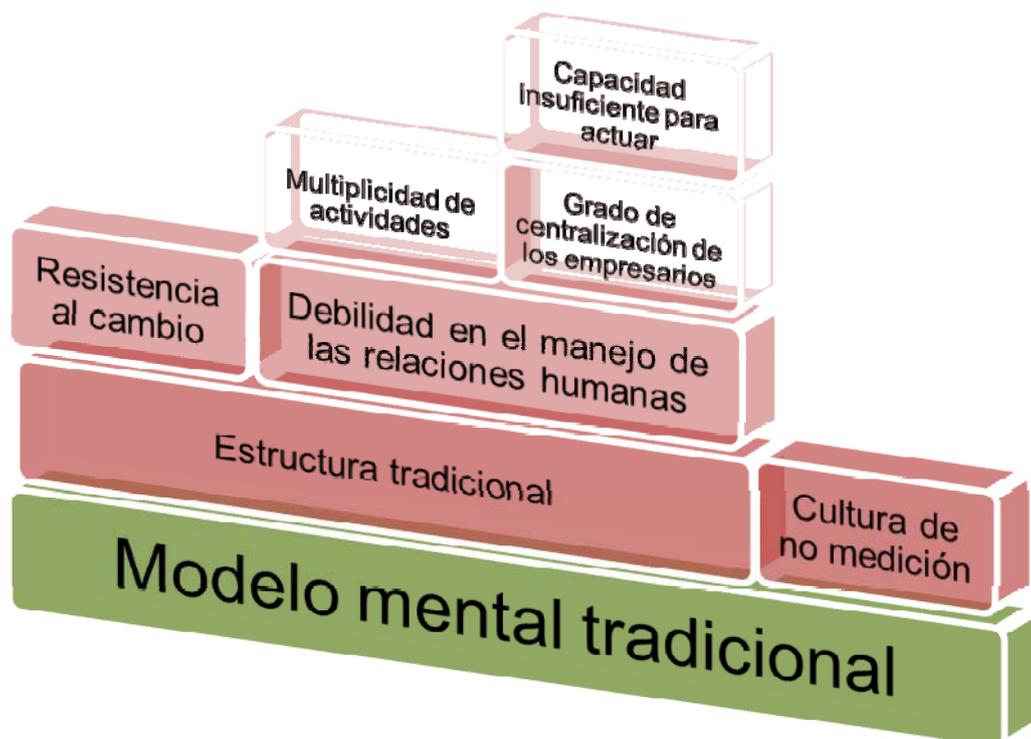


Figura N° 4: Relación entre causas. Fuente: elaboración propia.

Profundizando el análisis, estas relaciones causales muestran una capacidad insuficiente por parte del empresario pyme para la actuación gestionadora de su empresa. Esto lo lleva a realizar una multiplicidad de actividades y le genera una distorsión en el momento de priorizarlas, ya que su participación tan operativa resta tiempo a su principal rol, la delineación de las cuestiones estratégicas de su organización. Esto se corrobora con la alta centralización de funciones por parte de los empresarios fundamentalmente en aspectos tácticos y operativos, que además se traduce en un débil manejo del personal.

Todas estas situaciones crean una fuerte resistencia por parte del empresariado a la generación de cambios dentro de sus organizaciones. Esta vinculación de causas permite tener una visión de un empresario pyme asentado sobre una estructura tradicional, rígida, y que deja de lado la búsqueda de información como fuente primordial en el momento de tomar las decisiones necesarias para el accionar de su empresa.

Esta visión de la actuación del empresario pyme se condice con un modelo mental empresarial tradicional, preocupado principalmente por el “interior operativo” de su organización, y no expresa una forma concreta de vinculación con el contexto manifestado en una “actitud introvertida”.

Del análisis expuesto anteriormente se desprenden las dimensiones relevantes para su comprensión conceptual y se concluye que el modelo mental tradicional se transforma en la causa raíz generadora del accionar actual de las empresas, que no es el más adecuado para comenzar a transitar el camino hacia la proactividad.

Principales ejes que fomentan la proactividad

Para abordar el tercer objetivo, ejes en los cuales es primordial comenzar a actuar para encaminarse hacia la proactividad, se toma como referencia el modelo de comportamiento organizacional de Roberto Serra, Figura N° 5, que integra conceptos tales como modelos mentales, marco estratégico, comportamiento organizacional, dinámica operativa y la reflexión y aprendizaje.

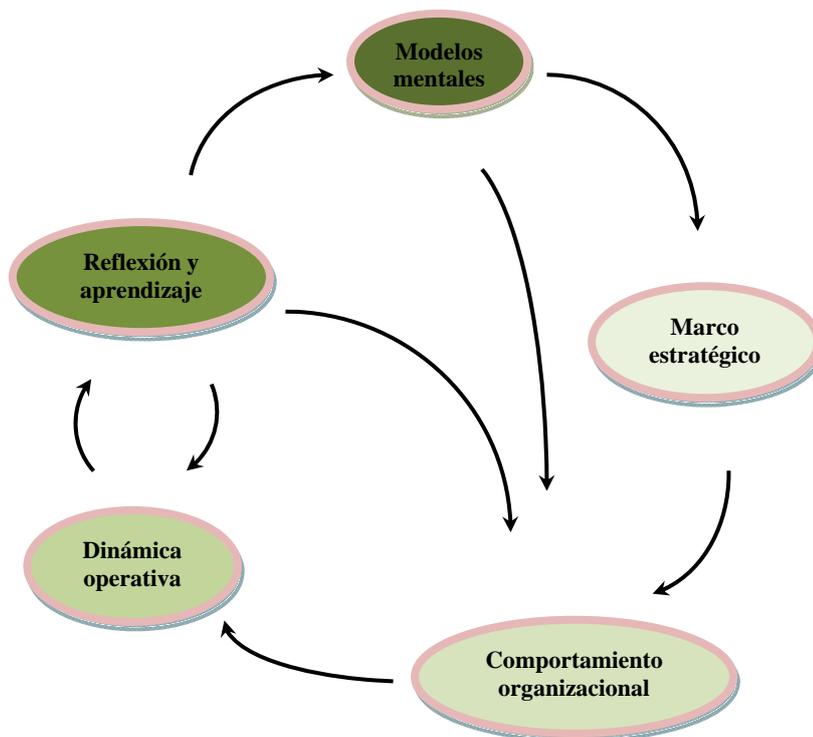


Figura N° 5: Modelo de comportamiento organizacional. Fuente: Serra, 2000.

Al determinar que el modelo mental tradicional de los empresarios es la causa raíz de la gestión reactiva de las pymes de Olavarría, se convierte en el eje inicial de la transformación hacia una gestión proactiva.

Generar un cambio de modelo mental implica romper un modelo tradicional e ir hacia un modelo mental integrador, dinámico, que movilice los elementos que dan fortalezas a la organización, lo que a su vez genera cambios en el comportamiento dentro de esta.

¿Cómo generar el cambio? Atendiendo al modelo de comportamiento organizacional mostrado anteriormente, el proceso de cambio comienza con la reflexión y aprendizaje, como primer eje, lo que permite desarrollar en el empresario la capacidad para pensar y reflexionar sobre los actos realizados; esto genera un aprendizaje que beneficia el cambio en el modelo mental.

La reflexión es el principio de un buen aprendizaje y el aprendizaje es la capacidad de poder incorporar la propia experiencia y la de los demás para modificar un comportamiento.

Al realizar una acción se debe reflexionar, individualmente y en grupo, sobre la forma de realización y sus probables resultados. Y al evaluar, se reflexiona para poder aprender sobre lo realizado y posteriormente modificar una práctica, un proceder, una conducta. Esto lleva a ver una situación de otra forma, implica reflexionar sobre los resultados en función de una visión y aprender a pensar y reflexionar estratégicamente para generar cambios verdaderamente profundos.

Produciendo un cambio en la mentalidad empresarial se está en condiciones de delinear un marco estratégico, siguiente eje, a través de un nuevo modelo de gestión que responda y dé valor a los clientes y al entorno en el cual se desenvuelve la empresa.

Este cambio sustancial en su forma de actuar es el camino válido para generar un salto cualitativo en la forma de gestionar las organizaciones y poder avanzar con bases sólidas hacia una gestión proactiva cierta privilegiando la definición de elementos esenciales del marco estratégico, como la visión, el posicionamiento y las estrategias. En función de la visión elegida, se escoge un posicionamiento para la empresa y es factible formular una estrategia.

Luego de formar y definir el marco estratégico, se continúa con el tercer eje, comportamiento organizacional, el cual permite llevar a la práctica la estrategia. Este comportamiento está basado en el liderazgo, la estructura y la cultura.

Es necesario reconocer que la estructura y la cultura son dos conceptos inseparables dentro de la empresa, no se puede analizar y tomar decisiones sobre la cultura sin ver la estructura, ni cambiar la estructura sin haber analizado los efectos culturales que se pueden generar. El empresario requiere el apoyo, reconocimiento y energía de su gente para que lo acompañe, y valores compartidos para llevar a cabo la estrategia que se haya escogido. En consecuencia, el elemento más importante del comportamiento organizacional es el liderazgo. Las

organizaciones necesitan personas que lleven adelante las ideas, las estrategias y la visión. Un liderazgo basado en las personas con coraje para remover las estructuras existentes, cuya base es la comunicación en la búsqueda de generar energía y entusiasmo en las personas.

Siguiendo con el modelo de referencia, el comportamiento organizacional conduce al cuarto eje, la dinámica operativa, representada por todos los procesos que se llevan a cabo en las organizaciones para alcanzar sus objetivos. Esta dinámica debe estar alineada al marco estratégico ya que lo operativo nunca puede estar separado de lo estratégico. De esta manera, la ejecución de tareas está en función de la visión y objetivos estratégicos.

Los cinco ejes, modelos mentales, reflexión y aprendizaje, marco estratégico, comportamiento organizacional y dinámica operativa, son primordiales en el momento de comenzar un tránsito hacia una gestión proactiva.

El funcionamiento adecuado del modelo establece que, lograda la reflexión y aprendizaje en la dinámica de la empresa, se debe considerar la necesidad de modificar los modelos mentales para redefinir el marco estratégico y, en forma simultánea, modificar el comportamiento organizacional de manera de adecuar la dinámica operativa a las condiciones del entorno para luego volver a reflexionar y volver a aprender lo que significa generar un cambio de los modelos mentales. Es necesaria esta transformación para que se integren armónicamente las nuevas herramientas de gestión.

CONCLUSIONES

El desarrollo brindado en el presente artículo permite arribar a que existe un insuficiente uso en la aplicación de herramientas de planificación y evaluación. Adicionalmente, la orientación hacia el exterior y el cliente está aún en una etapa incipiente, con una exigua aproximación a la técnica de gestión basada en procesos. A su vez, cuentan con una escasa evolución de los principios y herramientas ligados a las nuevas técnicas de gestión y un accionar poco alineado con el camino a la excelencia.

Estas debilidades encontradas en las pymes industriales de Olavarría muestran una gestión ubicada hacia el interior de la organización, puntualizada en lo operativo del día a día, sin expresar una vinculación concreta con el contexto. Lo que permite concluir que el proceder de las empresas frente a su gestión empresarial manifiesta un comportamiento meramente reactivo cuya causa es el modelo mental de sus dirigentes.

Se hace uso del modelo de comportamiento organizacional para atacar la causa raíz de la problemática planteada y contribuir a generar empresas que sepan construir sus futuros de forma proactiva.

La reflexión predispone a una transformación en los modelos mentales que se traduce en un verdadero aprendizaje que genera cambios verdaderamente profundos. Este aprendizaje permite

pensar y reflexionar estratégicamente, pero, al mismo tiempo, se debe trasladar a la acción concibiendo formas de actuar diferentes. Estas nuevas acciones pensadas desde una mirada estratégica conforman un nuevo comportamiento organizacional que repercute en todos los procesos que se realizan dentro de las empresas y se logra una nueva dinámica operativa.

La puesta en práctica de este modelo es un desafío para los empresarios pymes, y para lograr esta verdadera modificación es necesario reconocer que este proceso de cambio implica un paso a paso en el que los empresarios deben tener el coraje necesario para romper con reglas de juego existentes y crear otras nuevas.

Un buen comienzo es que el empresario desarrolle las actividades operativas basado en acciones con reflexión y no ejecute acciones basadas en la rutina diaria. Su trabajo no es individual, sino que requiere el acompañamiento de los miembros de su organización en la generación de nuevas ideas para poder enfrentar y resolver problemas con complejidad e incertidumbre y en medios en los que, generalmente, la información es escasa. El empresario que adopta la reflexión como base del aprendizaje manifiesta un comportamiento enfocado hacia la proactividad.

REFERENCIAS

Bilancio, G. (2006). *Estrategia. El equilibrio entre el caos y el orden para anticipar el futuro de la empresa*, Santiago de Chile, Pearson-Prentice-Hall.

Corres G., M. Jugón, S. Urrutia, D. Paravie y F. Chiodi (2005a). "El estado de situación de las pymes industriales del TOAR, según el enfoque de las Normas ISO 9000:2000", XVIII Encuentro Nacional de Investigación Operativa, Córdoba, Universidad Nacional de Córdoba. Publicado en anales (CD). ISBN 950-658-153-3.

Corres G., M. Jugón, S. Urrutia, D. Paravie y F. Chiodi (2005b). "Análisis de factores relevantes en la gestión de calidad en pymes de un consorcio regional argentino", XX Congreso Panamericano de Ingeniería Mecánica, Eléctrica, Industrial y Ramas afines COPIMERA, UNAICC, Cuba. Publicado en CD. ISBN 959-247-014-6.

Corres G., M. Jugón, S. Urrutia, D. Paravie y F. Chiodi (2006). "Gestión empresarial: estado actual en las pymes industriales del consorcio regional TOAR", Anales de la 11ª Reunión Anual RedPyMes. Mercosur. Publicado en CD. ISBN 950-658-175-4.

Nadler D., M. Gerstein, R. Shaw y col. (1994). *Arquitectura organizativa. El diseño de la organización cambiante*, Barcelona, Granica.

Paravié D. (2009). *Políticas y objetivos de calidad en las pymes. Responsabilidad de la dirección para concebir un sistema de gestión de la calidad*. Tesis de Maestría en Gestión Empresarial. Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Director: Ing. Guillermo Corres.

Pérez Fernández de Velasco, J. (2007). *Gestión por procesos*, Madrid, ESIC Editorial, 2ª ed.

Rohvein C. (2010). “Principios que delimitan el camino. Sistema de gestión de calidad en pymes metalmecánicas”, II Encuentro Regional Argentino-Brasileño de Investigación Operativa, Tandil, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Publicado en CD. ISBN 978-987-24267-1-2.

Senge, P. (1995). *La quinta disciplina*; Barcelona, Granica.

Serra, R., J. Iriarte y G. Le Fosse (2000). *El nuevo juego de los negocios*, Buenos Aires, Norma.

Urrutia S., D. Paravie, F. Chiodi, G. Corres y M. Jugón (2006). “Gestión táctica operativa en las pymes de un corredor productivo argentino: características y su nexos con las definiciones estratégicas”, Anales de la III Convención Internacional de Ingeniería Mecánica, Eléctrica e Industrial (CIMEI), Cuba. Publicado en CD. ISBN 959-247-032-4.

THE INFLUENCE OF TECHNOLOGICAL PATH DEPENDENCIES IN PRODUCT PORTFOLIO MANAGEMENT. EXPLORING AND EXPLOITING RESEARCH TECHNOLOGIES AT INVAP.

*Seijo, Gustavo L.¹
Cantero, Javier H.²
Paludi, Mariana I.²*

¹ *Universidad Nacional de General Sarmiento / CONICET*

² *Universidad Nacional de General Sarmiento*

ABSTRACT

This article intends to analyse research-technology (RT) development and management at INVAP. Most INVAP members find it challenging to develop technology to meet client-specific needs. This love for technology development has yielded an extremely diversified portfolio of technological products since the foundation of INVAP in 1976. RTs stand for interstitial boundary-crossing circulating knowledge. According to this theoretical insight, organisational technology-rooted R&D learning can be characterised as a joint, transverse, inter-departmental and inter-disciplinary process. RT-related technologies have the potential to be dis-embedded from a specific development-project or organisational area and to be re-embedded into another project or area. This paper identifies and addresses the historical dynamics of six RTs at INVAP. This perspective both marginalizes the conventional R&D emphasis on the actual generation of new products and the improvement of production processes, and highlights the importance of monitoring RT evolution. In due course, and by building on these RTs, an organisation can assemble a set of dynamic capabilities (DCs). This study argues that RT and DC management constitute better means to improve and support technology-based product portfolio strategies than the more conventional analytical frameworks focused on product/market correspondence.

Keywords: Research-Technologies – R&D Management – Dynamic Capabilities – Innovation – Technology-Driven Organisations

THE RESEARCH CASE

INVAP is a technology-driven company located in Bariloche, Argentina. INVAP is State-owned. An agreement between the government of the Province of Río Negro in Patagonia and the CNEA gave birth to INVAP in 1976. Río Negro's government, the National Atomic Energy Commission (CNEA) and INVAP's personnel appoint the members of INVAP's Board of Directors. The CNEA originally conceived INVAP as a technology development company, i.e.

a device assembling organisation involving quite a few engineers. INVAP was never intended as an academic research forum with scholars attending conferences and a regularly scheduled set of publications. Thus, the company was born under the aegis of the linear model on innovation (Bush, 1945/1999): the CNEA was originally meant to be the research academic arena and INVAP the device constructor.

The activities of the company can be grouped together into five different technological project-areas, *viz.* Nuclear, Aero-Space, Industrial, Medical and Scientific Equipment, and Government and Defence. INVAP started with nuclear developments (a uranium enrichment plant and a series of experimental nuclear reactors built for the CNEA) in the late 70s and 80s. Since these days, the evolution of the product portfolio of INVAP followed an extremely eclectic diversification pattern. INVAP has produced experimental nuclear reactors, artificial satellites, wind power generators, a transportation system, freeze-drying (lyophilization) plants for food, industrial hazardous waste treatment facilities and containers, cobalt-therapy units and radiotherapy simulators for cancer treatment, vacuum chambers, and different types of radar systems among other products and joint technological developments. As stated by the respondents of the company, time and time again, INVAP cannot reject any request for a technological development. Since INVAP does not receive governmental subsidies and the company is not included in any regular source of State funding or budget, members claim repeatedly that they have to make ends meet out of what they do i.e. only the projects of the company fund its activities. Finally, it is worth adding that INVAP was granted a NASA certification for its ability to complete aero-space projects (except for the launching phase of a satellite). The company has also up-to-date ISO 9001 and ISO 14001 certifications at corporate level.

Figures N° 1 to 3: Nuclear reactors



Figure N° 1: The building of the NUR reactor (Argelia).



Figure N° 2: The building of the ETRR reactor (Egypt).



Figure N° 3: The building of the OPAL reactor (Australia).

Figures N° 4 to 5: Satellites



Figure N° 4: Artistic representation of the SAC-C satellite in orbit.

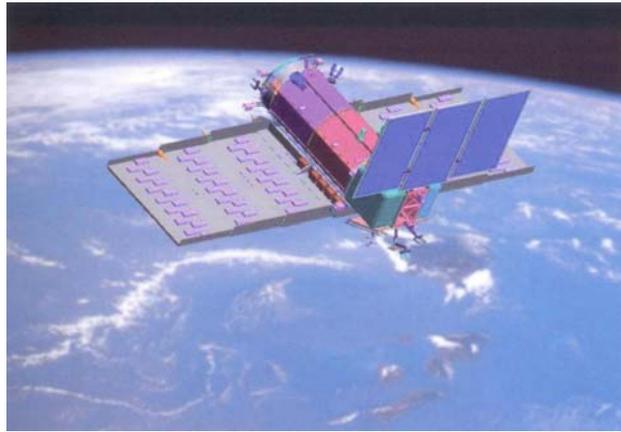


Figure N° 5: Artistic representation of the SAO COM satellite in orbit. The SAO COM satellite carries a radiating module (similar to a radar). It is a heavier and more complex satellite than the SAC satellite series (SAC-A to SAC-D).

Figure N° 6: Radars



Figure N° 6: INVAP developed a secondary radar (a radar to detect commercial aircraft) and it is working on a primary surveillance radar (for military purposes and aircraft).

Figure N° 7: The measure while drilling (petrol extraction)



Figure N° 7: The Measure While Drilling guides the oil well digging activities.

Figures N° 8 to 9: Freeze-drying (lyophilization) plant



Figure N° 8: Lyophilization stands for drying in a cold atmosphere. Lyophilization is often used to preserve biological materials. It is especially used to preserve food.

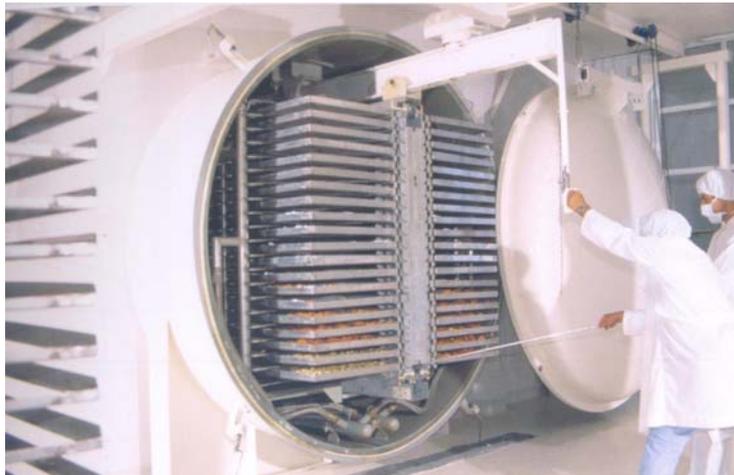


Figure N° 9: The lyophilisation tunnel.

Figure N° 10: Wind power generators



Figure N° 10: There is a national funded plan to install these power generators in Patagonia.

Figure N° 11: The Light Transportation System



Figure N° 11: The Light Transportation System is one of the first INVAP developments. It was used for the INVAP employees to reach distant plants during Winter snow-storms.

Figure N° 12: Cobalt-therapy unit



Figure N° 12: Cobalt-therapy units are used for cancer treatment.

Figure N° 13: Titanium prostheses



Figure N° 13: INVAP's Medical and Scientific Equipment area supplies titanium prosthesis. INVAP's expertise on complex materials and fine mechanization procedures permitted the development of these prostheses.

INVAP technicians and managers find technology development challenging and motivating. This love for technology development – and not the more conventional marketing or commercial criteria (e.g. the Product-Market Growth matrix; Ansoff, 1957) – constitutes the main driver leading to the aforementioned eclectic product portfolio. Since INVAP is the offspring of two organisations somehow related to the Argentinian State, the company management is relieved from the conventional shareholder (financial) pressure to a large extent. Nevertheless, it is worth noting that a few organisational setbacks in the past (a human resource and financial crisis in the early 90's) stemmed from the fact that the CNEA has been INVAP's main and sole client for nearly a decade and a half. From the mid-80's onwards, the nuclear area began to actively search for and participate in international experimental nuclear reactor tenders. INVAP, by itself (without the CNEA), built nuclear reactors for the governments of Argelia (the NUR reactor, 1985-1990), Egypt (the ETRR reactor, 1992-1999), and Australia (the OPAL reactor; 2001-2006).

Once partially emancipated from the CNEA, during the 90s, INVAP had also to strive – in commercial and technological terms – for getting access to new technological markets. The entire aero-space area and the previously mentioned NASA recognition became the main outcome of this historical process. However, only the nuclear area has managed to successfully sell INVAP products and services overseas. Most of the other developments of INVAP are only produced for the Argentinian market. The only exceptions are a large batch of cobalt-therapy units for cancer treatment produced for the Venezuelan government and a space-bound computer INVAP is now building for Brazil.

The aero-space is the second largest area of INVAP. This area builds satellites for the Argentinian State. INVAP began aero-space activities with the SAC satellites series (SAC A to SAC D). The SACs are scientific application satellites (e.g. SAC satellites collect land, marine and weather data). Recently, INVAP developed the SAO COM: a heavy satellite with a radiating module (a Synthetic Aperture Radar) which permits to "see" in the dark of the night, as well as through clouds and foliage. This radar can even analyse the composition of the soil.

With regard to structure, INVAP combines the previously presented vertical technological areas and horizontal transverse service areas. Hence, according to the structure design, any project can profit from these service areas. As happens in most matrix-shaped organisation charts, it is not uncommon that the duties of a particular service work-group change from one technological area to another according to the project work-flow of the company. Most of the large INVAP projects progressively left an imprint on the names of these horizontal service areas.

Hence, INVAP can be classified as either a *technology-driven organisation* or a *new technology-based firm* (Sarason and Tegarden, 2001; Eisenhardt, 1989; Brown and Eisenhardt,

1998; Baldwin and Gellatly, 1998). In addition, INVAP can be regarded as both an adhocracy (Mintzberg, 1983) due to its strong problem-solving focus and a high-reliability / high-efficiency hybrid (Weick and Sutcliffe, 2001; Weick and Roberts, 1993; Weick *et al.*, 1999) given the nature of most of its final products (e.g. nuclear reactors) *vis-à-vis* the tailor-made and project-specific focus of the company. Even though INVAP produces technology, the company cannot be regarded as a high-tech ground-breaking laboratory. Most of INVAP's developments involve already existing (stabilised and uncontroversial) technology. Nevertheless, the company does not use popular copycat techniques such as reverse engineering. The core expertise of INVAP lies in inter- and cross-disciplinary knowledge integration (Shinn, 2005; Shinn and Joerges, 2002) i.e. specific technological developments that can be transferred – after having performed the necessary transformations (Callon, 1986) – from one technological area into another.

CONCEPTUAL FRAMEWORK

This study aimed at exploring the dynamics of the research technologies (RTs) at INVAP. Terry Shinn (Shinn and Joerges, 2002; Shinn, 2005) coined the RTs while studying the emergence of generic technological devices in Germany in the late 19th Century (Shinn, 2001a). During the first decades of the 20th Century, general-purpose devices also spread to other countries *viz.* the United States (Shinn 2001b), France (Shinn, 1993), the United Kingdom, Japan and the USSR. This RT movement have produced a number of *general purpose devices*, e.g. the electric motor (Baird, 2004), the ultra-centrifuge (Elzen, 1986), the rumbatron (Shinn, 2001b), the Fourier transform spectroscopy (Johnston, 2001), chemical engineering (Rosenberg, 1998), the steam engine, the C++ object-oriented simulation language, the transistor, the chip and integrated circuits, the computer and the laser. These general purpose devices are often said to be 'invisible', i.e. RT developments are hidden inside the 'visible' final products that marketing and finance scholars both praise and love to talk about. More often than not, users ignore the existence of these general-purpose devices. However, RTs can be easily found inside a myriad of the so-called radical or breakthrough 'market-driven' innovations (Pisano, 1996; Von Hippel, 1978, 1985; Wheelwright and Clark, 1992a, 1992b).

Three main characteristics illustrate the RTs (Shinn and Joerges, 2002; Shinn, 2005). First, RTs entail generic production, be it a scientific instrument or a methodology for detection, measurement or control. The design of these generic devices has to be flexible enough to be incorporated into many final products. General-purpose devices should have the potential to be disembedded from a specific product or project and to be re-embedded into another one (cf. Latour's associations and substitutions; Latour, 1987). *Mutatis mutandis* – i.e. by performing the necessary transformations (Latour, 2005) – RTs can be re-incorporated into a myriad of

other lines of technological activity. Since generic devices address multiple audiences, RTs have the potential to be locally tailored time and time again to suit specific needs. Second, RT-related work involve an interstitial multi-professional boundary-crossing arena. This assumes movement and transformation from one department, discipline or organisation into another as well as knowledge integration. Third, generic devices usually contribute to improve precision. RT efforts can transform forms of measurement, norms and standards (a new language or a change of paradigm arises from these developments).

In contrast to the conventional techno-scientific disciplinary regime, RTs usually stem from a transverse regime of knowledge production. Shinn's transverse regime entails crossing the boundaries of the traditional academic disciplines (echoing John Law's heterogeneous engineering; Law, 1986). According to Shinn and Joerges (2002: 207) 'Research-technologies stand between science and engineering, between academia and enterprise.'

Although we took on board the RT insight, INVAPs RTs do not fully match Terry Shinn's (Shinn and Joerges, 2002; Shinn, 2005) emphasis on instrumentation and concrete (general purpose) devices. According to INVAP fieldwork data, RTs (a transverse learning process) stand for a series of technological developments that were disembedded from a particular project in order to be, later on, re-embedded into another project or line of departmental activity.

Teece *et al.* (1997) evolutionary conceptualisation of dynamic capabilities both complements and contributes to overcome most of the limitations of the RT perspective (the asset-like and device-rooted knowledge insight). According to Teece *et al.* (1997), dynamic capabilities (DCs) comprise at the very least the interplay between a) technological developments, b) organisational forms and c) managerial practice (coordination). The DC approach is grounded on both Nelson and Winter's (1982) routines and contingency theory (Lawrence and Lorsch, 1967). Hence, the DC approach combines unorthodox evolutionary economics and aspects of organisational theory. At the content level, DCs account for idiosyncratic ubiquitous routines. By following the resource-based view, dynamic capabilities portrays organisations as evolving bundles of valuable, rare, inimitable and non-substitutable organisational resources (Eisenhardt and Martin, 2000). Provided that we assume RTs to be the a) part of the DCs (technological developments), still we need parts b) and c) to speak of dynamic capabilities. Therefore, not only will we explore INVAP technological developments but also we will have to account for connected transformations in b) organisational structure elements, and c) managerial practice.

RESEARCH QUESTIONS

The work of Thomas *et al.* (2005) identified a number of historical socio-technical trajectories at INVAP. This paper highlighted the importance of INVAP's cross-departmental

regime of knowledge production. Thomas *et al.* addressed INVAP socio-technical historical trajectories. This analysis outlined four stages of socio-technical development at INVAP. The authors identified and thoroughly described each of these stages. Following this line of enquiry, INVAP first constructed and then drew on various ‘technological capabilities’ (the authors coined this specific name) to develop its eclectic product portfolio during the aforementioned stages. Nevertheless, Thomas *et al.* (2005) paid little – or no – attention to the actual nature and dynamics of this cross-border knowledge and the transformation process these embryonic developments had to undergo in order to become ‘technological capabilities’. Also, related organisational and managerial implications of these technological developments were not analysed in this paper.

This study aimed at covering this forgotten blind spot. Following Shinn’s insight, the initial research-questions of this study intended to identify and characterise these RTs. Thus, this study began with the following query: *Which were the elaborations or the developments of a specific area that, by having crossed departmental and disciplinary borders, became of use – once performed the necessary transformations – to other technological areas or departments?* According to this line of enquiry a preliminary non-exhaustive list of six RTs was conformed. At least, each of the six identified RTs is connected to two or more lines of techno-scientific development at INVAP.

Since organisational transformations and changes in managerial practice can be related to the emergence of these RTs – following the DC definition – the second research question of this study addressed these potential implications. Therefore, the second research question of this study was *are there any organisational or managerial transformations connected to the development of the six RTs?* With a new brief set of questions we approached again some of the interviewees of the first phase of research to clarify these issues.

METHODS

The first exploratory research-phase involved the following sources of data:

⇒ an interview with Hernán Thomas (a researcher who analysed INVAP’s socio-technical trajectories).

⇒ a bibliographic review on techno-scientific knowledge production and RT theoretical underpinnings.

⇒ secondary sources of data, such as INVAP members scientific papers¹ and other institutional publications of INVAP, the INVAP web-page, and non-academic articles about recent projects of INVAP.

⇒ academic material and informal conversations (with specialists) on nuclear and aero-space engineering.

The second phase of research involved narrative interviews (Jovchelovitch and Bauer, 2000; Silverman, 1993) with approximately 20 interviewees from the different technological and service areas of INVAP. The research-schedules for the interviews included five exploratory areas: a) company/area characterisation, b) RT/s characterisation/s c) intra-organisational evolutionary path of the RTs, d) extra-organisational evolutionary path of the RTs, and e) future sustainability / actions related to RT management. Interstitial cross-border affiliations were privileged to select the interviewees for this study. All the interviews were digitally recorded. The software ATLAS.ti was used to compile and to codify the data. Data from the most relevant interviews was pigeon-holed inside the six RT-related speculative analytical categories. Organisational and managerial changes were incorporated into the descriptions of the RT trajectories in order to account for the emergence of potential organisational dynamic capabilities.

DISCUSSION

As mentioned above, the first developments of INVAP in the nuclear field date back to the late 70s and 80s. The activities of most of the other INVAP areas (Aero-Space, Industrial, Medical and Scientific Equipment, and Government and Defence) started, at different times, from the mid-90s onwards. The 90s abrupt re-allocation of public expenditure and cutbacks of the Argentinian government changed forever the 'nuclear INVAP'. Due to formal agreements signed with the United States, the Argentinian government committed to disinvest in any nuclear development (including the non-military ones like the nuclear reactors). Therefore, and given the new political scenario, in the early 90s, INVAP had to seek for international markets for its nuclear activities, cut organisational spending to a large extent, dismiss personnel and look for new lines of technological activity.

It is worth noting that given this particular organisational background, most of the INVAP research technologies (RTs) have nuclear origins – but certainly not all of them. Out the

¹ Only a very limited number of scientific papers were written by company members. Most of these papers are conference presentations rather than publications. The content of all these papers is directly related to INVAP lines of technological activity.

testimonies of the respondents, six main RTs were identified. At the very least, these RTs nurtured two or more lines of techno-scientific development (or technological company areas).

- a) Electronics
- b) Guidance and Control
- c) Structural Analysis
- d) Thermal Simulations
- e) Software Development
- f) Specialised Mechanical Treatment

a) Nearly all the technical areas of INVAP involve **Electronics** to some extent. The fabrication and testing the green boards of integrated circuits (similar to the ones that can be found inside a computer CPU) lie at the heart of the duties of the Electronics organisational group. These green electronics boards can be found inside the vast majority of INVAP's products *viz.* the control panel of nuclear reactors, satellites, radars, and cobalt-therapy equipments for cancer treatment among other products. The extensive use of these electronic boards across all the INVAP technological areas contributed to the development of similar techniques regarding: a) the production process of the boards (techniques such as computer numerical control and sheet metal forming), b) testing procedures, c) the integration of these boards into specific devices, and d) the fine-tuning of these circuit boards once they are operational (i.e. quality assurance and device certification procedures). Furthermore, being able to keep the pace with the fast and dynamic evolution (market change) of electronic components literally updates the technological infrastructure of most INVAP products regularly.

Electronics engineers and technicians work in nearly all the areas of INVAP listed in the first section of this article. Even though there is a specific staff transverse area called Electronics, several areas and work-groups at INVAP are in charge of many activities involving integrated circuits to some extent. Electronics knowledge and learning is easily transferred from one area to the other at INVAP. For instance, a radiating module of the INVAP radars can also be found inside the SAO COM satellite. Although the Watt power of the radiating module of the satellite is weaker than one of the radar, a similar centralised design (of the device electronics) was used for both radiating modules.

b) **Guidance and Control** clearly constitutes a conventional aero-space technological staff-area. The name actually refers to 'the guidance and control module of a satellite'. This organisational area is in charge of the sets of 'sensors and actuators' of a satellite. This simply means that sets of mathematical algorithms literally 'act' in accordance with the data the sensors (of a satellite) collect. For instance, the fix of the position of a satellite in space depends on the data three sensors collect altogether: a sensor pointed towards the sun, another one pointed towards the earth and another one which locates the satellite inside a stellar map. Guidance and

control is extremely relevant for aero-space developments since the (solar) energy supply depends on the positioning of a satellite in space. The solar panels of a satellite should face the sun at all times during the lifetime of a satellite. Guidance and Control go together in the aero-space area because an entire satellite mission can collapse if the panels fail to reach the energy supply.

The “control” bit of Guidance and Control is related to failure. Since any failure – both in a nuclear facility or in a space mission – may propel very serious consequences, usually the most critical systems are duplicated, or even triplicated, often with a two-out-of-three criterion. System redundancy, therefore, constitutes one of the central design parameters in both nuclear and the aero-space control realms. Sometimes redundancy control stands for the repetition of the identical system, hence, if a system fails, its duplicate takes over automatically. So, the control rods are the main control mechanism of a nuclear reactor: a set of cadmium bars fall inside the reflector tank of the reactor thus bringing the fission reaction and potential neutron overflow to a halt – cadmium attracts the flowing neutrons. The reactor main operator monitors a specific reaction and uses these control rods during the operation on a regular basis.

In the nuclear design, however, it is not unusual that different safety and control systems work as alternatives. Thus, earthquake sensors can automatically activate the same cadmium bar safety system. There is an alternative system for bringing a nuclear reaction to a halt which is used only for emergency situations. Provided that the control rods fail, the reactor vessel can be flooded with a neutron-absorbing gadolinium solution. Hence, redundancy control can either stand for the same (the cadmium bars) or an alternative safety mechanism (the neutron-absorbing solution). With regard to redundancy control in nuclear reactors, different technological sequences or paths address the same purpose. The two control sub-systems (the satellite one and the one of the reactors) are similar and different at the same time. The space and the nuclear problems do not resemble each other, however, control mechanisms to secure a safe operation play an important role in both realms.

It is worth to point out that part of the expertise involved in the satellite guidance and control sub-systems was also transferred into a number of recent products from the Industrial and the Government and Defence areas. For instance, the Measure While Drilling (a device that guides drilling activities for petrol extraction) uses a space-developed camera designed by the Guidance and Control people. These satellite cameras have also been used for other products: a fire-detection system and a fishing-control system. These products monitor forest fires and cheating in the commercial fishing activity of a particular geographic area.

c) **Structural Analysis** addresses the behaviour of a given structure under stress. For instance, similar vibration tests and analyses were developed at INVAP for a) the nuclear reactor building (i.e. an *ex ante* assessment of the impact of a potential earthquake onto the building) and b) the potential damage to the components of a satellite due to the rocket take-off

vibration. Although the stresses of a potential earthquake and the rocket take-off are completely different (different vibratory magnitudes as well as different types of impact on each structure) the analytical equations and the devices used for the vibration tests were alike in both technological areas. Actually, in this particular case, in the past, the same group of engineers worked for the nuclear and the aero-space areas.

Furthermore, a vibrating table ('the shaker' according to the industry jargon) was used to test the satellites as well as a column with a cadmium bar that was part of the certification procedures for the nuclear reactor INVAP developed for Australia (the OPAL nuclear reactor). The shaker tested take-off conditions for the satellites as well as the nuclear reactor safety procedures. As mentioned in the previous entry, at the beginning of an earthquake, cadmium bars should fall into the reflector tank of the reactor in order to control a potential neutron overflow. INVAP engineers constructed a dummy column with a cadmium bar at the top of the column for the safety tests for the OPAL reactor. The final certification of the reactor (by Arpansa, the Australian regulatory authority) hinged on the test of this *ad hoc* dummy column with the shaker.

d) To some extent, INVAP's expertise in the nuclear field is circumscribed to small reactors, i.e. reactors devised for academic purposes and the production of radioisotopes. Experimental reactors are smaller than the well-known power plant reactors. Any nuclear reaction generates heat. Power-plant reactors are built to generate the largest possible amount of energy and to transform that energy into electricity. Unlike power plant reactors, in an experimental nuclear reactor the energy the reaction liberates has to be removed and can be considered as waste to some extent.

Therefore, a series of *thermal equations* related to energy or heat removal – large amounts of heat can even alter the characteristics of the materials the reactor uses – were developed in INVAP's nuclear area. Also, part of this thermal knowledge was transformed into a different set of equations to monitor the internal dissipation of the electronic components of a satellite. This other heat transfer refers to the satellite components dissipation into the extremely low temperature of the outer space. Large amounts of heat can generate steam and, therefore, ice, given the low space temperature. The thermo-hydraulic issue of the reactors differs from the thermal-radiation issue of the satellites². Two different groups of people developed each set of equations. Nevertheless, some people were actually transferred from the nuclear area to the aero-space area to devise the second set of equations. Furthermore, both sets of the thermal equations were constructed with the same software package.

² Thermo-hydraulics refers to mass and heat being transported together. Thermal radiation means that there is no mass involved in the heat transportation. This is the main difference between the two thermal issues.

Finally, the beginning of this line of thermal enquiry is to be found in the 80s with the GURI radio-active containers. These containers were constructed to transport radio-active materials or waste. The design of the GURI containers produced the first sets of thermal equations at INVAP in the 80s. Not only do the radio-active materials inside the GURIs generate heat but also these containers had to comply with international standards and regulations which entail a number of thermal considerations to be taken into account.

e) Software has to be developed for both the nuclear and the aero-space areas. The reliable *software development* needs for its products entails a) a thoroughly documented elaboration process, b) an intensive testing schedule, and c) a considerable amount of design restrictions to be followed. In nuclear reactors, the software contributes to guarantee a safe operation. It is worth noting that the software is only a fairly recent incorporation into nuclear reactors. Old nuclear reactors (before the 90s) were only made of hardware.

It is worth mentioning that software bugs can ruin an entire satellite mission. Also, during a satellite mission (once the satellite is in orbit), only rarely can software patches be installed. Needless to mention, this procedure is extremely expensive and rare.

This compliance to reliable programming standards began in the aero-space area. Later on, this software expertise was transferred into the nuclear area. Most of the more recent INVAP equipment of the Industrial and the Government and Defence areas use software to some extent. These programming and testing techniques were transferred from the nuclear and aero-space areas into most of the other areas of INVAP.

f) The last interstitial RT is the *specialised mechanical treatment* – related to the activity of the INVAP workshops. INVAP owns and outsources a variety of specialised workshops. These workshops developed specific mechanization techniques over the years. Most of the INVAP devices require extremely rare components that cannot be easily found in the Argentinian market.

For instance, the aero-space area requires fine mechanization procedures because mass (weight) minimization constitutes its core design parameter. Therefore, the aero-space area usually works with composite light-weight materials. Composite materials have to be hard and resistant but, at the same time, light-weighted. In addition, welded joints in a satellite as well as in a nuclear reactor have to support different thermal and vibratory stresses. Most composite materials cannot be welded by using standard workshop techniques. A series of special welding techniques were developed to meet the specifications of all the technological areas at INVAP.

Also, the electrical conductivity properties of some materials depend on a number of cross-departmental techniques of rust control, e.g. surface treatment, paint techniques, and zinc, silver, and bronze finishing. All the INVAP areas profited from these innovative workshop techniques to some extent.

FROM RTs to DCs

First and foremost, it is worth to clarify that instrumentation development lies at the heart of research technology (RT) literature (Shinn and Joerges, 2001, Shinn, 2005). We use the RTs as a concept to speak of both instrumentation development (e.g. electronics or software development) and knowledge construction or creation (echoing the Nonaka and Takeuchi's asset-like knowledge idea; Nonaka and Takeuchi, 1999). Thermal or structural analysis equations cannot be considered a technological instrument but they are certainly part and parcel of INVAP's knowledge base that *mutatis mutandis* can be embedded and dis-embedded from one technological area into another or from one project into another project. Although this knowledge base was never traded as such, it constitutes a relevant issue to be taken into account to accept or to reject new requests for technological developments.

In addition, RT development (Shinn and Joerges, 2001, Shinn, 2005) does not necessarily imply the joint development of organisational dynamic capabilities (DCs). However and as mentioned in previous sections, RT development can be regarded as a relevant *contributing factor* to organisational DC development. If we go back to Teece *et al.* (1997) definition of DCs, technological dynamics (similar to Terry Shinn's RTs) should be analysed *vis-à-vis* organisational and managerial transformations. Otherwise, technology development would simply stand for an intellectual exercise for the sake and love of technology (similar to Latour's Aramis; Latour, 1996) with no organisational implications. Even though it seems impossible to single out technological developments from its managerial and organisational implications, we will try to highlight in this section a few managerial and organisational implications related to the six RTs that were described in the previous section. A final clarification should state that we are all too aware that Karl Weick's (1995) *organizing* understands both managerial and organisational dynamics as the same process. Even though our line of enquiry is very much in line with Weick's insight, we decided to divide both sets of implications to make it clearer to the potential readers of this article.

On the one hand, with 'organisational transformations' we addressed changes in role specifications, departmentalisation criteria, work-flow, team-work, decision-making and the informal unplanned everyday communication (q.v. Mintzberg organisational structure conceptualisation; Mintzberg, 1983). On the other hand, we took changes in project management techniques, general managerial practice and emerging partnerships as the 'managerial transformations'.

Organisational Dynamics: INVAP's interstitial regime of knowledge production entails a number of RT-based roles that, according to the circumstances, has the potential to move from one project or area into another. Although INVAP has a matrix-shaped organisation chart that

combines classical technological (vertical) areas and transverse (horizontal) services areas, there are also many transitory project-specific roles which are not included in the formal chart. There are two main expressions of this transitory regime (cf. Mintzberg's liaison tools; Mintzberg, 1983). On the one hand, people from the same area (for instance, Electronics' people) can work for different projects or areas depending on INVAP's project work-flow. Often, (pivot-like) experts on a specific matter can be found in this type of moving posts. These experts can assist and support a variety of company projects.

On the other, a group of people can change roles moving from one area into another also according to work-flow variations (e.g. the aforementioned structural analysis developers and the thermal equation ones, to some extent). In both cases, it is not the same 'knowledge' or technological *savoir faire* that moves with the people from one project into another devoid of distortion. Rather, both pivot experts and moving roles should transform their expertise to be of use to another area or project. In other words, they should learn the specifics of a different problem that only, in part, resembles their previous experience. Some of the required modifications were described for each of the six RTs in the previous section.

Second, RT dynamics (technology development) demand changes in areas and roles. Over the years, INVAP members learned new techniques for the production, fine-tuning, testing, documentation and the final qualification of various technologies. INVAP members also became proficient users of software programmes, specific tools or analytical techniques, they know how to mathematically model a technological problem, they designed prototypes or instruments and they keep track of the commercial and technological evolution of a number of inputs. All these changes in the knowledge base of the company necessarily transformed, time and time again, organisational roles and areas.

Finally, it is worth noting that INVAP is a flat organisational hierarchy. Even though only a few members decide which project is suitable for the company, various respondents mentioned that, most of the time, two weeks after joining INVAP, newcomers find themselves involved in the construction of a nuclear reactor in a foreign and distant country. Often, an entire 5-year highly complex project risks to be ruined or delayed due to the decisions of these newcomers. Therefore, INVAP operations relies more on internal education and experience than on university education – two respondents heavily criticised the engineer graduate profile of the Argentinian universities. One of these respondents even argued that it was required to create in Argentina a new type of non-specialist engineer university profile who could match the demands of INVAP's eclectic work-flow. More often than not, key decisions migrate more to experts rather than managers at INVAP (cf. Weick and Sutcliffe, 2001). These so-called experts can be either newcomers or first-day members. The *savoir faire* can be said to be more relevant than hierarchical positions and status at INVAP during the everyday technological development work.

Managerial Dynamics: Most respondents mentioned that INVAP's managerial practice of complex projects constitutes the key expertise of the company. Large technological projects (e.g. the OPAL nuclear reactor in Australia) involve, at the very least, the integration of many tasks to be done following strict design parameters and, sometimes, working with a number of joint development partnerships. Therefore, an expertise to map and split an entire project into more manageable work-packages has been a matter of concern at INVAP over the years. Technological partners are often in charge of some of these work-packages. For instance, Hungarian, Russian and French partners were part of the OPAL nuclear reactor project (apart from the Australian companies in charge of the construction of the site buildings). Despite these partnerships, INVAP remains responsible for the final integration of all these work-packages.

Also, since we described INVAP as an adhocracy (Mintzberg, 1983), it seems evident to highlight that its work-flow is discontinuous (according to project demand). The flow of projects is sometimes erratic and sometimes working at INVAP can be extremely demanding in terms of the assigned work-load. Part of the fleeting and moving Organisational Dynamics described above is somehow connected with the discontinuous flow of projects.

This project management expertise includes the commercial, financial and human resource-related aspects of technological projects. For instance, a large project usually starts a couple of years before a company is assigned the project: large scale projects entail a demanding and expensive bidding procedure involving inter-company partnerships and complex work-load integration. As INVAP prides itself for tailoring technology to meet client needs, the bidding procedures of the company usually include a wide variety of customer clarification requests.³ An *ad hoc* solution is designed out of all these requests for clarification.

Finally, a key managerial issue can be summarised with the famous managerial choice – with regard to technology development – between ‘buying and doing’. Buying can spare a few development problems to INVAP but it might as well imply a hazardous technological integration at a later stage. In turn, the doing option often demands a heuristic erratic process with an uncertain outcome in terms of time and expenditure planning. The ‘buying and doing’ choice can play a role at the level of a module, a sub-system or an entire fully-fledged system or device. To make matters worse, only an extremely narrow range of technological suppliers or

³ Due to the nature of the company products, INVAP usually has to bid for a series of national governments requests that were put out on public tender. For instance, some countries in the nuclear field have national suppliers of nuclear reactors. Needless to mention, most nuclear projects on those countries are automatically assigned to these national providers. Usually, no foreign company is allowed to bid for those projects. Therefore, over the years, INVAP's efforts in the nuclear area have been circumscribed to developing countries (Algeria, Egypt) and developed countries with weak nuclear expertise (Australia, the Netherlands). The cost of bidding on a nuclear tender can amount to millions of US dollars.

partners has the potential to meet the specifications of INVAP's products. It is also worth noting that INVAP's competitors, i.e. the other players on these specialised technological markets, tend to monopolise (through exclusive rights agreements) the range of potential partners.

CONCLUSIONS AND MANAGERIAL IMPLICATIONS

This paper underlines the importance of *research technology* (RT) management in a technology-driven organisation. A number of organisational learning and managerial implications stem from this analysis. RT analysis at an organisational level must comprise at the very least:

1. The identification and thorough description of the organisational RTs.
2. A characterization of the evolutionary path of these RTs. This includes RT complementarities and the potential transformation of a group of RTs into organisational dynamic capabilities (by tracing the organizational and managerial complementarities to the RT dynamics).
3. The creation of interchange areas, liaison inter-departmental roles or transitory groups of people that contribute to fit techno-scientific developments with the flow of organisational projects.
4. The management of a DC-related product portfolio diversification pattern. This diversification pattern should synchronise somehow the evolution of corporate RTs *vis-à-vis* the dynamics of the industrial sector/s of the organisation.

Even though many technology-driven organisations managed to develop a series of RTs, only rarely a reflexive RT awareness is incorporated into corporate agendas. RT management contributes to concentrate the efforts of different lines of inquiry preventing unnecessary and unnoticed proliferations of isolated area-rooted or discipline-rooted initiatives.

Also and, as mentioned above, RTs are not DCs. Therefore, RT management entails monitoring organisational and managerial transformations related to RT development. Changes in role and area specifications, alliances with stakeholders and partners and key managerial decision-making (e.g. the previously presented buying/doing choice) are also part of the RT management.

The identification and a detailed characterization of the organisational DCs constitute the preliminary steps to define a diversification pattern for the product portfolio of a technology-drive organisation like INVAP. Therefore, monitoring RTs evolutionary paths has the potential to complement conventional industrial sector analysis.

A thorough DC awareness can be of use to accept or reject new development projects. Managers will thus know what was developed in the past, what elements might need minor or major adjustments and what technologies have to be developed from scratch.

Long-range R+D planning in a technology-driven company like INVAP entails managing and balancing at the very least a) the core set of the available RTs and the potential conformation of dynamic capabilities, b) the RTs in need of transformation, and c) (entirely new) RTs to be developed.

REFERENCES

Ansoff, I. (1957). "Strategies for Diversification", *Harvard Business Review*, 35 (5) Sep-Oct: 113-124.

Baird, D. (2004). *Thing knowledge: A philosophy of scientific instruments*. Berkeley, CA: University of California Press.

Baldwin, J. R. & Gellatly, G. (1998). *Are There High-Tech Industries or Only High-Tech Firms? Evidence From New Technology-Based Firms*. Working Paper No. 120, Statistics Canada.

Bush, V. (1945/1999). "Ciencia, la frontera sin fin. Un informe al presidente, julio de 1945", *Revista Redes (Universidad de Quilmes)*, VI (14): 89-156.

Callon, M. (1986). "Some elements of a sociology of translation: domestication of the scallops and the fishermen of St Brieuc Bay", en J. Law (ed.) *Power, action and belief. A new sociology of knowledge?*, London: Routledge & Keegan Paul.

Eisenhardt, K.M. & S.L. Brown (1998). "Time pacing: competing in markets that won't stand still", *Harvard Business Review*, 76 (2): 59-69.

Eisenhardt, K.M. & J.A. Martin (2000). "Dynamic capabilities: what are they?", *Strategic Management Journal*, 21: 1105-1121.

Elzen, B. (1986). "Two ultracentrifuges: A comparative study of the social construction of artefacts", *Social Studies of Science*, 16 (4): 621-662.

Johnston, S.F. (2001). "In search of space: Fourier spectroscopy, 1950-1970", in B. Joerges & T. Shinn (eds.) *Instrumentation between science, state and industry*, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Jovchelovitch, S. & M. Bauer (2000). "Narrative interviewing", in M. Bauer & G. Gaskell (eds.) *Qualitative researching with text, image and sound. A practical handbook*, London, Sage.

Latour, B. (1987). *Science in action*, Milton Keynes: Open University Press.

Latour B. (1996). *Aramis or the love of technology*, Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.

Latour, B. (2005). *Reassembling the Social. An Introduction to Actor-Network-Theory*. New York, NY: Oxford University Press.

Law, J. (1986). "On the Methods of Long Distance Control: Vessels, Navigation, and the Portuguese Route to India", in J. Law (ed.), *Power, Action and Belief: A New Sociology of Knowledge?*, 234-263. Routledge, Henley: Lancaster.

Mintzberg, H. (1983). *Structure in fives: designing in effective organizations*, Engelwood-Cliffs, CA, USA: Prentice-Hall.

Nelson, R. & S. Winter (1982). *An evolutionary theory of economic change*, Cambridge, MA: Harvard University Press.

Nonaka I. & H. Takeushi (1999). *La organización creadora de conocimiento*, Bogotá: Oxford University Press.

Pisano, G. (1996). *The Development Factory: Unlocking the Potential of Process Innovation*, Cambridge, MA: Harvard Business Press.

Rosenberg, N. (1998). "Chemical engineering as a general purpose technology", in E. Helpman (ed.) *General purpose technologies and economic growth*, Cambridge, MA: MIT Press.

Sarason, Y. & L.F. Tegarden (2001). "Exploring a typology of technology-intensive firms. When is a rose a great rose?", *Journal of High Technology Management Research*, 12: 93-112.

Shinn, T. (1993). "The grand Bellevue electroaimant, 1900-1940: Birth of a research-technology community", *Historical Studies in the Physical Sciences*, 24 (1): 157-187.

Shinn, T. (2001a). "The research-technology matrix: German origins, 1860-1900", in B. Joerges & T. Shinn (eds.) *Instrumentation between science, state and industry*, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Shinn, T. (2001b). "Strange cooperations: The U.S. research technology perspective, 1900-1955", in B. Joerges & T. Shinn (eds.) *Instrumentation between science, state and industry*, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Shinn, T. (2005). "New sources of radical innovation: research-technologies, transversality and distributed learning in a post-industrial order", *Social Science Information*, 44 (4): 731-764.

Shinn, T. & B. Joerges (2002). "The transverse science and technology culture: dynamics and roles of research-technology", *Social Science Information*, 41 (2): 207-251.

Silverman, D. (1993). *Interpreting Qualitative Data: Methods for Analysing Talk, Text and Interaction*, London, Sage.

Teece, D.J., G. Pisano & A. Shuen (1997). "Dynamic capabilities and strategic management", *Strategic Management Journal*, 18 (7): 509-533.

Thomas, H., M. Versino & A. Lalouf (2005). "Cuando lo imposible es viable: producir y exportar bienes conocimiento-intensivos en países subdesarrollados. Análisis de la trayectoria socio-técnica de una empresa nuclear y espacial argentina (1974-2004)". Working paper. Universidad de Quilmes.

Von Hippel, E. (1978). "Users as innovators", *Technology Review* (Jan): 3-11.

Von Hippel, E. (1985). "Learning from lead users", in R.D. Buzzell (ed.) *Marketing in an Electronic Age*, Boston, MA, Harvard Business School Press.

Weick, K. (1995). *Sensemaking in organizations*, Thousand Oaks, CA, Sage.

Weick, K. & K. Roberts (1993). "Collective mind in organizations: heedful interrelating on flight decks", *Administrative Science Quarterly*, 38: 357-381.

Weick, K. & K. Sutcliffe (2001). *Managing the unexpected: assuring high performance in an age of complexity*, San Francisco, Jossey-Bass.

Weick, K., K. Sutcliffe & D. Obstfeld (1999). "Organizing for reliability. Process of collective mindfulness", *Research in Organizational Behavior* (21): 81-123.

Wheelwright, S.C. & K.B. Clark (1992a). "Creating project plans to focus product development", *Harvard Business Review*, March-April: 70-82 (Reprint: 92210).

Wheelwright, S.C. & K.B. Clark (1992b). *Revolutionizing Product Development. Quantum Leaps in Speed, Efficiency, and Quality*, New York, NY, The Free Press.

ESPECIFICIDADES DEL PROCESO ESTRATÉGICO EN PYMES ARGENTINAS

*Fardelli Corropelese, Claudio¹
Szlechter, Diego¹
Blanc, Rafael²
Díaz, Daiana¹
González, Natalia¹
Lepratte, Leandro²*

¹ Universidad Nacional de General Sarmiento
² UTN Facultad Regional Concepción del Uruguay

En este trabajo se presentan los resultados de un estudio en el que se analiza el proceso estratégico, con eje en la articulación de los componentes explícitos y tácitos, de pequeñas y medianas empresas. Consideramos que el proceso estratégico en las pymes tiene ciertas especificidades que lo diferencian de los procesos de las grandes firmas. En él confluyen recursos, capacidades organizacionales, habilidades, trayectorias empresariales y el pensamiento estratégico del empresario pyme. Estas especificidades otorgan ventajas y limitaciones en el desarrollo de las etapas del proceso decisorio de definición de estrategias para la organización.

A diferencia de las firmas de mayor tamaño, este tipo de procesos se ven condicionados por las reducidas capacidades de absorción, dificultades para delegar en la toma de decisiones, y la preminencia del empresario pyme (*owner-manager*) como aquel que lleva adelante en última instancia la formulación de la estrategia (Jocumsen, 2004; Zahra y Gerard, 2002; Brouthers, Andreissen y Nicolaes, 1998; Lane y Maxfield, 1996; Cohen y Levinthal, 1989).

El conocimiento empírico e intuitivo de los empresarios es realmente significativo para el desarrollo de las estrategias. Es de suponer que en la medida que el empresario pyme pueda explicitar sus conocimientos, profesionalizarlos y apropiarse de la información disponible, podrá desarrollar una visión global enfocada en el largo plazo.

Se ha trabajado, entonces, con el análisis de las fortalezas específicas de las pymes que posean cierta trayectoria en su rubro con el objeto de poder identificar el conocimiento tácito con el que guían su acción estratégica y cómo pueden fortalecer sus capacidades estratégicas y competencias organizativas. En este aspecto, esperamos que este estudio contribuya a la reflexión y la acción sobre la toma de decisiones estratégicas en el ámbito de las pymes argentinas y posibiliten su desarrollo.

En cuanto a la metodología del trabajo, consistió en la realización de un estudio de casos focalizado en pymes industriales. Según Yin (1994), el estudio de casos es una investigación empírica que estudia un fenómeno contemporáneo dentro de su contexto real, en la que los límites entre el fenómeno y el contexto no son claramente visibles y en la que se utilizan distintas fuentes de evidencia. Su desarrollo puede implicar el uso tanto de datos cualitativos

como cuantitativos por lo que se utiliza una importante variedad de técnicas de recolección de datos, tales como la observación, las entrevistas, los cuestionarios, el análisis de documentos, etcétera.

Los criterios de selección de la muestra fueron los siguientes: de capital nacional y con una planta de personal de menos de 500 empleados y con una antigüedad mínima de por lo menos 10 años. Se propuso relevar una muestra heterogénea de aproximadamente 20 pymes de diferentes sectores de la provincia de Entre Ríos y de Buenos Aires con la mayor heterogeneidad posible en cuanto al tipo de actividad de las organizaciones, de manera de arribar a aspectos comunes entre empresas de sectores diferentes. La diversidad, consideramos, nos permitió acercarnos e intentar establecer conclusiones generalizables.

En cuanto al número de casos, debe señalarse que se trata de una cantidad arbitraria definida a priori siguiendo a tal fin un criterio de saturación teórica: “Las elecciones iniciales de informantes guían hacia otros informantes similares o diferentes; el observar un tipo de sucesos invita a la comparación con otro tipo; y el entendimiento de una relación clave en un contexto revela aspectos a estudiar en otros. Esto es muestreo secuencial conceptualmente conducido” (Valles, 1997). Cabe señalar que no existe un criterio definido para determinar el número de casos que deben conformar el estudio (Pettigrew, 1990). De acuerdo con esta lógica, Chiva Gómez (2001) establece que un estudio de casos requeriría un mínimo de cuatro unidades de análisis, aunque cuanto mayor sea este número, se puede alcanzar una mayor replicación y fiabilidad.

A partir de esta muestra se busca obtener un tipo de generalización analítica de proposiciones teóricas, es decir que a partir de un conjunto particular de resultados se busca ampliar y generalizar teorías (Yin, 1994).

Como señala Sosa Cabrera, el propósito de esta herramienta de investigación es comprender la interacción entre las distintas partes de un sistema y sus características de manera que este análisis pueda ser aplicado de manera genérica (Hartley, 1994), incluso a partir de un único caso, en cuanto a que se logra una comprensión de la estructura, los procesos y las fuerzas impulsoras más que un establecimiento de correlaciones o relaciones de causa y efecto. Ahora bien, no se puede generalizar acerca de hasta qué punto son comunes –cuánto, con qué frecuencia y cuántos– estos tipos de sistemas y patrones de interacción ya que para ello es necesario acometer estudios basados en un gran número de observaciones (Gummesson, 2000).

El trabajo de campo consistió en la realización de entrevistas en profundidad como fuente primaria y como fuentes secundarias se realizó el análisis del material brindando por las empresas: folletería, material de páginas web, etcétera. Las entrevistas fueron desgrabadas en forma completa y analizadas.

CONTEXTO CONCEPTUAL

La estrategia es la definición sobre cómo la empresa va a competir, es decir, la determinación de las políticas necesarias para alcanzar los objetivos empresariales. En esta línea, la formulación de la estrategia competitiva implica un análisis interno que configure los puntos fuertes y débiles que conforman su perfil de activos y habilidades y que determine su posición en relación con sus competidores. Por otro lado, también es necesario un análisis externo del sector industrial y del entorno de la empresa (Porter, 1980; Bañón y Sánchez, 2009).

Sánchez Quintero (2003) señala algunas de las diferencias que se encuentran entre las estrategias diseñadas por grandes empresas y las pymes o microemprendimientos. Mientras que las grandes empresas utilizan habitualmente indicadores de gestión y de desempeño, las pymes no tienen definidos sus propósitos básicos, es decir, misión, visión, objetivos, lo que impide la mejora en los resultados.

El grado de racionalidad también parece una variable en la cual se manifiesta gran diferencia entre grandes y pequeñas empresas. “Dicha racionalidad está entendida como la coherencia entre intencionalidad de actuaciones deliberadas para lograr propósitos predeterminados” (2003: 43). El autor también señala la presencia en las pymes de un “activismo ciego”, es decir, no están claros los fines ni los medios y no se cuantifica ni evalúa la efectividad de sus resultados ni de sus procesos. Se considera que esto ocurre porque se concentran en lo urgente y no tienen tiempo para pensar o prepararse en el mejoramiento de sus resultados.

Según Bañón Sánchez (2009), las empresas tienen diversas alternativas a la hora de fijar sus objetivos estratégicos. La literatura en administración de empresas los ha concretado en varias opciones, como la búsqueda del máximo beneficio (Kallerbeg y Leicht, 1991), la mejora de los ingresos (Chaston y Mangles, 1997), el incremento de la cuota de mercado (Chang y Shing, 2000), la mejora de la productividad (Drucker, 1995) o el aumento del éxito competitivo (Camisón, 1997).

Por otra parte, la literatura en dirección estratégica ha ofrecido dos alternativas teóricas para explicar la consecución de estos objetivos. Una consiste en aprovechar las oportunidades y sortear las amenazas que se derivan de la relación de la empresa con su entorno. La otra se fundamenta en coordinar y aprovechar de forma adecuada y eficiente los recursos con los que cuenta la empresa en relación con sus rivales (Bañón Sánchez, 2009).

Desde el punto de vista de las herramientas de gestión, el enfoque prescriptivo de la administración estratégica ha sufrido diversas críticas en su intento de aplicación a las firmas de menor tamaño relativo. Se sostiene que no resulta fácil integrar coherentemente el planeamiento en el análisis de la pequeña empresa. Uno de los elementos centrales en la escuela tradicional es la elaboración de planes formales de actuación tanto a corto como a largo plazo. Este supuesto

no ha sido verificado en empresas de menor tamaño relativo que, a diferencia de las grandes firmas, efectúan planes principalmente alrededor de proyectos particulares y no en forma generalizada. Es más, la estructura orgánica y desestructurada de la pequeña empresa justifica que la administración estratégica se practique instintivamente (Leonardo y Viego, 1997).

El carácter prescriptivo de la aplicación automática de las grandes firmas a las pymes es rescatado y cuestionado por Mintzberg *et al.* (1999), quienes proponen alejarse de esta perspectiva tradicional y pensar en el management estratégico, el cual supone alejarse de la formalización en cuanto falacia (Mintzberg, 1994) y entender la gestión de forma *simultánea, relacional y holística* en vez de lineal, secuencial y ordenada.

Tradicionalmente, los indicadores de performance hacían referencia a aspectos financieros en las organizaciones tales como el índice de endeudamiento, productividad, rentabilidad, etcétera. A partir de los noventa se comienza a trabajar bajo la conceptualización de que el diseño de indicadores carece de sentido si el análisis de la información obtenida no se traduce en planes de acción. En el caso de las pymes, la mayoría de los análisis carece de precisiones acerca de la naturaleza de la gestión estratégica en este tipo de firmas. En otros casos, se trata de juicios centrados en la falta de formalidad del proceso de formulación de estrategias, en la ausencia de actividades sistemáticas y de rutinas orientadas a definir objetivos y acciones articuladas en torno a un plan estratégico (Kantis, 1996). Sin embargo, estas empresas no afectan su capacidad (Gibb y Scott, 1985) y poseen capacidades básicas empresariales sin las cuales no hubieran conseguido sobrevivir (Leonardo y Viego, 1997; Sánchez Quintero, 2003).

Los empresarios pyme con mayor capacidad estratégica se distinguen no solo por su capacidad para identificar oportunidades, sino también por su elevada flexibilidad y eficiencia para liderar el proceso estratégico, movilizar recursos externos e internos a través de su red de contactos personales y desarrollar un adecuado soporte organizacional interno a través de la delegación y el trabajo en equipo (Kantis, 1996). El conocimiento empírico e intuitivo de los empresarios es realmente significativo para el desarrollo de las estrategias.

El empresario pyme pone en juego un conjunto de conocimientos que se transforman en un recurso clave para el mantenimiento de la ventaja competitiva. Por ello, identificar el conocimiento tácito y el explícito (Nonaka, 2000) supone un desafío a la hora de tomar decisiones estratégicas. El conocimiento tácito es un conocimiento contextual, que surge de la experimentación, utilizable en un contexto particular, difícil de asir, de poner en palabras y complejo de expresar. Se articula desde la acción orientada a la resolución de problemas particulares, complementario al conocimiento explícito, codificable, estandarizado, que pretende ser universal. Para que se genere un aprendizaje organizacional, este conocimiento tácito debería atravesar cuatro etapas:

- Etapa de socialización (*socialization*): consiste en la conversión del conocimiento tácito en tácito a través del intercambio de experiencias entre individuos.

- Etapa de exteriorización (*externalization*), o proceso mediante el cual el conocimiento tácito se convierte en explícito tomando la forma de metáforas, analogías, conceptos explícitos o modelos. Así como en el proceso de socialización la experiencia constituye la vía fundamental de transmisión de conocimiento tácito, el lenguaje y el diálogo son vehículos esenciales para articular el conocimiento tácito y convertirlo en explícito.

- Etapa de combinación (*combination*): consistente en la transformación de conocimiento explícito en explícito. Implica la combinación de distintos tipos de conocimiento explícito. Esto se logra a través de diferentes canales o sistemas formales de transmisión de conocimiento existentes en las organizaciones (documentos, redes de comunicación con soporte informático, bases de datos, etcétera).

- Etapa de interiorización (*internalization*), o proceso que permite la conversión de conocimiento explícito en tácito. Esto se produce cuando el conocimiento explícito existente en la organización es asimilado por los individuos de ella.

Las conclusiones del proyecto “De Emprendedores a empresarios: análisis de los aprendizajes de gestión en los primeros años de una empresa” permitieron comenzar a visualizar la manera en que empresario y empresa van modificando estrategias, metodología y técnicas de trabajo y de gestión a través de procesos evolutivos que no necesariamente significan importantes saltos cualitativos disruptivos con el total abandono de las prácticas previas, sino, por el contrario, se trata de progresiones que implican marchas y contramarchas, cambios y continuidades y, fundamentalmente, aprendizajes diferenciados y paralelos del empresario y de la organización.

En el proceso identificado fue posible observar tres escenarios de conductas posibles, en cuanto procesos integrados cuya conducta es explicable a partir de los grados de autonomía o determinación implícitos en el proceso evolutivo. En un primer escenario de desarrollo, las firmas analizadas muestran un patrón evolutivo “biológico-adaptativo” sustentado en la flexibilidad de maniobra de la firma ante las variaciones de su entorno. Se trata de organizaciones que ajustan el desarrollo de sus capacidades centrales con la interpretación de los ciclos u oportunidades de mercado.

Sin embargo, la estrategia biológica solo es eficaz en los primeros estadios emprendedores, pues les permite captar recursos y organizar la dotación de factores. Consideramos, entonces, que la consecución de comportamientos biológico-adaptativos inhibe, en el mediano y largo plazo, las posibilidades de crecimiento de las firmas.

En un segundo escenario, la evolución de la firma se da en el pasaje de conductas adaptativas hacia un proceso “estratégico-intuitivo” en el cual los empresarios conciben de manera deliberada y planificada sus metas y acciones futuras. Si bien hallamos en la formación de estas decisiones la combinación de nociones intuitivas-tácitas con explicitación de

propósitos, ellas son el resultado de los aprendizajes organizativos adquiridos en la fase “biológico-adaptativa”. En el análisis del proceso estratégico, encontramos que, en la esencia de las concepciones futuras, se manifiestan no tan solo la definición de un “estado futuro deseado” (Mintzberg *et al.*, 1999; Ackoff, 1995) o la proyección de estándares de desempeño, sino también una declaración enfática muñida de certeza. Consideramos que en su concepción, ello distingue al grupo de firmas con altos perfiles de desempeño y de desarrollo evolutivo del conjunto de empresas con menores perfiles de desempeño y evolución, que no han sido capaces de examinar o de concebir sus procesos estratégicos.

Uno de los aspectos claves en la evolución hacia el desarrollo organizacional está dado en la enunciación explícita de políticas. Aquí hallamos un tercer escenario evolutivo, un salto cualitativo en el desarrollo organizacional respecto de la instancia estratégico-intuitiva. En sí mismo, observamos en la determinación de políticas un proceso de abstracción de los aprendizajes organizacionales producto de su capacidad de absorción (Lane y Lubatkin, 1998). En términos conceptuales, ello se vincula con la posibilidad de crear capacidades dinámicas organizativas a través de rutinas y procedimientos imbricados en el marco del proceso estratégico de las firmas (Zahra y George, 2002).

1. La estrategia en las pymes: entre las capacidades organizacionales y las gerenciales

Johnson y Scholes (1999) señalan que para entender la capacidad estratégica de una organización es necesario analizar los recursos que posee. Esto exigirá la valoración de las competencias fundamentales desarrolladas en la aplicación de estrategias de la organización. Un factor que afecta la capacidad estratégica de las firmas refiere claramente a la base de recursos y experiencia acumulados a lo largo de su sendero madurativo (Kantis, 1996). La capacidad estratégica se puede definir como la adecuación y el ajuste de los recursos y competencias de una organización para que esta pueda sobrevivir y prosperar (Johnson *et al.*, 1999).

Resulta útil recurrir a la teoría de los recursos y capacidades (*resource-based view*) surgida en los estudios sobre dirección estratégica, la cual se centra en la existencia de heterogeneidades entre las empresas en lo que a dotación de recursos y capacidades se refiere, se ocupa de estudiar los aspectos internos de la empresa como factores explicativos de los resultados que obtiene. Algunos estudios que utilizan como marco teórico la teoría de recursos y capacidades se ocupan de evaluar la capacidad de la empresa para formular e implantar su estrategia y llegan a la conclusión de que de esta manera también se obtienen ventajas competitivas (Hart y Banbury, 1994; Mc Grath *et al.*, 1995).

En este sentido, el trabajo empírico de Ojeda Gómez (2009) señala que, desde un enfoque estratégico y por una necesidad de las pymes de allegarse de los recursos y capacidades que no tiene, surgen variados acuerdos de cooperación empresaria. En muchas ocasiones, la

cooperación surge de manera informal hasta que el empresario reconoce que puede beneficiarse de ello y se plantean objetivos estratégicos. “Por ello, a través de las relaciones de cooperación, los esfuerzos conjuntos de las empresas han permitido incrementar su capacidad de manera que puedan servir a un mayor número de clientes, e incluso desarrollar proyectos de mayor dimensión” (2009: 50).

Proceso de toma de decisiones estratégicas en pymes

El proceso de decisiones estratégicas en firmas de diferentes portes ha sido objeto de diversos modelos de análisis y explicación (Kingsley y Malecki, 2004; Johnson, Melin y Whittington, 2003; Beal, 2000; Brouthers, Andreissen y Nicolaes, 1998). Implica un proceso cognoscitivo individual y colectivo que pone en juego mecanismos diversos de exploración, percepción, aprendizajes acumulados e implícitos y otros fenómenos organizacionales (Cole Wright, 2010; Nooteboom, 1999; Nonaka y Kono, 1998; Nonaka, 1998).

Notado está por la literatura especializada que, en el ámbito de las decisiones estratégicas en pymes, los modelos de racionalidad plena aplicables a grandes firmas se encuentran lejos de evidenciar la dinámica de estos procesos en ellas. Las referencias a la toma de decisiones estratégicas en estas ponen de manifiesto particularidades en torno a los modelos de racionalidad limitada e intuitivos. Esto quiere decir que representan procesos que van desde principios incrementales, iterativos, no lineales y con información imperfecta hasta aquellas guiadas por corazonadas (*gut feeling*), independientes del conocimiento empírico y no conscientes (Cole Wright, 2010; Miller y Ireland, 2005; Mitchell, Friga y Mitchell, 2005; Jocusmsen, 2004; Simon y Houghton, 2002; Harfield, Driver y Beukman, 2001).

Esto no significa que el proceso de toma de decisiones estratégicas en pymes no sea complejo. Es más, se relaciona con una diversidad de factores y particularidades en este tipo de firmas tales como el grado de desarrollo de sus capacidades organizacionales y gerenciales, los recursos humanos implicados en los procesos de aprendizaje, la centralidad del empresario en la toma de decisiones, la toma de decisiones simultáneas en diferentes áreas de especialización, el manejo permanente entre lo operativo y lo estratégico y el condicionamiento a las experiencias, limitaciones y supuestos cognitivos del empresario.

Se trata de un proceso que se conecta con las capacidades y recursos de las firmas para buscar información, interpretarla y utilizarla en el sentido de toma de decisiones estratégicas, lo cual requiere metodologías, recursos humanos y conocimientos que posibiliten la dinámica decisoria.

En las pymes, a diferencia de las firmas de mayor tamaño, este tipo de procesos se ve condicionado por las reducidas capacidades de absorción, dificultades para delegar en la toma de decisiones y la preeminencia del empresario pyme (*owner-manager*) como aquel que lleva

adelante en última instancia la formulación de la estrategia (Jocumsen, 2004; Zahra y Gerard, 2002; Brouthers, Andreissen y Nicolaes, 1998; Lane y Maxfield, 1996; Cohen y Levinthal, 1989).

Recientes aportes al estudio de los procesos de toma de decisiones estratégicas en pymes han propuesto una serie de dimensiones de análisis que parten de considerar los disparadores (internos y externos) para la toma de decisiones y pasan por la relación iterativa entre subprocesos de generación de información, deliberación y generación de alternativas de opciones estratégicas. Estos tres subprocesos (no lineales) dependen de las características personales del empresario pyme como así también de las capacidades y recursos internos de la firma. Todos estos componentes dan lugar a una decisión estratégica determinada que se desarrolla siempre en un contexto (*environmental context*) (Lieberman-Yaconi, Hooper y Hutchings, 2010).

A partir de estos componentes teóricos, se ha establecido para el presente estudio una serie de categorías de análisis conforme a los aportes recientes de la literatura especializada. En especial al trabajo de Lieberman-Yaconi, Hooper y Hutchings que enunciamos anteriormente (2010).

A continuación se detallan las categorías de análisis con su correspondiente definición operacional:

1. Disparadores de la toma de decisiones estratégicas: son aquellas situaciones, hechos y/o acciones que dan inicio a los procesos de toma de decisiones estratégicas. Esta categoría implica el análisis de la naturaleza interna o externa del inicio de los procesos, independientemente del grado de sistematicidad y periodicidad en la generación de estos.

Con respecto a la naturaleza interna y/o externa, los disparadores pueden presentar gradualidades. Los *internos* tienen relación con procesos endógenos de las firmas, ya sea de tipo cultural, estructural, desarrollo de capacidades y/o recursos. Por otro lado, los externos representan situaciones, contingencias, cuestiones contextuales que desencadenan los procesos de toma de decisiones.

2. Tecnologías de gestión. Hacen referencia a las herramientas y/o modelos para el análisis interno y externo, la planificación y el desarrollo de procesos estratégicos. Su uso está orientado a diversas dimensiones estratégicas de las firmas: capacidades, productos, procesos, comercialización, inversiones, etcétera.

3. Perfil y características personales del empresario pyme. Comprende los aspectos de la trayectoria personal, educativa y profesional del empresario. Asimismo, incluye su conocimiento del sector y la experiencia acumulada en gestión de empresas y/u organizaciones empresariales. Tiene en cuenta los componentes de la idiosincrasia del empresario.

4. Características del proceso de toma de decisiones estratégicas. Implica el grado de racionalidad y sistematización del proceso de toma de decisiones, las fuentes de información y la generación del conocimiento (relación entre lo tácito-codificado). Es el núcleo central de análisis del proceso y se compone de tres subcomponentes iterativos relacionados entre sí:

4.1. el manejo de información,

4.2. la modalidad de centralización/descentralización en la toma de decisiones,

4.3. la sistematicidad en la generación de ideas y propuestas para nutrir las decisiones.

4.a. Manejo de información para la toma de decisiones estratégicas. Se relaciona con el tipo de información (interna o externa) que se utiliza y su relación con procesos cognitivos a nivel organizacional ya sean tácitos y/o codificados implícitos en la toma de decisiones estratégicas.

4.b. Deliberación para la toma de decisiones. Corresponde a los procesos dialógicos que vinculan conocimientos tácitos y codificados a partir de instancias con mayor o menor nivel de participación de actores a nivel organizacional de la firma. El nivel de centralización y participación en el proceso de toma de decisiones define esta categoría.

4.c. Sistematicidad en la generación de opciones. Categoría temporal que toma en cuenta las características diacrónicas del proceso de toma de decisiones estratégicas y su sistematización desde modelos lineales altamente metódicos hasta procesos más esporádicos y de tipo reactivos o arbitrarios.

5. Alcance de las decisiones estratégicas. Representa el significado e importancia que tienen para el empresario y/o la firma las decisiones estratégicas, desde posiciones más racionales (utilidad, productividad) hasta aquellas más emotivas.

6. Comprensión del entorno. Es entendido aquí como la percepción y “recorte” del entorno por parte del empresario y/o la firma en el momento de desarrollar el proceso de toma de decisiones estratégicas. Se relaciona con el manejo de la incertidumbre.

Conforme al análisis de las diferentes categorías, se ha establecido una serie de tipos ideales de patrones de decisiones estratégicas que van desde un modelo racional, pasando por uno de racionalidad limitada, hasta uno de naturaleza totalmente intuitiva.

El *patrón de tipo racional* se asemeja a los modelos prescriptivos de definiciones de estrategias (Chandler, 1962; Andrews, 1971). Parten de una búsqueda sistemática, en el interior y en el exterior de la empresa (bajo premisas técnico-científicas), de disparadores de las tomas de decisiones. El entorno aparece aquí como captado por procedimientos “objetivos” y de naturaleza cercana al método científico de la epistemología positivista. Presenta un proceso sistemático, comprensivo, etapista, que opera bajo principios de información perfecta y deliberación lógico-analítica. Las alternativas de decisiones estratégicas aparecen como una

opción óptima resultante de un proceso sistemático de análisis de información técnica. En él participa un cuerpo técnico altamente profesionalizado que utiliza herramientas y tecnologías de gestión para la elaboración de conocimientos y su posterior utilización en la toma de decisiones, este es el único proceso válido y confiable para tomar decisiones a posteriori. El sentido de la empresa está en la maximización y el logro de altas utilidades y el liderazgo estratégico se encuentra centrado en un empresario con altos conocimientos técnicos y científicos en administración, con independencia de su trayectoria en el sector de actividad y el conocimiento de la idiosincrasia de las firmas.

El *patrón de tipo racional-limitado* es aquel que en la literatura especializada se asemeja al tipo de estrategias en sentido adaptativo (Mintzberg, 1978), en las que el entorno es un generador permanente de oportunidades y amenazas a las que la empresa debe responder en forma rápida poniendo en juego sus capacidades y recursos. Sus generadores de proceso de toma de decisiones estratégicas son un mix de componentes de captación vía herramientas técnicas y de observación de oportunidades del entorno. El proceso, lejos de ser lineal, tiene limitada comprensión analítica, como así también es acotado en el tiempo. Parte de un principio de información imperfecta, en el que entran en juego lo tácito y lo codificado. En tal sentido, la deliberación aquí es iterativa, compleja, con idas y vueltas. Se generan opciones de decisiones estratégicas que se dan en forma incremental bajo principios muchas veces de ensayo y error. Utiliza elementos intuitivos como así también herramientas de gestión para la generación de conocimientos para la toma de decisiones.

El liderazgo estratégico está centrado en un empresario con cualidades técnicas, pero acompañado por un amplio conocimiento del sector de pertenencia de la empresa y un desarrollo de cierto sentido de pertenencia a ella, lo que sustenta su experiencia para la toma de decisiones.

El *tipo ideal de características intuitivas* se caracteriza por su carácter netamente interpretativo y escasamente cercano a postulados positivistas aplicados a la toma de decisiones estratégicas. En la literatura especializada se lo puede considerar cercano a los planteos interpretativos sobre la estrategia (Dirsmith, 1984). Los disparadores de las tomas de decisiones se encuentran planteados en términos de contingencias que generan oportunidades y amenazas que ponen en alerta a la empresa. El proceso de toma de decisiones es repentino, basado en “corazonadas”, con ausencia de análisis técnico o formulación en forma lineal. La información es generada en ausencia de procedimientos sistemáticos y se legitima por sus fuentes y sin método científico. La reflexión para la toma de decisiones no es deliberadamente consciente. Surge por una generación asistemática de ideas que pueden provenir de distintos puntos de la empresa. No existen tecnologías de gestión aplicables a la generación de conocimientos. El rol del empresario, su experiencia y su trayectoria en el sector son claves en el momento de definir

la estrategia a seguir. En él se sustenta la legitimidad de las decisiones. Las decisiones estratégicas se sustentan en sentidos arbitrarios, cercanos al concepto de satisfacción.

2. Análisis de dimensiones del proceso de toma de decisiones estratégicas en pymes

El proceso estratégico se da siempre en un contexto determinado y conlleva una serie de características que pueden configurarse en por lo menos tres tipos ideales de patrones de toma de decisiones estratégicas: racional, racional limitado o intuitivo. Las características o dimensiones de análisis consideradas abarcan aspectos contextuales tales como los disparadores (internos y externos) para la toma de decisiones, pasando por la relación iterativa entre subprocesos de generación de información, deliberación y generación de alternativas de opciones estratégicas, hasta aspectos tales como las características personales del empresario pyme y las capacidades y recursos internos de la firma (Lieberman-Yaconi, Hooper y Hutchings, 2010).

Siguiendo los supuestos que planteamos en el marco de referencia, la base empírica nos demuestra que los procesos de toma de decisiones en pymes se encuentran alejados de los modelos racionales y la planificación estratégica. Esto nos llevó a comprender que era preciso analizar estos procesos teniendo en cuenta: el rol del empresario pyme, las particularidades del conocimiento e información en estas firmas, su relación con el entorno y el papel de otros actores dentro de ellas.

Como cuestión clave hemos comprendido la presencia de un “activismo ciego” en los empresarios pyme, es decir que operan bajo principios de *racionalidad limitada* (Conlisk, 1996). En los casos estudiados se manifiesta que no están claros los fines ni los medios en un sentido explícito y no se cuantifica ni evalúa la efectividad de sus resultados y procesos. Se ve en el empresario un fuerte sentido de la *intuición* en el momento de decidir, pero esta decisión está basada en datos (limitados) como son los indicadores internos y externos del funcionamiento del negocio. Juega un rol importante también el apoyo en la historia empresarial del dueño o gerente de la empresa, comprendido esto en términos de una experticia, experiencia o trayectoria de resolución de problemas relacionados con un campo acotado de fenómenos. Esto implica procesos de aprendizaje sustentados, la mayoría de las veces, en componentes tácitos.

Esto nos lleva a interpretar que en el proceso de toma de decisiones estratégicas en las pymes se da una conjunción entre el conocimiento tácito y el codificado. El tácito se verifica en la importancia de los saberes previos adquiridos por la experiencia del empresario y en el contenido dialógico de la información que este utiliza para tomar decisiones. Las decisiones

responden a un proceso lógico, el cual no se encuentra explicitado en ningún manual ni procedimiento, pero se da de forma reiterada, a modo de patrón de comportamiento. En el caso de lo explícito, se puede interpretar al observar que las decisiones estratégicas también toman en cuenta la información de carácter cuantitativo basada en variables internas o externas de la empresa. Si bien hay que reconocer que estos indicadores varían en cada caso y presentan particularidades sectoriales.

Otro aspecto relevante tiene que ver con el rol que presentan en las empresas analizadas los otros actores relacionadas con ella, ya sean internos o externos. La deliberación no lineal en el momento de establecer decisiones y con un fuerte componente iterativo nutre el proceso de definición de las estrategias de la información provista por ellos, ya sea vía modalidades formales (proyectos específicos, búsquedas de información, etcétera) como así también informales (diálogos, encuentros empresarios, etcétera).

Sobre la cuestión del alcance de los objetivos, las pymes no coinciden con la gran empresa o bien con el ideal de las concepciones de la elección racional vinculadas a la concepción de maximización de beneficios. En las pymes analizadas, el patrón, a la hora de fijar los objetivos estratégicos, está estrechamente vinculado a los objetivos del gerente o dueño, que varía entre diferentes cuestiones tales como: la continuidad de la empresa, la abstención de despedir personal, mantenerse en rubros o productos que el dueño conoce a pesar de haber otros más lucrativos, etcétera. Esto quiere decir que los objetivos estratégicos no coinciden con los postulados de la maximización de utilidades, sino que son emergentes de procesos con particularidades y complejidades propias del comportamiento organizacional de las pymes, sean estas las características del empresario, la participación del entorno familiar en la toma de decisiones, la información imperfecta o un concepto de alcanzar los objetivos cercanos a motivaciones de tipo emocional o de otra naturaleza, no meramente racional.

La presencia de un sentido *planificador* de las acciones estratégicas existe y es importante, especialmente en el momento de reorientar una estrategia a la salida de las crisis; pero no está formalizada en planes en el sentido tradicional. Las estrategias están generalmente en ideas de los dueños o gerentes que van generando, a partir de estas, acciones sustentadas en algunos mandos medios o actores relevantes del contexto en el interior de las firmas. Dichas acciones se pueden plantear, algunas veces, en forma de proyectos específicos. Estos lineamientos o ideas fuerza, de tipo estratégicas, son medidos con indicadores de distintos tipos que se basan, en parte, en datos internos o externos a la empresa sumados al conocimiento del gerente para interpretar el resultado. Los indicadores no se encuentran establecidos en forma explícita, sino que conforman una serie de indicadores tácitos manejados, vía experiencia y experticia sectorial por el dueño o gerente y sus colaboradores.

En estos términos, las capacidades del dueño o gerente de las pymes conforman un recurso diferenciador de estas, lo cual ata a las pymes a la trayectoria de aprendizajes y decisiones de

ellos. El dueño o gerente es en gran parte el que le permite a la empresa absorber conocimiento y conectarse con clientes, proveedores y otras empresas e instituciones.

Esto lleva a comprender la complejidad de la toma de decisiones en las pymes, su carácter intuitivo y la relación con el ambiente. La intuición juega aquí un rol clave en el proceso de toma de decisiones. En cuanto modo de conocimiento que articula información tácita y codificada, articula la experiencia y resolución de problemas de una organización y genera alternativas para la absorción (vía aprendizajes) del entorno. La intuición, esgrimida como una modalidad clave de conocimiento por parte de los empresarios pyme analizados, para la toma de decisiones se constituye en un fenómeno clave del proceso de toma de decisiones. Condiciona también la modalidad del vínculo adaptativo de la empresa al entorno. El ambiente funciona como un condicionante para las decisiones del empresario y su equipo. Es un importante disparador de procesos estratégicos, que se comporta de forma inestable generando incertidumbre y estableciendo una idea del tiempo y el espacio en términos de inestabilidad, riesgos y crisis, sobre los cuales hay que dar respuestas en sentido adaptativo y no siempre sustentadas en evidencias analíticas o empíricas de base técnico-científica. Dado que la aplicación de tecnologías de gestión en las pymes es escasa o rudimentaria y está vinculada a certificaciones de calidad o procesos de mejoras en aspectos de producción, comercialización, etcétera.

Por ende, y conforme al análisis de las diferentes dimensiones, la mayoría de las pymes se encuadran de manera oscilante entre el patrón racional-limitado y el intuitivo por lo que resultaría interesante plantear un cuarto patrón que se ajustara más asertivamente a los resultados obtenidos. En este sentido, nos resultó iluminador el texto de Herbert Simon acerca del rol de la intuición y la emoción en la toma de decisiones.

En las pymes estudiadas encontramos un tipo de proceso estratégico que se aleja de la perspectiva tradicional del planeamiento estratégico y se acerca a un proceso centrado en el empresario pyme o dueño, que trabaja con proyectos acotados y específicos valiéndose de cierta información, experiencia e intuición que constituyen el elemento clave que otorga la especificidad del proceso estratégico en las pequeñas y medianas empresas. El empresario pyme tiene recursos clave, como el conocimiento experiencial, la pericia, la técnica y la trayectoria en el rubro, que moviliza a la hora de definir estrategias.

Es por ello que el empresario pyme es el jugador experto de ajedrez (Simon, 1987) en el cual la ventaja en el juego viene dada por el nivel de habilidades de los jugadores. Tal como los jugadores expertos, que cuando se les pregunta cómo piensan buenas jugadas bajo situaciones de torneo tan rápidamente, los empresarios de las pymes estudiadas señalan a la intuición. Esta respuesta aparece frecuentemente cuando se consulta por las definiciones estratégicas, pero no se trata de una intuición despojada de reflexión o caprichosa, se trata de un juicio intuitivo respaldado en conocimientos y experiencia. Simon (1987) señala dos conclusiones relevantes.

La primera es que los expertos llegan a diagnósticos y a resultados, pero no pueden decir cómo y la segunda es que esta habilidad implica reconocer y recuperar trozos y patrones almacenados en la memoria. Los expertos son capaces de realizar grandes pasos en el juicio intuitivo, pero no es solo intuición, sino que se trata de una combinación muy estrecha entre análisis e intuición y este mix depende de la complejidad del problema que se debe resolver.

Ergo, el proceso estratégico basado en un tipo de juicio intuitivo experto es privativo de los empresarios pyme, fundadores, con largas trayectorias, que son capaces de recuperar en su memoria antecedentes situacionales y definir estrategias por “corazonada”, “olfato”. En el juego de ajedrez sí es posible que los principiantes o novatos llegaran finalmente al mismo resultado a través de procesos más conscientes y luego de un largo análisis explícito. En las pymes estudiadas podría considerarse que las segundas generaciones o niveles jerárquicos inferiores tienden a incorporar, a través de la educación formal en disciplinas como marketing y gestión, las habilidades que los empresarios pymes fundadores poseen en su bagaje experto y que les permiten definir estas estrategias con una gran dosis de intuición.

Cuando hablamos de intuición nos encontramos con la dificultad de la diversidad de definiciones que rondan en la literatura sobre *management*, pero podemos sintetizar que este *patrón de toma de decisiones estratégicas intuitivo experto* que aparece en las pymes estudiadas está por fuera del pensamiento consciente, es rápido y es respaldado por conocimientos. Sin embargo, que este proceso sea no consciente no implica que no exista un razonamiento cognitivo ya que se ha demostrado que gran parte del pensamiento cognitivo se produce fuera de la conciencia. En este aspecto retomamos a Nonaka y Takeuchi (1998) para señalar que tras la intuición se conjuga una multiplicidad de saberes que permanecen tácitos en el empresario pyme. Estos saberes nacen del aprendizaje en la acción y, por ende, tienen su base en procedimientos individuales, son subjetivos e inaccesibles.

En las pymes estudiadas, el conocimiento que sirve como base para la toma de decisiones estratégicas permanece en la mente del empresario/dueño y solo es posible ver en algunos casos cómo aparecen tímidamente el desarrollo de la primera y segunda fase.

En línea con otros aportes en la literatura especializada, en este trabajo hemos reconocido que los procesos de toma de decisiones estratégicas no son plenamente racionales. La estrategia en términos de un planeamiento totalmente racional es un oxímoron dado que la planificación es analítica y la estrategia es sintética (Mintzberg, 1994). A esto se suma en nuestro caso el considerar, en el contexto de las pymes, que los procesos de decisiones estratégicas implican cuestiones de *racionalidad limitada* y especialmente *intuición* (Simon, 1987; Pond, 1983).

La intuición es un proceso sofisticado de conocimiento que requiere años de resolución de problemas en un campo específico, implica un saber experto fundado en detalles de experiencias y saberes sobre una industria. Aparece en situaciones que de algún modo se han vivido, testeado, vivenciado y experimentado en un rama de actividad (Rowan, 1990). Tal como lo ha

mostrado Simon, la “intuición no es un proceso que opera independientemente del análisis, ya que ambos procesos son componentes complementarios de un proceso de decisión efectiva” (Simon y Gilmarin, 1973: 33). De esta forma, implica una *percepción holística* que trasciende los modos racionales de conocimiento, lo cual implica reconocer que la intuición es un proceso cognitivo que requiere la elaboración de marcos de referencias, con aportes de diferentes enfoques disciplinares alejados de los postulados del pensamiento positivista en el análisis organizacional.

A MODO DE CONCLUSIÓN

Como se ha podido apreciar, la evidencia empírica del estudio nos presenta una serie de especificidades de las pymes que difícilmente nos posibilitan generar encasillamientos analíticos precisos en las tipologías planteadas. Si bien existen amplias referencias a las características del proceso de toma de decisiones estratégicas propias de los modelos de racionalidad limitada e intuición, requerirá de futuros estudios esclarecer, vía aportes teóricos y metodológicos refinados, la complejidad de estos.

Conforme a nuestro marco metodológico, se generaron tipologías sobre la modalidad de las decisiones estratégicas en las pymes. Ahora bien, ¿cómo poner en palabras un proceso de toma de decisiones estratégicas cuando, en el lenguaje “nativo” de los empresarios, este se manifiesta en términos de corazonadas, de acciones espasmódicas, “satisfacción”, visiones sin un aparente fundamento empírico o racional? Probablemente a la hora de encarar la investigación nos vimos motivados por un prejuicio positivista sobre los procesos de conocimiento y toma de decisiones en las empresas.

Siguiendo un patrón positivista, intentamos encasillar las diferentes formas de decisiones estratégicas en tres tipos dentro de un continuo que iba desde lo racional hasta lo puramente intuitivo. Siguiendo a Weber (1996) y a Mouseliz (1991), los tipos ideales no constituyen realidades en sí mismas o cosificaciones de la realidad, sino que sirven de herramientas conceptuales que ayudan a asir la acción social de los agentes con el fin de verificar la distancia que separa el caso empírico del tipo ideal.

La complejidad de la realidad que se nos presentaba a la hora de interpretar el discurso de los empresarios demostró que el “encasillamiento positivista” no parecía demostrar la suficiente eficacia a la hora de describirla cabalmente y, por otra parte, llevaba implícito el supuesto de que las pymes, al presentar modelos de racionalidad limitada o de tipo intuitiva, operaban bajo modalidades irracionales y no maximizadoras. De alguna forma, esto se debe al carácter peyorativo que se le suele atribuir a la intuición, a lo aparentemente ilógico e irracional de ella en la tradición de Occidente. Esto se debe al modo occidental (positivista) de concebir el conocimiento –y a la realidad–, el cual se guía –en apariencia– de manera neutral, objetiva y

siempre fundamentada en un razonamiento hipotético deductivo y desestima otros modos de conocimiento y comportamiento alejados de estos postulados. Pero “para novedades, los clásicos”, como sostenía Miguel de Unamuno. Cuando nos propusimos desarticular todos estos supuestos, nos enfrentamos con un concepto novedoso de la “intuición”, si bien ya esbozado por un clásico como Herbert Simon. El hallazgo está dado en la necesidad de generar nuevas formas de abordaje del discurso y las prácticas del empresario pyme, que requieren un proceso de deconstrucción de nuestros modelos mentales y luego de reconstrucción bajo supuestos de nuevos paradigmas de análisis de fenómenos organizacionales.

Esto nos lleva a plantear la necesidad de explorar, en futuras investigaciones, sobre el comportamiento de las pymes, los aportes de diferentes disciplinas altamente relevantes para el campo del análisis organizacional como son, por ejemplo, las ciencias cognitivas. Comprender los aportes recientes en el campo de las ciencias cognitivas, nos llevará a asumir, como supuestos del análisis de las pymes, que no existe nada de “místico”, “paranormal” o “irracional” en los procesos intuitivos (Simon, 1987; Prietula y Simon, 1989), sino que, por el contrario, los procesos intuitivos implican aprendizajes y una larga experiencia para poder desarrollarlos. Estos consisten en una “masa de hechos, patrones, conceptos, técnicas, abstracciones, y generalmente lo que llamamos conocimiento informal o creencias, que se encuentran en la mente” (Barnard citado por Simon, 1987).

En las pymes estudiadas hemos encontrado, principalmente, un tipo de proceso estratégico que se aleja de la perspectiva tradicional del planeamiento estratégico y se acerca a un proceso centrado en el empresario pyme o dueño, que trabaja con proyectos acotados y específicos valiéndose de cierta información y una tríada conformada por conocimiento, experiencia e intuición que hacen a la ontología, la especificidad de las pequeñas y medianas empresas.

REFERENCIAS

- Ackoff, R. (1995). *Planificación de la empresa del futuro*, México, Limusa.
- Andrews, K.R. (1971). *The concept of corporate strategy*, Homewood, IL, Irwin.
- Argyris, Ch. (1999). *Conocimiento para la acción*, Buenos Aires, Granica.
- Bañón A. y A. Sánchez (2009). “Recursos críticos y estrategia en la pyme industrial”, en *Revista ICE Tribuna de Economía* N° 846: 193-212, enero-febrero, Madrid.
- Beal, R.M. (2000). “Competing Effectively: Environmental Scanning, Competitive Strategy, and Organizational Performance in Small Manufacturing Firms”, en *Journal of Small Business Management* 38(1): 27-47.

Behling, O. y N.L. Eckel (1991). "Making Sense out of Intuition", *Academy of Management Executive* 5(1), 56-54.

Bonache Pérez, J. (1999). "El estudio de casos como estrategia de construcción teórica: características, críticas y defensas", *Cuadernos de Economía y Dirección de la Empresa*, 3: 123-140.

Brouthers, K., F. Andreissen e I. Nicolaes (1998). "Driving Blind: Strategic Decision Making in Small Companies", *Long Range Planning* 31(1): 130-138.

Camisón, C. (1997). *La competitividad de la pyme industrial española: estrategia y competencias distintivas*, Madrid, Civitas.

Chandler Jr., A.D. (1962). *Strategy and structure*, Cambridge, MA, MIT Press.

Chang, S. y H. Singh (2000). "Corporate and Industry Effects on Business Unit Competitive Position", *Strategic Management Journal*, volumen 21, número 7.

Cole Wright, J. (2010). "On intuitional stability: The clear, the strong, and the paradigmatic", *Cognition* 115: 491-503.

Collis, D. y C. Montgomery (1994). "Competings on resource strategic in the 1990s". *Harvard Business Review*, Vol. 73, julio-agosto: 118-128.

Conlisk, J. (1996). "Why Bounded Rationality?", *Journal of Economic Literature*, Vol. XXXIV (junio): 669-700.

Cyert, R.M., H. A. Simon y D B. Trow (1956). "Observation of a Business Decision", *The Journal of Business* 29(4): 237-248.

Dirsmith M.W. y M.A. Covaleski (1983). "Strategy, external communication and environment context", *Strategic Management Journal*, 4: 137-151.

Drucker, P. (1995). "The Information Executives Truly Need", *Harvard Business Review*, enero-febrero.

Fardelli, C. *et al.* (2007). "De emprendedores a empresarios: análisis de los aprendizajes de gestión en los primeros años de una empresa". Informe Final. Mimeo. Los Polvorines, Universidad Nacional de General Sarmiento.

Flamholtz, E. e Y. Randle (1998). *Changing the game. Transformations of the first, second, and third kinds*, Oxford University Press.

Freeman, J. y M. Hanan (1984). "Structural Inertia and Organizational Change", *American Sociological Review*, n° 49: 149-164.

Gibb, A. y M. Scott (1985). "Strategic Awareness, personal commitment and the process of planning in the small business", *Journal of Management Studies*, 22 n° 6: 597-631.

Gummeson, E. (2000). "Qualitative methods in management research". Sage Publications. Citado en: Sosa Cabrera, S. (2003) "La génesis y el desarrollo del cambio estratégico: un enfoque dinámico basado en el momentum organizativo". Tesis doctoral. Facultad de Ciencias

Económicas y Empresariales, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Palmas de Gran Canaria.

Hart, S. y C. Banbury (1994). "How Strategy-making process can make a difference", *Strategic Management Journal*, vol. 15.

Hartley, J.F. (1994). "Case studies in organizational research", en Casell, C. y G. Symon (eds.) *Qualitative methods in organizational research*, Londres, Sage Publications.

Jocumsen, G. (2004). "How do Small Business Managers Make Strategic Marketing Decisions? A Model of Process", *European Journal of Marketing* 38(5/6): 659-674.

Johnson, G. y K. Scholes (1999). *Dirección estratégica*, Madrid, Prentice Hall.

Johnson, G., L. Melin y R. Whittington (2003). "Micro-Strategy and Strategising", *Journal of Management Studies* 40(1): 3-22.

Kalleberg, A. y K. Leitch (1991). "Gender and Organizational Performance: Determinants of Small Business Survival and Success", *Academy of Management Journal*, vol. 34.

Kantis, H. (1996). "Inercia e innovación en las conductas estratégicas de las Pymes argentinas. Elementos conceptuales y evidencias empíricas", en *Documento de Trabajo* n° 73, Buenos Aires, CEPAL.

Kingsley, G. y E.J. Malecki (2004). "Networking for Competitiveness," *Small Business Economics* 23(1): 71-84.

Lane, D. y R. Maxfield (1996). "Strategy under Complexity: Fostering Generative Relationships", *Long Range Planning*, 29: 215-231.

Lane, P.J. y M. Lubatkin (1998). "Relative absorptive capacity and interorganizational learning", *Strategic Management Journal*, Vol. 19, N° 5: 461-477.

Leonardo, V. y V. Viego (1997) "Ambientes selectivos y estrategias dominantes. El caso de las pymes localizadas en Bahía Blanca", en *Documento de Trabajo*, Departamento de Economía, Universidad Nacional del Sur.

Lieberman-Yaconi, L., T. Hooper y K. Hutchings (2010). "Toward a Model of Understanding Strategic Decision-Making in Micro-Firms: Exploring the Australian Information Technology Sector", *Journal of Small Business Management*, 48(1): 70-95.

March, J. (1991). "Exploration and exploitation in organizational learning", *Organization Science*, 2:71-87.

Mc Grath R., I. Mc Millan y S. Venkataraman (1995). "Defining and Developing Competence: A Strategic Process Paradigm", *Strategic Management Journal*, vol. 16.

Miller, C. y R. Ireland (2005). "Intuition is strategic decision making: Friend of foe in the fastpaced 21st century", *Engineering Management Review*, IEEE.

Mintzberg, H. (1978). "Patterns in strategy formation", *Management Science*, 24: 934-948.

Mintzberg H. (1994). *The rise and fall of strategic planning*, Nueva York, Free Press.

Mintzberg H., B. Ahlstrand y J. Lampel (1999). "Safari a la estrategia", Buenos Aires, Granica.

Mintzberg H., J. Quinn, y J. Voyer (1997). *El proceso estratégico: Conceptos, contextos y casos*, México, Prentice Hall.

Mintzberg, H., D. Raisinghani y A. Theoret (1976). "The Structure of 'Unstructured' Decision Processes", *Administrative Science Quarterly* 21(2): 246-275.

Mitchell, J.R., P.N. Friga y R.K. Mitchell (2005). "Untangling the Intuition Mess: Intuition as a Construct in Entrepreneurial Research", *Entrepreneurship Theory and Practice*, 29(6), 653-679.

Mouseliz N. (1991). "El tipo ideal de burocracia", en *Organización y burocracia*, Ediciones Península, Barcelona, pp. 45-61.

Nelson, R. y S. Winter (1982). *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Cambridge, Massachusetts, Harvard University Press.

Nonaka, I. (1998). *The knowledge-creating company*, Boston, Harvard Business School Press.

Nonaka, I. (2000). "La empresa creadora de conocimiento", *Gestión del Conocimiento, Harvard Business Review*, Deusto, Bilbao.

Nonaka, I. y N. Konno (1998). "The concept of ba: building of foundation for knowledge creation", *California Management Review*, 40, 3: 40-54.

Nooteboom, B. (1999). "Innovation, learning and industrial organization", *Cambridge Journal of Economics*, 23(2):127-150.

Pondy, L. (1983). "The union of rationality and intuition in management action. Introduction: common themes in executive thought and action", en S. Srivastava and associates (eds.) *The executive mind*, San Francisco, Jossey-Bass.

Porter, M. (1980). *Competitive Strategy: Techniques for Analyzing Industries and Competitors*, Nueva York, Free Press.

Porter, M. (1990). *The Competitive Advantage of Nations*, Nueva York, Free Press.

Prietula, M.J. y H.A. Simon (1989). "The experts in your midst", *Harvard Business Review*, 67, 1: 120-124.

Rowan, R. (1990). "Listen for those warning bells", en W.H. Agor (ed.), *Intuition in organizations*, Newbury Park, California, Sage Publications, pp. 195-204.

Rubio A.M. (2004) "Factores explicativos del éxito competitivo en la pyme". Tesis Doctoral, Universidad de Murcia.

Sánchez Quintero, J. (2003). "Estrategia integral para pymes innovadoras", en *Revista Escuela de Administración de Negocios*, enero-abril, N° 47: 34-45.

Schoemaker, P.J.H. (1993). "Strategic Decisions in Organizations: Rational and Behavioural Views", *Journal of Management Studies* 30(1): 107-129.

Schwartz H. (ed.) (1998). *Rationality Gone Awry? Decision-Making Inconsistent with Economic and Financial Theory*, Londres, Praeger.

Simon, H. (1982). "Theories of bounded rationality", en H. Simon (ed.) *Models of bounded rationality. Behavioral economics and business organization*, Cambridge, MA, MIT Press, (Vol. 2, pp. 408-423).

Simon, H. (1987). "Making management decisions: The role of intuition and emotion", en W. Agor (ed.), *Intuition in organizations*, Londres, Sage, pp. 23-39.

Simon, H. y K. Gilmartin (1973). "A simulation of memory for chess positions", *Cognitive Psychology*, 5: 29-46.

Simon, M. y S.M. Houghton (2002). "The Relationship among Biases, Misperceptions, and the Introduction of Pioneering Products: Examining Differences in Venture Decision Contexts," *Entrepreneurship: Theory and Practice* 27(2): 105-124.

Smith, K.G., M.J. Gannon, C. Grimm y T.R. Mitchell (1988). "Decision Making Behavior in Smaller Entrepreneurial and Professionally Managed Firms", *Journal of Business Venturing* 3: 223-232.

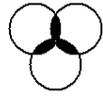
Sosa Cabrera, S. (2003). "La génesis y el desarrollo del cambio estratégico: un enfoque dinámico basado en el momentum organizativo". Tesis doctoral. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Palmas de Gran Canaria.

Weber M. (1996). *Economía y sociedad*, Fondo de Cultura Económica, México.

Yin, R.K. (1994). *Case study research. Design and methods*. Thousand Oaks, California, Sage Publications.

Zahra, S. y G. George (2002). "Absorptive capacity; a review reconceptualization, and extension", *Academy of Management Review*, Vol. 27, num. 2: 185-203.

Zollo, M. y S. Winter (2002). "Deliberate learning and the evolution of dynamic capabilities", *Organization Science*, 13 (3): 339-351.



CAPÍTULO II

* Ingeniería de procesos

Dr. Carlos Gómez
Ing. Javier Meretta
(coordinadores)

TÉCNICAS Y HERRAMIENTAS DE CALIDAD, UN ESTUDIO DE SU UTILIZACIÓN EN LA REGIÓN BUENOS AIRES NORTE Y SANTA FE SUR

*Gómez, Carlos¹
Feraboli, Luis²
Gómez, Leonardo¹
Meretta, Javier¹*

¹ *Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional San Nicolás*

² *Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, Universidad Nacional de Rosario*

RESUMEN

El presente trabajo describe la orientación de un proyecto de investigación regional actualmente en desarrollo. El equipo de investigadores está integrado por ingenieros y científicos sociales interesados en desarrollar un enfoque integrado sobre el cambio en las organizaciones. La investigación tiene como propósito fundamental analizar la implementación de prácticas de calidad como factor de mejora en los sistemas de gestión y las herramientas y técnicas que se utilizan con este fin en los distintos tipos de organización. Los antecedentes indican que existen dos grupos de herramientas de calidad: duras o blandas, según el énfasis que pongan en técnicas orientadas a la gestión de recursos humanos, trabajo en equipo y capacitación del personal o en el control estadístico de procesos y antecedentes en la investigación operativa. El estudio pretende aportar información sobre los factores que pueden incidir en la preeminencia de una orientación sobre otra.

Los datos preliminares permiten inferir que los factores que pueden incidir sobre la elección de estas herramientas de calidad y su posterior éxito o fracaso, son muy diversos. Se pueden citar: el tipo de organización que las impulsa, que pueden ser del ámbito público o privado, del tipo industrial o de servicio; los orígenes y motivación de la decisión de implementarlas: búsqueda de eficiencia, presiones de tipo coercitivas de proveedores o clientes; o decisiones políticas de legitimación e imagen corporativa.

Introducción

El presente trabajo describe la orientación de un proyecto de investigación regional actualmente en desarrollo. El equipo de investigación está integrado por ingenieros y científicos sociales interesados en desarrollar un enfoque de investigación integrado sobre los problemas de implementación de prácticas de gestión de calidad. En un primer momento, la investigación se planteaba tres interrogantes básicos, que se fueron haciendo más específicos a medida que se profundizó en la búsqueda de información sobre investigaciones centradas en la implementación de prácticas de calidad en diversos tipos de organizaciones. Estas preguntas preliminares fueron:

-¿Por qué las organizaciones de la región adoptan practicas de calidad?

-¿Cómo se implementan las practicas de calidad?

-¿Cómo perciben la idea de calidad los miembros de las organizaciones una vez que las han implementado?

En un momento posterior, de mayor elaboración teórica y empírica de los interrogantes básicos originales, la investigación se focalizó en analizar las herramientas y técnicas que se utilizan en distintos tipos de organizaciones para implantar prácticas de calidad.

Existen numerosos estudios que han realizado aportes significativos sobre los problemas de “aplicación” de las técnicas y herramientas de calidad en diferentes tipos de organizaciones (Zbaracki, 1994; Boiral, 2003). En muchos casos, estos problemas de implementación se originan en las ambigüedades surgidas en el interior del propio paradigma de calidad inducidas por lo que Wilkinson y Willmott (1995) denominan las versiones *hard* y *soft* de implementación y desarrollo de los sistemas integrales de gestión de calidad. Según el enfoque de estos sea hacia el lado blando, que comprende los factores humanos tales como liderazgo, trabajo en equipo, compromiso, etcétera, o hacia el lado duro de los sistemas de gestión como son las técnicas y herramientas de calidad.

Uno de los roles fundamentales que cumple el lado blando de los sistemas es crear el ambiente adecuado en la organización para la difusión e implementación de las técnicas y herramientas que componen el lado duro y que son motivo de interés para nuestro trabajo.

En la literatura de gestión, las herramientas relacionadas con la gestión de calidad también han sido clasificadas en blandas o duras según sean de carácter cualitativo o cuantitativo.

CUALITATIVAS	CUANTITATIVAS
PDCA CÍRCULO DE DEMING	HOJAS Y GRÁFICOS DE CONTROL
DIAGRAMA DE AFINIDAD	6 SIGMA
TORMENTA DE IDEAS	TABLAS DE FRECUENCIAS
DIAGRAMA DE CAUSA-EFECTO	HISTOGRAMAS
TÉCNICA DE GRUPO NOMINAL	DIAGRAMA DE PARETO
BENCHMARKING	CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESOS
DISEÑO DE EXPERIMENTOS	TEST ESTADÍSTICO
DIAGRAMA DE FLUJO	DIAGRAMA DE RADAR
ANÁLISIS DE CAMPO DE FUERZAS	GRÁFICO DE TORTA
GESTIÓN POR PROCESOS	HOJA DE COSTO-BENEFICIO
METODOLOGÍA 5 S	DIAGRAMA DE GANTT
GRÁFICO DE INTERRELACIONES	PERT
AUDITORÍAS INTERNAS	DIAGRAMA DE DISPERSIÓN
DESPLIEGUE DE FUNCIÓN CALIDAD	
ANÁLISIS DE VENTANA	
DIAGRAMA DE FLUJO DE PROBLEMAS	
DIAGRAMA DE ÁRBOL	
TORMENTA DE ESCRITURA	
VOTO PONDERADO	
RATING DE CRITERIOS	
LISTA DE REDUCCIÓN	
COMPARACIÓN DE PARES	
HOSHIN PLANES	
GRUPOS DE MEJORA	
SISTEMAS DE SUGERENCIAS	
ENCUESTAS DE CLIENTES	
ENCUESTAS DE PERSONAL	
DIAGRAMA DE MATRIZ	
HOJA DE BALANCE	
ANÁLISIS MODAL	
CÍRCULOS DE CALIDAD	

Cuadro N° 1: Herramientas cualitativas y cuantitativas. Fuente: elaboración propia.

Las herramientas de tipo cuantitativo se caracterizan por requerir conocimientos técnicos previos para su operación y se focaliza su utilización en tareas u objetivos concretos. Las denominadas blandas o cualitativas son de propósito más general, con menores requisitos de formación previa, pero con la necesidad de una nivelación común del conocimiento de las personas que las utilizan. Son las herramientas cuantitativas las que parecen relacionarse con un mayor grado de mejora de la competitividad de las organizaciones que adoptan modelos de gestión de calidad; a modo de ejemplo se puede mencionar el control estadístico de procesos.

Como se refleja en la literatura de gestión, la aplicación o no de las herramientas de calidad es uno de los aspectos críticos de la utilización de mejoras en la calidad, al menos en empresas pequeñas y medianas. ¿A qué se denomina técnicas de calidad? Según McQuarter *et al.* (1995), son métodos prácticos, destrezas, medios o mecanismos que pueden ser aplicados a una tarea en particular. Ejemplos específicos de herramientas pueden ser: diagramas de causa-efecto, análisis de Pareto, diagrama de relaciones, cuadro de control, histogramas y diagramas de flujos. Una

técnica tiene una aplicación más amplia y a menudo resulta de la necesidad de mayor reflexión, destreza y entrenamiento para ser usada con efectividad. Las técnicas pueden ser pensadas como una colección de herramientas, por ejemplo, control estadístico de procesos, CEP (*Statistics Process Control/SPC*), utiliza cuadros, gráficos, histogramas, etcétera. Ejemplos de técnicas son CEP, *benchmarking*, despliegue de la función calidad (*Quality Function Deployment, QFD*).

Adicionalmente, McQuater *et al.* (1995) aportan algunas definiciones útiles para ilustrar la distinción entre una herramienta de gestión de calidad (Pareto, causa y efecto, cuadros) y una técnica, como SPC o QFD; sugieren que una herramienta es algo de simple uso y aplicación inmediata, “lista para utilizar”, mientras que una técnica tiende a ser un enfoque más comprensivo e integrado para la solución de problemas, que puede incluir un conjunto de herramientas que le den soporte. Hay muchas recomendaciones de cómo aplicar estas herramientas, pero poca discusión sobre su pobre utilización en las organizaciones (Bamford y Greatbanks, 2003) y sobre su importancia para entender y facilitar la mejora de procesos. Estos estudios también reflejan, como parte del problema, la falta de entrenamiento para su uso y aplicación. En otro aspecto importante también se reconoce, aunque en menor medida, el hecho de que los supervisores e ingenieros consideren la introducción de estas herramientas y técnicas como un trabajo adicional al que tienen habitualmente; por lo tanto, más que un problema de entrenamiento tendría que ver con la relevancia percibida, presiones de trabajo o problemas de tiempo. Suele ser también habitual considerar que las organizaciones japonesas, al tener una concepción más amplia del concepto de supervisión no solo centrado en el resultado de la producción, probablemente asimilan mejor el ideario de calidad: por lo tanto, se suele atribuir a una diferencia cultural la relevancia y dedicación que destinan a la tarea de soporte de las prácticas de calidad.

Estudios precedentes sobre herramientas y técnicas de calidad

Una exploración entre los elementos duros y blandos de los sistemas integrales de gestión de calidad y los resultados que estos brindan ha sido realizada en un estudio (Fotopoulos y Psomas, 2009) que prueba que el mejoramiento de la calidad y la consolidación de la posición en el mercado de la organización son influidos principalmente por la adopción de elementos blandos y, secundariamente, por la adopción de elementos duros de los sistemas de gestión de calidad.

Existe un trabajo (Abdullah, Uli y Tarí, 2008) que examina la relación entre el mejoramiento de la calidad y los resultados de una organización. El trabajo encuentra que algunos factores blandos, como el compromiso de la administración, la focalización en el cliente, el involucramiento de los empleados, el entrenamiento, la educación y el reconocimiento y recompensa, influyen significativamente en la mejora de la calidad. Se ha

observado también que los siguientes aspectos: el compromiso de la administración, la focalización en el cliente y el involucramiento de los empleados influyen significativamente en los resultados de la organización. Finalmente, demuestra de forma empírica que los resultados de la organización crecen en la medida en que estas adoptan mayores prácticas de calidad.

En un estudio empírico en 106 compañías certificadas ISO en España (Tari y Sabater, 2004) se verifica la importancia de las técnicas y herramientas de calidad en la mejora de los sistemas integrales de gestión de calidad y sus resultados; existe una correlación positiva, por un lado, entre el nivel de desarrollo del sistema de gestión de calidad y el uso de técnicas y herramientas y, por otra parte, entre los resultados del sistema de gestión y las mencionadas técnicas y herramientas. Las organizaciones deben desarrollar ambos aspectos, duro y blando, para alcanzar el éxito.

En un trabajo español (Heras, Marimón y Casadesús, 2009), se evalúa el impacto de las herramientas para la gestión de calidad en la competitividad de las organizaciones. En este trabajo se analizan herramientas duras o cuantitativas y blandas o cualitativas, su diferente grado de utilización e impacto en la competitividad de las organizaciones españolas.

De forma similar, en Grecia (Fotopoulos y Psomas, 2009) se examina el nivel de uso de las herramientas y técnicas de calidad y el nivel de entrenamiento de los empleados en empresas griegas certificadas. Los resultados obtenidos indican un bajo nivel de utilización de técnicas y herramientas de calidad; solamente se utilizan las más sencillas de comprender e implementar y raramente se encuentran las más complejas, atribuible a la falta de entrenamiento de los empleados.

Otro trabajo (Shamsuddin y Masjuki, 2003) hace foco en el estado de aplicación de técnicas y herramientas de calidad en pequeñas y medianas industrias. Como resultado, se concluye que la mayor debilidad del sector es la falta de un análisis metódico de datos.

Este problema es abordado de forma general (Ramford y Greatbanks, 2005) en un trabajo en el que se avanza en la discusión acerca de una mayor utilización de las herramientas de calidad y su importancia tanto en la industria como en los negocios.

La literatura sugiere que el aspecto duro de los sistemas de calidad tiene un impacto profundo en los resultados; de todas formas, todos los estudios examinan la influencia de ambos aspectos, blandos y duros, por separado. Rahman y Bullock (2005) investigan el impacto directo del aspecto blando o factores humanos en la difusión del lado duro de los sistemas de calidad, técnicas y herramientas, y luego el estudio minucioso de estos elementos duros.

Aportes de la investigación en curso

Para la realización de esta investigación de carácter exploratorio y aún en fase de desarrollo, se están realizando entrevistas cualitativas en empresas de la región Buenos Aires norte y Santa

Fe sur. Dichas entrevistas nos aportarán información sobre tres conjuntos de problemas fundamentales vinculados a la utilización de diferentes herramientas de calidad en organizaciones de la región, que se detallan a continuación:

a) El primer conjunto de informaciones es de naturaleza *contextual* y parte de la suposición de que existe una serie de factores condicionantes que podrían incidir sobre las inclinaciones por parte de las organizaciones para utilizar algunos tipos de herramientas en detrimento de otras. Algunos datos preliminares permiten inferir que pueden incidir sobre la utilización de determinadas herramientas de calidad, sean estas duras o blandas, factores tales como:

- Tipo de organizaciones que las impulsan (públicas, industriales, servicios).
- Las motivaciones de la decisión de implantar prácticas de calidad (impulso de eficiencia, presiones institucionales, decisiones políticas).
- Posibles inconsistencias acerca de la definición que cada organización realiza sobre el significado del concepto de calidad (valor, conforme a especificaciones o requisitos, evitar pérdidas, superar las expectativas de los clientes).

b) El segundo conjunto de informaciones busca relevar de manera directa y cuantificable el grado de difusión de las *herramientas*, tanto cualitativas como cuantitativas, en las organizaciones para implementar las prácticas de calidad y evaluar tanto el grado de conocimiento como la utilización real en cada caso.

c) Por último, se recogerá información sobre la *eficacia percibida* en términos de resultados y mejora del rendimiento de la organización como consecuencia de la implementación de prácticas de calidad en general, y particularmente su posible vinculación con la utilización específica de determinadas técnicas y herramientas.

Los primeros datos relevados permiten anticipar algunas conclusiones parciales, que no pueden tomarse como definitivas dado que solamente se ha realizado un 30% de las entrevistas previstas, cuyos únicos datos factibles de procesar corresponden a la información sobre difusión de herramientas de calidad y la evaluación de su grado de conocimiento y utilización. Se trata de la información más sencillamente cuantificable del estudio ya que el resto de la información, tanto de contexto como de la eficacia percibida de las herramientas y prácticas de calidad, es de naturaleza cualitativa y requiere un tratamiento completo de todas las entrevistas, tanto de las ya realizadas como de las aún pendientes de realizar. Por lo tanto, consideramos de naturaleza provisional toda la información que brindaremos sobre este estudio.

Así, los datos recogidos sobre el grado de difusión de las herramientas y técnicas permiten identificar los siguientes aspectos:

La información que se ha recogido en las entrevistas realizadas hasta el momento (ver Gráfico N° 1) nos indica que del conjunto de herramientas de calidad identificadas en el estudio, las organizaciones de servicio conocen en promedio el 52,84% de ellas; por otra parte, las

organizaciones de manufactura conocen una cantidad ligeramente superior y alcanzan el 57,27%.

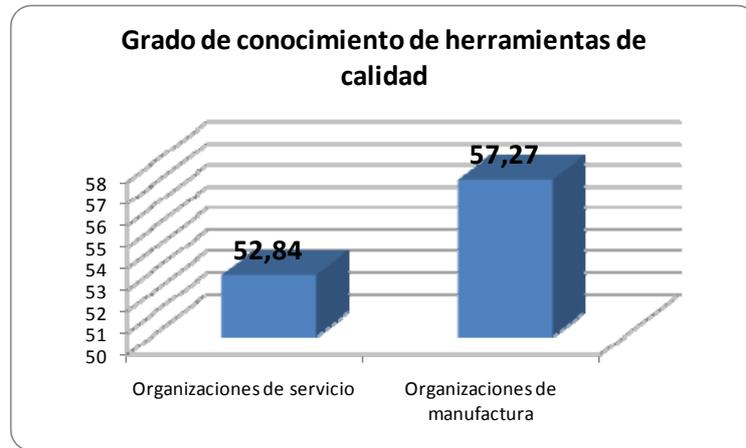


Gráfico N° 1. Fuente: elaboración propia.

Adicionalmente, se obtuvo información sobre el grado de utilización de estas herramientas partiendo de la idea de que el conocimiento no implica utilización. Así, las organizaciones de servicio utilizan el 30,68% de las herramientas identificadas y es ligeramente superior el número de herramientas utilizadas en las organizaciones de manufactura, 34,55% (Gráfico N° 2).

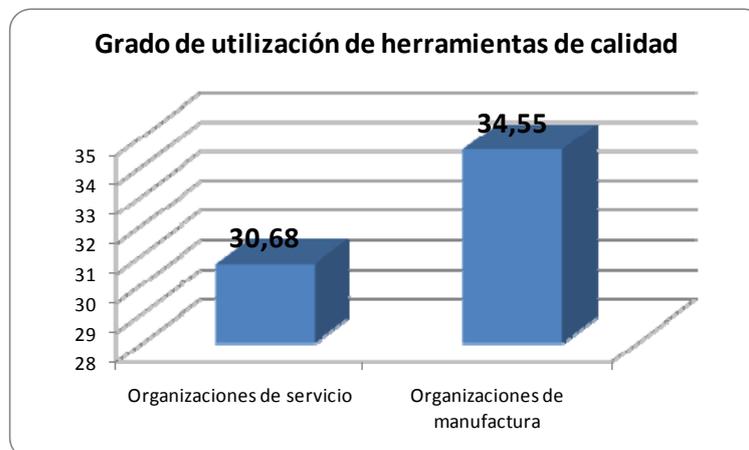


Gráfico N° 2. Fuente: elaboración propia.

El Gráfico N° 3 muestra en detalle el grado de conocimiento de técnicas y herramientas de calidad. Se desprende de su análisis que un grupo de herramientas es fácilmente identificado por todas las organizaciones, este está compuesto por herramientas que usualmente son sugeridas por consultores y facilitadores con el fin de obtener la certificación de calidad. Entre estas se pueden mencionar 5S, encuestas, auditorías, gráficos de torta, diagrama de causa-efecto, etcétera.

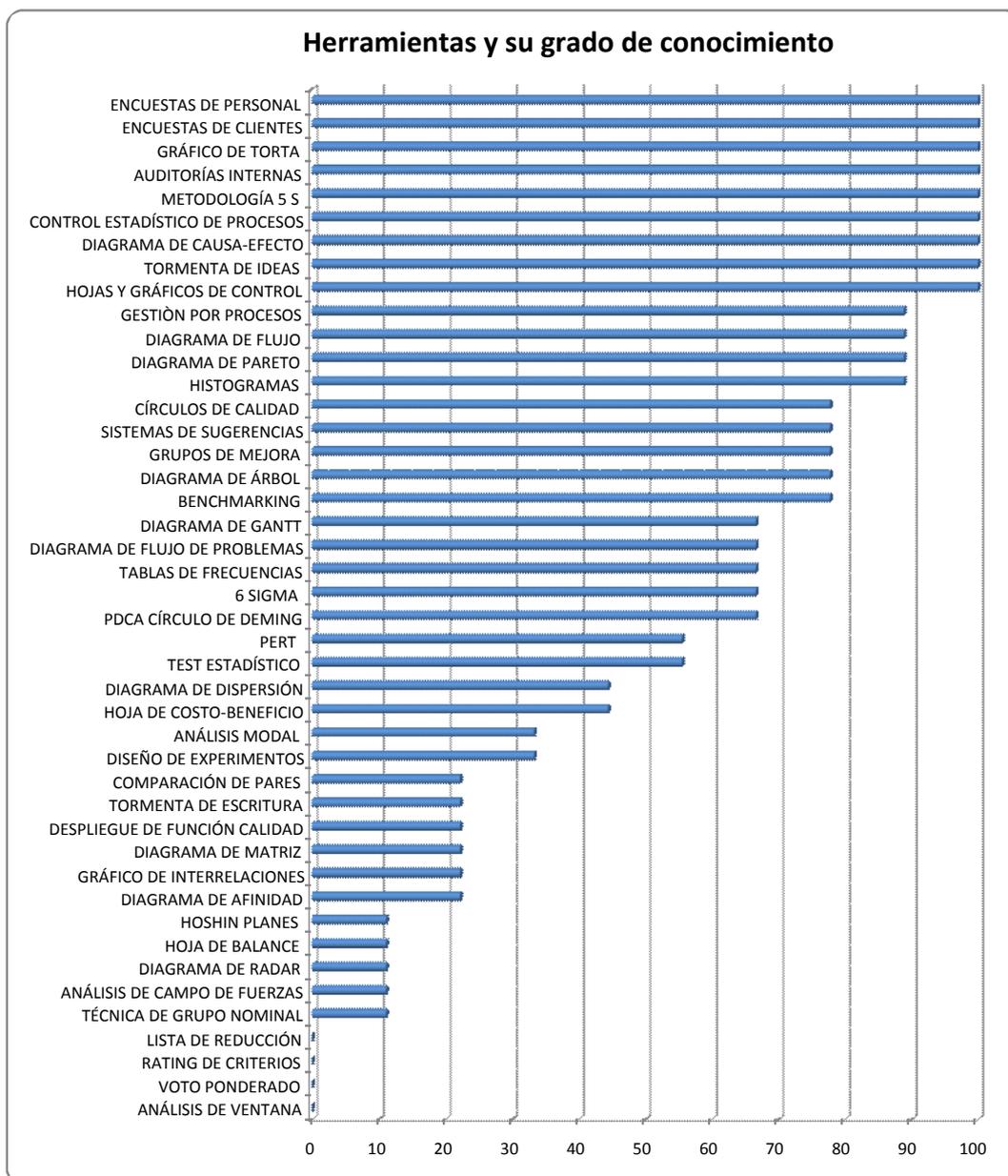


Gráfico N° 3. Fuente: elaboración propia.

Se manifiesta en el gráfico anterior un grupo de herramientas muy poco difundidas o directamente ignoradas en las organizaciones entrevistadas. Entre estas podemos citar: Hoshin planes, diagrama de radar, técnica de grupo nominal, lista de reducción, rating de criterios, etcétera.

Se muestra en el siguiente gráfico (N° 4) un detalle del nivel de utilización de técnicas y herramientas de calidad:

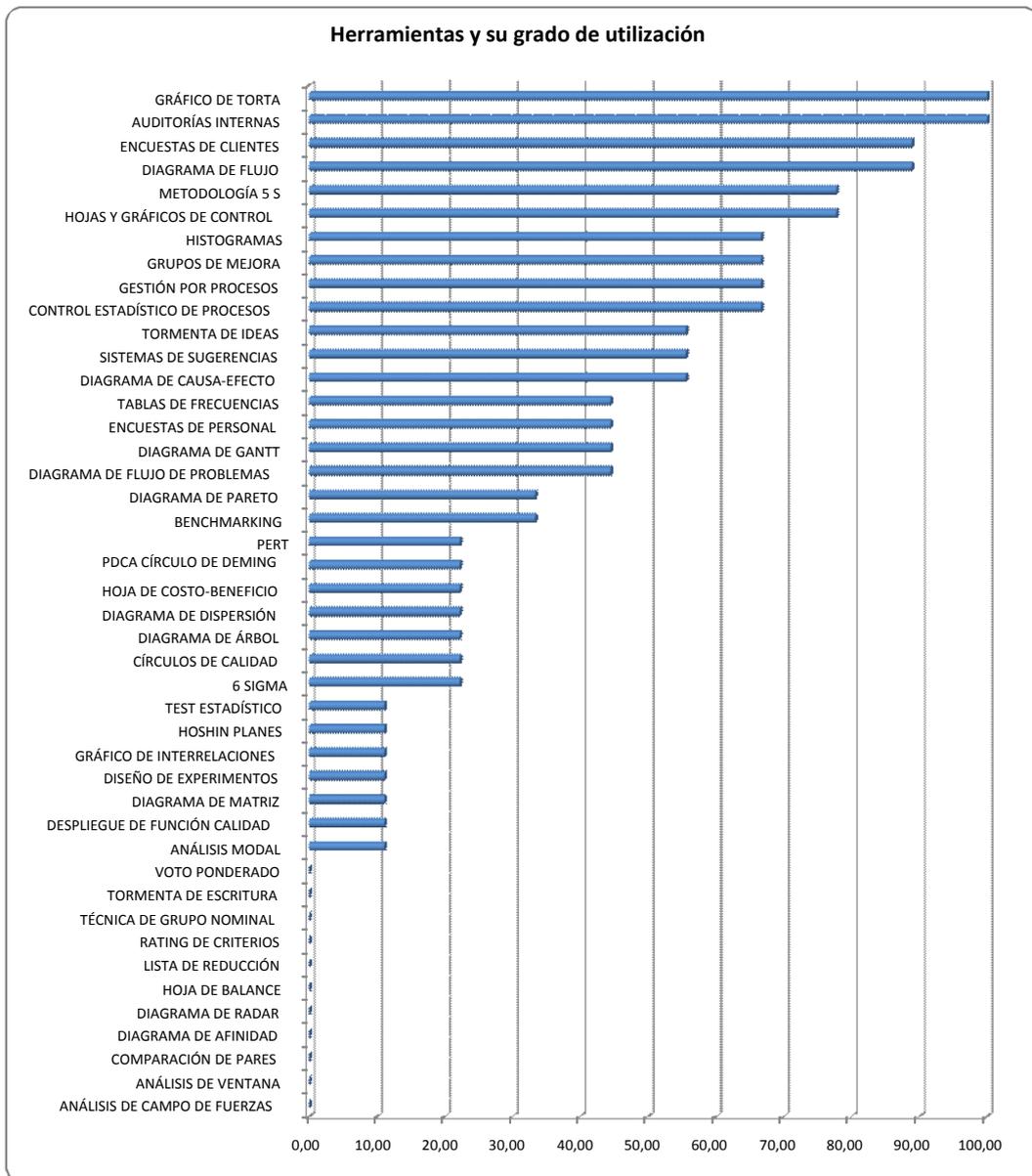


Gráfico N° 4. Fuente: elaboración propia.

De forma únicamente descriptiva se puede ver en el gráfico anterior de manera clara el distinto grado de utilización de un grupo de herramientas respecto de otro. Aquellas herramientas que requieren un nivel superior de conocimiento se utilizan con bastante menor frecuencia; se encuentran en este grupo las más duras, cuantitativas o de tipo estadístico, como, por ejemplo, el control estadístico de procesos o la metodología 6 Sigma. En cambio, las técnicas más blandas o cualitativas, que se podrían denominar de recogida de opinión o de interacción, como las encuestas, auditorías o grupos de mejora, son claramente las más difundidas.

Las herramientas cualitativas no requieren infraestructura, ni una gran inversión inicial, ni otros condicionantes para su implementación, y aportarían resultados positivos en corto tiempo.

Las denominadas duras requieren conocimientos superiores, con lo cual se debe invertir en la capacitación del personal que las utiliza y en equipos informáticos, con lo que su implementación resulta más costosa.

Los siguientes gráficos sugieren una tendencia en la utilización de herramientas cualitativas (N° 5) o cuantitativas (N° 6), según se trate de organizaciones de servicio o producción:

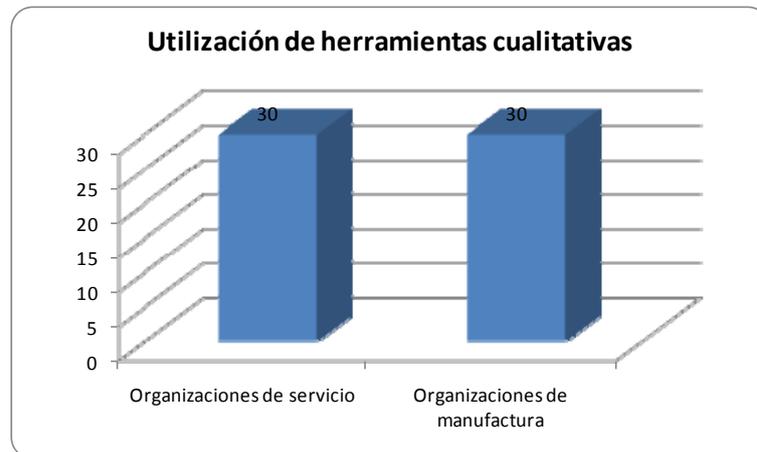


Gráfico N° 5. Fuente: elaboración propia.

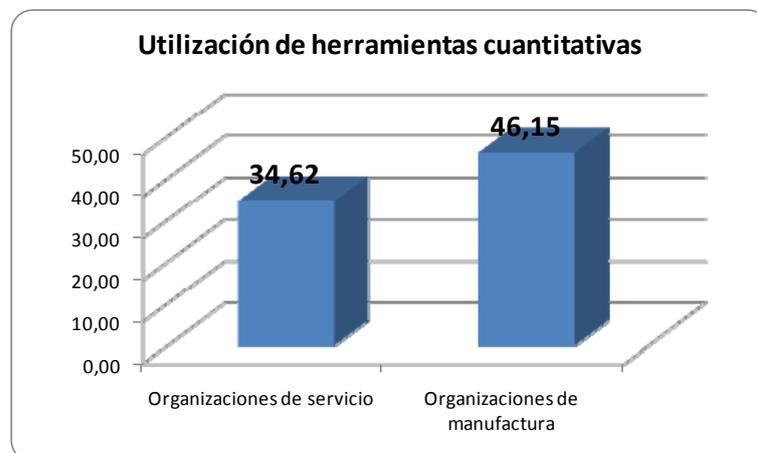


Gráfico N° 6. Fuente: elaboración propia.

De las entrevistas realizadas parece entreverse que las empresas de manufactura tienen una mayor tendencia a la utilización de herramientas cuantitativas, hecho que puede relacionarse con los distintos tipos de producto, facilidad de medición de estos y el trabajo bajo precisas especificaciones técnicas. Por otro lado, las empresas de servicio presentan una cierta tendencia al uso de herramientas cualitativas, más de propósito general, que suelen dar buenos resultados para analizar y generar propuestas de mejora.

El tipo de herramientas que se utilizan parece depender en alguna medida de la opinión de los directivos y de las consultoras que intervienen en la implementación en las distintas organizaciones. También depende del momento histórico de la implementación de las distintas prácticas de calidad ya que una organización, en un estadio superior en su camino hacia la consolidación de un sistema integral de calidad, empleará herramientas más evolucionadas, que le permitirán un impacto mayor y más focalizado en su competitividad.

Merece un comentario el hecho de que las organizaciones que tienen certificación de normas ISO trabajan con herramientas que son requisito de la norma. Entre estas se pueden citar los gráficos de torta, histogramas, tablas de frecuencias, diagramas de flujo, gestión por procesos, encuestas y auditorías.

Entre las distintas organizaciones entrevistadas se han encontrado algunas que no están certificadas y que no tienen ese objetivo en un futuro cercano, pero que trabajan con un sistema de gestión de calidad no formalizado utilizando muchas herramientas propias de la norma, sumadas a otras generales, por considerarlas elementos necesarios en la búsqueda de una mayor competitividad de la organización.

REFERENCIAS

Abdullah M, J. Uli y J.J. Tarí (2008). "The influence of soft factors on quality improvement and performance", *The TQM Journal*, Vol 20, N° 5: 436-452.

Boiral, O. (2003). "ISO 9000, Outside the Iron Cage", *Organizational Science*, Vol.14 N° 6: 720-737.

Fotopoulos C.y E. Psomas (2009a). "The impact of soft and hard TQM elements on quality Management results", *International Journal of Quality & Reliability Management*, Vol.26, N° 2: 150-163.

Fotopoulos C. y E. Psomas (2009b). "The use of quality Management Tools and techniques in ISO 9001: 2000 certified companies: the Greek case", *International Journal of Productivity and Performance Management*, Vol. 58 N°6: 564-580.

Heras I., F. Marimón y M. Casadesús (2009). "Impact on competitiveness of the Tools for quality Management", *Cuadernos de Economía y Dirección de la Empresa*, N° 41: 7-36.

McQuarter, R.E., C.H. Scurr, B.G. Dale y P.G. Hillman (1995). "Using quality tools and techniques successfully", *The TQM Magazine*, Vol. 7 N° 6: 37-42.

Rahman S. y P. Bullock (2005). "Soft TQM, hard TQM, an organizational performance relationships: an empirical investigation", *Omega* 33: 73-83.

Ramford D. y R. Greatbanks (2005). "The use of quality Management Tools and techniques: a study of application in everyday situations", *International Journal of Quality & Reliability Management*, Vol 22 N° 4: 376-392.

Shamsuddin, y Masjuki, H. (2003). "Survey and case investigations on application of quality Management Tools and techniques in SMIs", *International Journal of Quality & Reliability management*, Vol. 20 N° 7: 795-826.

Tarí J.J. y V. Sabater (2004). "Quality Tools and techniques: Are they necessary for quality Management?", *Int. J. Production Economics*, Vol. 92: 267-280.

Wilkinson, A. y H. Willmott (1995). *Making quality critical*, Londres, Routhledge.

Zbaracki, M.J. (1994). "The rhetoric and reality of total quality management", *Administrative Science Quaterly*, 43: 602-636.

ESTUDIO PROBABILÍSTICO DE FALLOS: APLICACIÓN DE UN MÉTODO DE CLASIFICACIÓN PARA SU PREDICCIÓN. FASE I

*Abet, Jorge Eduardo
Carrizo, Blanca Rosa
Corso, Cynthia Lorena
González, Gustavo
Nacuse, Oscar*

*Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Córdoba
Instituto Universitario Aeronáutico*

RESUMEN

Este trabajo de investigación tiene el objetivo de exponer la aplicación de una técnica de minería de datos o *datamining* basada en un enfoque orientado a la aplicación de redes bayesianas en el análisis de fallos aplicado al mantenimiento (Puga *et al.*, 2007).

El mantenimiento moderno implica el despliegue de la ingeniería de fiabilidad que se relaciona con el estudio de la vida y de los fallos de los equipos.

En la actualidad se requiere dominar o conocer las causas por las que los dispositivos envejecen y fallan. Para sustentar estos conocimientos se aplican principios científicos y matemáticos (Mora, 2009).

Este trabajo pretende contribuir a concientizar sobre la importancia de automatizar la gestión de mantenimiento de modo que facilite la detección temprana de los fallos en los dispositivos, lo cual ayudará a la identificación de las mejoras que pueden introducirse en los diseños de los productos con la finalidad de aumentar la vida útil de estos y/o limitar las consecuencias adversas de los fallos para mejorar su fiabilidad, especialmente en lo referido a servicios.

Mediante la utilización de estas herramientas se optimiza la gestión de mantenimiento y/o se generan nuevas oportunidades de negocio para la empresa.

Palabras Clave: *Mantenimiento, Predicción de Fallos, Minería de Datos, Redes Bayesianas, Weka.*

1. Objetivos

El objetivo de esta propuesta es considerar las potencialidades que ofrece el análisis de datos mediante la aplicación de técnicas de minería de datos para generar conocimiento aplicable a las tareas de mantenimiento en un proceso industrial.

Para ello, se unen dos disciplinas que se relacionan entre sí a través de su vinculación en un proyecto de investigación (PID VAPRC0778) denominado “Estudio probabilístico de fallos, uso del *datamining* y *datawarehouse* para su aplicación al mantenimiento” Fase I.

El uso de la tecnología de la información se ha acrecentado y actualmente los sistemas de información para el control y planificación del mantenimiento son de uso frecuente.

Sin embargo, estos sistemas están orientados principalmente a cubrir las fases operativas como, por ejemplo, registrar las tareas realizadas, los insumos utilizados, planear actividades, controlar los costos, llevar recuento del stock, etcétera. Es decir que se carece de sistemas automáticos que brinden información ilustrativa, clara y oportuna que permita realizar análisis estadísticos profundos y de minería de datos.

Por otro lado, el creciente desarrollo tecnológico ha permitido la expansión del uso del almacén de datos o *datawarehouse* y del *datamining* en unidades de negocios en las que hace algunos años no era de uso frecuente y accesible.

De esta manera, herramientas de *datamining*, basadas en el uso de software libre o propietario, han facilitado la detección y análisis de las causas referidas al comportamiento del patrón de los reportes de servicios de mantenimiento (Cruz, Barr y Casado, 2008).

Independientemente del proceso de selección del motor de base de datos, se analizó y consensuó una metodología de trabajo estándar para el diseño de una *datawarehouse* que pueda ser utilizada como modelo de referencia para el análisis de fallos en el área de mantenimiento para industrias del medio (autopartistas, alimenticias, electromecánicas, entre las seleccionadas).

2. Marco conceptual

El objetivo del *datawarehouse* (DW) es agrupar los datos con el propósito de facilitar su posterior análisis con acceso de manera simplificada.

“Un *datawarehouse* es una colección de datos orientados a temas, integrados, no volátiles y variante en el tiempo, organizados para soportar necesidades empresariales”. “*Datamining* es el proceso de descubrir patrones de información interesante y potencialmente útiles, inmersos en una gran base de datos en la que se interactúa constantemente” (Hernández Orallo, Ramírez Quintana y Ferri Ramírez, 2007).

Por ello, el *datamining* surge como una tecnología que intenta ayudar a comprender el contenido de una base de datos.

De forma general, los datos son la materia prima bruta y en el momento en que el usuario les atribuye algún significado especial pasan a convertirse en información.

Esta herramienta trabaja buscando patrones, comportamientos, agrupaciones, secuencias, tendencias o asociaciones que puedan generar algún modelo que permita comprender mejor el dominio para ayudar en una posible toma de decisión.

Por ello, se lo considera una combinación de procesos como: extracción de datos, limpieza de datos, selección de características, algoritmos y análisis de resultados.

Estas herramientas exploran gran cantidad de datos en una base de datos grande y, mediante su análisis, predicen posibles tendencias o comportamientos futuros dentro de una empresa, lo que permite al experto tomar decisiones en los negocios de una forma rápida y utilizando un conocimiento que de otra forma no habría encontrado.

En el caso en estudio, una empresa autopartista, la etapa de modelado de datos insumió largos períodos de investigación, relevamiento y análisis de datos y estrategias para saber cuál era la mejor opción para elegir.

Aquí se presentaron problemas referidos a los soportes lógicos que deberían haberse conservado históricamente para su registro, dado que estos procedían de distintas fuentes (planilla de cálculo, otras bases de datos, por ejemplo), y exigieron un tratamiento especial antes de la migración de los datos al *datawarehouse*.

Una vez concluidas estas etapas referidas al diseño del modelo de *datawarehouse*, se inició la etapa de análisis en cuanto a qué herramientas no permitirían acceder a dicho modelo para realizar inferencias sobre los datos cargados y/o migrados oportunamente.

Inicialmente se utilizaron para las tareas de *datamining* lenguajes de consulta estructurados estándar, basados en el álgebra relacional y en el cálculo diferencial, que permitieron realizar interesantes inferencias referidas al análisis de fallos (Hernández Orallo, Ramírez Quintana y Ferri Ramírez, 2007).

En una instancia posterior, se aplicaron técnicas de minería de datos basadas en el uso de un software denominado Weka; que es considerado una magnífica suite de minería de datos, es de libre distribución y es una colección de máquinas virtuales para implementar algoritmos para tareas de análisis de datos.

Este software contiene algoritmos que pueden aplicarse directamente a un conjunto de datos o pueden utilizarse desde un programa de Java y que, unidos a una colección de herramientas de visualización para análisis de datos y modelado predictivo, brindan una interfaz gráfica al usuario que le permite acceder fácilmente a sus funcionalidades (Salmerón y Bolaños, 1995).

A través de la aplicación de esta herramienta se pudieron inferir los siguientes resultados: falta de entrenamiento en usuarios, fallos intrínsecos en los equipos y/o dispositivos y malas políticas en el establecimiento de la frecuencia del mantenimiento programado.

3. Caso de estudio: industria autopartista

El mantenimiento moderno implica, en forma creciente, el uso de técnicas que permitan predecir fallos y este trabajo demuestra la conveniencia de usar la minería de datos para explotar la fiabilidad de los sistemas y de la maquinaria.

La condición ideal sería disponer de datos estadísticos de los sistemas que se evaluarán que sean bien precisos, lo cual permitiría cálculos “exactos y absolutos”.

Sin embargo, desde el punto de vista práctico, dado que pocas veces se dispone de una data histórica de excelente calidad, el análisis de criticidad permite trabajar en rangos, es decir, establecer cuál sería la condición más favorable así como la condición menos favorable de cada uno de los criterios que se evaluarán. La información requerida para el análisis siempre estará referida con la frecuencia de fallas y sus consecuencias (Knezevic, 1997).

La cantidad de información cotidiana disponible en un servicio de mantenimiento implica medios de recolección de datos, almacenamiento y tratamiento que solo lo permite un soporte informático.

Un programa de mantenimiento asistido por ordenador (GMAO) ofrece un servicio orientado hacia la gestión de las actividades directas del mantenimiento, es decir, permite programar y analizar tres aspectos importantes: técnico, presupuestario y organizacional de todas las actividades de un servicio de mantenimiento y de los objetos de esta actividad a través de terminales distribuidos en oficinas técnicas, talleres, almacenes y oficinas de aprovisionamiento.¹

Deberá tener una concepción modular que permita una implantación progresiva, aunque en cualquier caso hay que contar con un esfuerzo importante para la “documentación completa de las nomenclaturas” antes de poder ser utilizado.

Un programa GMAO puede implicar una “eficaz modificación de las funciones del mantenimiento”. Lo ideal es que, en un primer momento, no modifique demasiado los procedimientos, pero ayude a precisarlos.

La tendencia actual es la automatización de los procedimientos en un lenguaje de programación orientado al desarrollo web, es decir, lenguajes de cuarta generación en entornos gráficos que interactúan con bases de datos relacionales (Nachlas, 1997).

Cuando los programas de ayuda al mantenimiento son capaces de diagnosticar fallos, se habla de MAO (mantenimiento asistido por ordenador). Entre ellos, también existen sistemas integrados en autómatas programables que necesitan una programación particular; así como tarjetas de diagnóstico o de adquisición de datos que comparan en tiempo real los ciclos de las máquinas con un estado de buen funcionamiento inicial o teórico.

¹ Sitios web de Consulta: Software de Mantenimiento: www.knowledgestorm.com/ / www.benchmarkingnetwork.com.

También existen generadores de sistemas expertos, que permiten buscar la causa inicial (raíz) del fallo si se ha documentado correctamente.

Los sistemas expertos representan el campo dentro de la llamada inteligencia artificial que más se ha desarrollado en la actualidad en el área de diagnósticos en mantenimiento, después de una probada eficacia en el campo de la medicina.

Estos sistemas son programas informáticos que incorporan, en forma operativa, el conocimiento de una persona experimentada de forma que sea capaz tanto de responder como de explicar y justificar sus respuestas.

Los expertos son personas que realizan bien las tareas porque tienen gran cantidad de conocimiento específico de su dominio, compilado y almacenado en su memoria a largo plazo.

Estos sistemas contienen también reglas y procedimientos del dominio de aplicación, que son necesarios para la solución del problema. El conocimiento se almacena para su posterior tratamiento simbólico.

Se entiende por tratamiento simbólico los cálculos no numéricos realizados con símbolos con el fin de determinar sus relaciones (Nachlas, 1997).

En este contexto, las redes bayesianas son una técnica que pertenece al grupo de las técnicas de clasificación y consiste en un modelo gráfico que utiliza arcos para formar una gráfica acíclica y es aplicado en aquellas situaciones en las que la incertidumbre se asocia con un resultado que se puede expresar en términos de probabilidad (Malagón Luque, 2003).

Es decir que los nodos del grafo representan variables, los arcos representan dependencia condicional y una distribución de probabilidad (Sierra Araujo, 2006).

En un comienzo, estos modelos eran construidos a mano basados en un conocimiento experto, pero en la actualidad se han investigado técnicas para aprender de dichos datos, tanto a nivel estructura como a nivel parámetros asociados al modelo.

Esta técnica busca determinar relaciones causales que expliquen un fenómeno y es aplicada en aquellos casos que son de carácter predictivo.

En este caso, la elección de esta técnica de minería de datos se fundamenta en que, a partir de una red ya construida y dados los valores concretos de algunas variables de una instancia, se podrían tratar de estimar los valores de otras variables de la misma instancia aplicando razonamiento probabilístico (Winston, 1994).

4. Metodología de trabajo

A continuación se detallan las etapas llevadas a cabo para la resolución de este caso utilizando Weka (García Morate, 2006):

4.1. Selección de las variables significativas

En los estudios en los que se aplican técnicas de minería de datos, no siempre todas las características o atributos disponibles son realmente relevantes para obtener un modelo de conocimiento.

Este caso no es la excepción; el problema se enfoca en saber cuál es la probabilidad de que existan fallos en una determinada maquinaria dadas ciertas condiciones (variables).

Este software cuenta ciertas variables usando los filtros establecidos en la sección de preprocesamiento.

A continuación se detallan cuáles han sido las variables consideradas para este estudio:

Atributo	Descripción
Fallo	Este atributo corresponde a la clase, que permitirá conocer qué atributos inciden en la probabilidad de ocurrir un fallo en una maquinaria. El tipo de datos es booleano.
Fallo humano	Representa si el fallo de una maquinaria es responsabilidad humana o no. El tipo de datos es booleano.
Turno	Indica en qué turno de trabajo se ha reportado el fallo. Este tipo de dato es nominal.
Mantenimiento programado	Significa que en el momento en que se reporta el fallo, existe la planificación de un mantenimiento programado. El tipo de dato es booleano.
Área	Indica el área de la empresa en la que se reporta el fallo. Este tipo de dato es nominal.

4.2. Transformación de los datos en el formato adecuado

En este caso, la fuente de datos obtenida se encuentra almacenada en una planilla de cálculo.

El software utilizado requiere que los datos se encuentren en un formato adecuado; es por ello que es necesario transformar los datos a un formato de archivo **.arff** cuya estructura se ilustra con el siguiente ejemplo:

(A)@relation mantenimiento

(B)

@attribute fallo {yes,no}

```
@attribute turno{manana,tarde,noche}
@attribute falloHumano{TRUE,FALSE}
@attribute mantenimientoProg{TRUE,FALSE}
@attribute area{Produccion,Embalaje}
```

(C)

```
@data
yes,tarde,TRUE,TRUE,Produccion
no,manana,FALSE,TRUE,Embalaje
yes,noche,FALSE,TRUE,Produccion
no,manana,FALSE,FALSE,Produccion
yes,noche,TRUE,TRUE,Produccion
no,manana,FALSE,TRUE,Embalaje
```

(A): En esta sección se define el nombre de la relación.

(B): Se especifican los atributos de la relación y el tipo de dato.

(C): Es la sección de datos propiamente dicha.

4.3. Tratamiento de los valores faltantes en algunos atributos

Es importante, una vez importados los datos a la herramienta, realizar un análisis de cuál es el nivel de valores faltantes en las variables consideradas ya que es un factor importante que puede llegar a influir en el modelo de predicción generado.

Este software ofrece una herramienta para el tratamiento de valores faltantes que consiste en eliminar todas las instancias con valores nulos, que es la que se ha considerado.

4.4. Selección del algoritmo que se utilizará

Para este estudio se ha decidido elegir, entre las técnicas de clasificación, el algoritmo **BayesNet** (Portugal, Carrasco).

Antes de ejecutar el algoritmo, se ha seleccionado una de las opciones de test: **Cross-validation**: esto permite realizar la evaluación mediante la técnica de validación cruzada. En este caso, podemos establecer el número de muestras que se utilizarán.

Luego especificamos el atributo que será nuestra clase principal, que será Fallo {yes/no}.

El software brinda la posibilidad de visualizar el gráfico del árbol generado a partir de la clasificación.

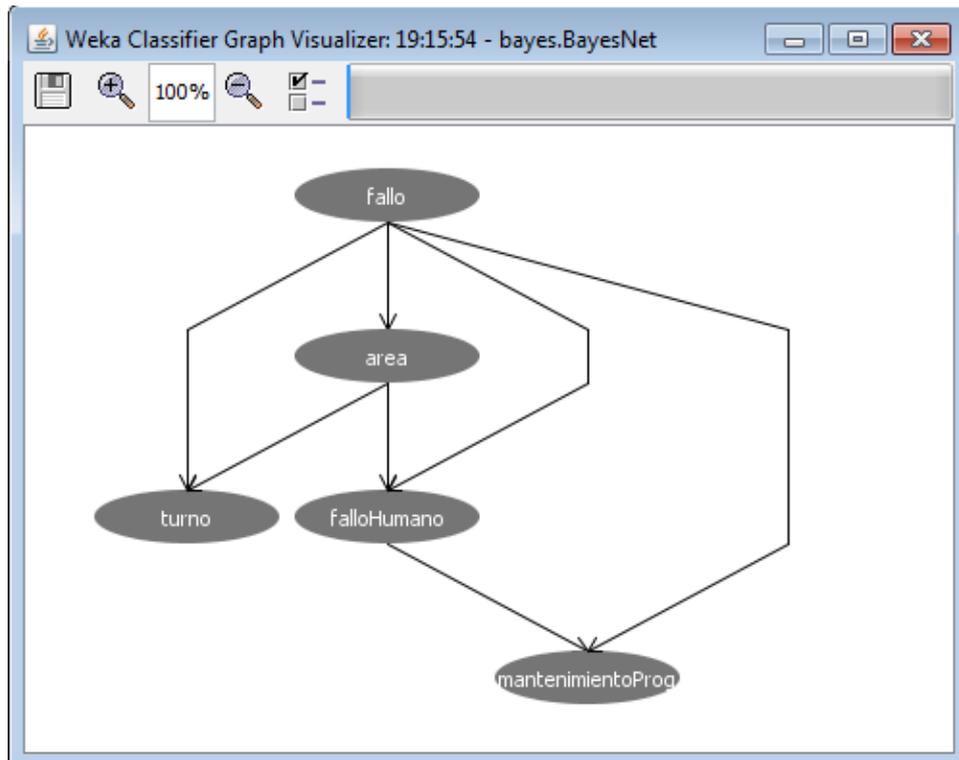


Figura N° 1. Resultado de la clasificación.

4.5. Interpretación del modelo

Consistirá en analizar cuál es el grado de probabilidad de las variables consideradas respecto a la variable considerada como clase. Este aspecto se detallará más en profundidad en la sección de resultados obtenidos y esperados.

4.6. Validación del modelo de predicción

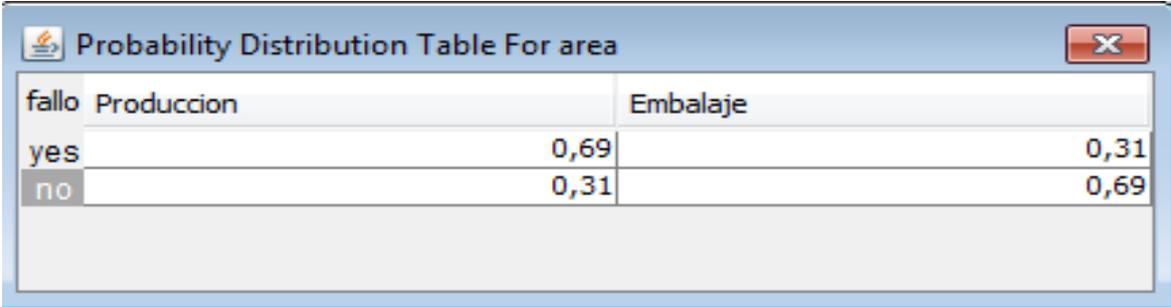
En esta etapa se consideran ciertos parámetros (que se detallan más adelante) para validar cuál es el nivel de confianza del modelo de clasificación obtenido.

5. Resultados obtenidos

Una vez obtenido el árbol de clasificación, es necesario poder evaluar la calidad o nivel de confianza de estos.

La métrica Kappa Statistic es considerada para tal fin (Salmerón y Bolaños, 1995). Esta métrica es una medida que permite medir el nivel de predicción respecto a la variable considerada como clase.

En los resultados obtenidos en este estudio se da para cada variable (cada nodo del árbol) su nivel de probabilidad respecto a la clase principal. Por ejemplo: si seleccionamos el atributo área en el árbol, muestra información que se resume a continuación:



fallo	Produccion	Embalaje
yes	0,69	0,31
no	0,31	0,69

Figura N° 2. Distribución de probabilidad para la variable área.

Si trasladamos la información que se muestra en la tabla a nuestra situación problemática, la interpretación es que si se trata del área de Producción, la probabilidad de que se produzca un reporte de fallo en una maquinaria es del 69% y en el caso de tratarse del área de Embalaje será del 31%.

Realizando este procedimiento con todas las variables consideradas se concluye que:

- Área de producción en el turno de la tarde hay una probabilidad del 74% de que se reporte un fallo en una maquinaria del sector.
- En el área de producción existe una probabilidad del 70% de que los reportes de fallos de maquinaria se deban a falla humana o error en la operación.

La validación de los resultados para cualquier técnica de minería de datos es fundamental ya que determinan el nivel de confianza de las inferencias resultantes de este estudio.

Los métodos bayesianos realizan un aporte desde el punto de vista cuantitativo, es decir, dan una medida probabilística de las variables consideradas en una determinada situación, que permite validar la hipótesis formulada. Esta es una de las diferencias fundamentales del uso de las redes bayesianas respecto a otros métodos, como las redes neuronales y los árboles de decisión, que no ofrecen una medida cuantitativa de la clasificación.

6. Conclusiones

Los resultados obtenidos mediante la aplicación de técnicas de *datamining* permiten detectar no solo anomalías en los fallos fácilmente reconocibles, sino también relacionar atributos sin conexión, a priori, entre ellas.

Mediante el uso de estas herramientas se pretenden generar modelos predictivos que permitan descubrir relaciones no descubiertas e identificadas a través de este proceso y expresarlas como reglas de negocio o modelos predictivos.

Estas salidas (*outputs*) pueden comunicarse en formatos tradicionales (presentaciones, informes, información electrónica compartida, embebidos en aplicaciones, etcétera) para guiar la estrategia y planificación de la gestión de mantenimiento de la empresa; basadas en siguientes consignas (Knezevic, 1996):

- Es correcto analizar a priori la evolución de los fallos para gestionar su prevención y, de ser, posible su predicción.
- Es necesario analizar si la frecuencia de mantenimiento es demasiado alta o baja.
- Se infiere que los fallos en la industria se deben a un fallo en la programación del mantenimiento en la mayoría de los casos o debido a problemas en la línea de producción; aunque en general es una combinación de ambas opciones.

Por ello, el *datamining* como proceso de descubrimiento de información facilita a un usuario (analista) formular consultas específicas a fin de que el sistema convalide o desmienta las hipótesis según los datos.

De esta forma, la tecnología continuará automatizando cada vez más el proceso de decisión en sí mismo y hará que las futuras herramientas de descubrimiento detecten las relaciones y generen esencialmente las hipótesis.

A través del proyecto denominado “Estudio probabilístico de Fallos, uso del DW y DM para su aplicación al mantenimiento” incubado en el seno del Departamento Industrial, se pretende trazar líneas estratégicas dirigidas a lograr el acercamiento hacia un objetivo fundamental: garantizar la operatividad continua y mantenibilidad de los equipos y sistemas que dan apoyo a la gestión de mantenimiento en los procesos de negocios de las pymes.

Referencias

Cruz, A.M, C. Barr y N. Castilla Casado (2008). “Evaluación de las solicitudes de mantenimiento correctivo usando técnicas de agrupamiento y reglas de asociación”, Revista Ingeniería Biomédica, Vol. 2, Nº 3: 65-76.

García Morate, D. (2006). “Weka Tutorial”. Disponible en: <http://www.metaemotion.com/diego.garcia.morate/download/weka.pdf>

Hernández Orallo, J., M.J. Ramírez Quintana y C. Ferri Ramírez (2007). *Introducción a la minería de datos*, Madrod, Pearson.

Knezevic, J. (1996). *Mantenibilidad*, Madrid, Isdefe, 4ª ed.

Knezevic, J. (1997). *Mantenimiento*, Madrid, Isdefe, 4ª ed.

Malagón Luque, C. (2003). “Clasificadores Bayesianos. El algoritmo de Naïve Bayes”.

Mora, L.A. (2009). *Mantenimiento, planeación, ejecución y control*, México, Alfaomega.

Nachlas, J.A. (1997). *Fiabilidad*, Madrid, Isdefe, 4ª ed.

Portugal, R. y M. Carrasco (s/f). “Ensamble de algoritmos bayesianos con árboles de decisión, una alternativa de clasificación”, Departamento de Ciencia de la Computación, Pontificia Universidad Católica de Chile.

Puga J.L., J. García, L. Fuentes Sánchez y E. Fuente Solana (2007). “Las redes bayesianas como herramienta de modelado en psicología”, Universidad de Murcia, España.

Salmerón, A. y Bolaños, M.J. (1995). “Método híbrido para inferencia en redes bayesianas”, Actas, XXII Congreso Nacional de Estadística e I.O.

Sierra Araujo, B. (2006). *Aprendizaje automático: conceptos básicos y avanzados. Aspectos prácticos utilizando el software Weka*, Madrid, Prentice Hall.

Weka, página oficial: <http://www.cs.waikato.ac.nz/~ml/weka/index.html>

Winston, W.L. (1994). *Investigación de operaciones*, México, Iberoamérica.

FORMULACIÓN DE UN PROCEDIMIENTO HEURÍSTICO PARA OPTIMIZAR LAYOUTS DE FMS

*Quiroga, Oscar
Odetti, Iván
Sarasín, Tomás*

Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad Nacional del Litoral

RESUMEN

La técnica denominada CRAFT (Computerized Relative Allocation of Facilities Technique, Técnica Computarizada de Asignación Relativa de Plantas) es uno de los métodos heurísticos más utilizados para la determinación del *layout* de las instalaciones de plantas industriales. Sin embargo, el uso de este procedimiento en determinadas situaciones o en ciertos problemas reales, en ocasiones se ve limitado por sus hipótesis y consideraciones. Un ejemplo de ello se presenta en problemas vinculados a la determinación del *layout* de máquinas o celdas de trabajo en un piso de planta. En este tipo de problemas, las instalaciones suelen ser máquinas que poseen dimensiones conocidas e invariables, de manera que no cumplen con una de las hipótesis fundamentales del método, la cual consiste en la posibilidad de modificar su forma siempre y cuando el área de cada una de ellas permanezca inalterada.

El objetivo del presente trabajo es estudiar este tipo de problemáticas introduciendo modificaciones convenientes al procedimiento CRAFT de manera de ampliar el espectro de posibilidades del uso del método.

Asimismo, el trabajo tiene el objetivo de buscar un procedimiento que pueda servir como base para contemplar aspectos tales como la existencia de estaciones de carga y de descarga de máquinas, la consideración de espacios de acceso y egreso de materiales al piso de planta, entre otras situaciones que son de interés en los sistemas de producción flexibles y vinculados a las tecnologías de grupo.

Palabras Clave: Layouts, Optimización, Producción Flexible.

INTRODUCCIÓN

Las tecnologías de grupo (GT) se definen como un método uniforme para agrupar piezas con características de diseño o fabricación similares. En cuanto al diseño, sus aplicaciones incluyen la búsqueda automática del diseño y el desarrollo de estándares de diseño para grupos seleccionados de familias de piezas. La fabricación puede ser empleada para crear estándares

destinados a producir piezas con métodos de fabricación comunes y para optimizar estos métodos para familias de piezas (Parashar, 2009; Chase *et al.*, 2004).

Con el diseño de las GT es posible acelerar el flujo de materiales en forma importante y, además, hacer que más funciones de manejo de materiales entre las máquinas queden bajo el control de la computadora, lo que acelera el proceso de fabricación y reduce los inventarios en proceso. Las principales ventajas en la utilización de las GT son: 1) trabajan con un limitado número de ítems y así se disminuye del tiempo de *setup*; 2) el tiempo de operación es menor debido a que se pueden utilizar máquinas compuestas; 3) por la cercanía de las máquinas se reduce el traslado y, por lo tanto, la producción en proceso; 4) se fomenta la cooperación entre los trabajadores debido a que al operar en celdas se los responsabiliza en forma conjunta por los resultados de estas; 5) al dividirse la planta en celdas, se favorece el control visual de estas (Adler *et al.*, 2004).

Se requieren tres grandes pasos para desarrollar una distribución o layout de GT, estos son: 1) formación de familias de partes y celdas de máquinas; 2) disposición de las máquinas o estaciones de trabajo dentro de cada celda (distribución de celdas); 3) determinación de la configuración de celdas en las instalaciones del piso de planta (Hassan, 1995). En la manufactura celular, las GT se utilizan para formar familias de partes basadas en requerimientos de procesamientos similares. Las partes y las máquinas son, entonces, agrupadas basándose en técnicas secuenciales o simultáneas. Este enfoque resulta en celdas en las que las máquinas son localizadas con relativa proximidad basándose en los requerimientos de procesamiento más que en aspectos funcionales similares. La toma de decisiones y las responsabilidades están más enfocadas localmente, lo que resulta en mejoras en la calidad y productividad (Akright y Krol, 1998).

Uno de los métodos heurísticos más utilizados para la determinación de *layouts* de instalaciones es el CRAFT (Thompkins *et al.*, 2006). Este procedimiento, en casos de estudio reales, se ve limitado por las hipótesis que plantea. Esto se manifiesta en la determinación de *layouts* de máquinas o celdas de trabajo en el piso de planta, en el cual las instalaciones son máquinas que poseen dimensiones conocidas e invariables, así no se cumple con una de las hipótesis fundamentales del modelo como, por ejemplo, la posibilidad de modificar la forma de las instalaciones, siempre y cuando el área de cada una permanezca inalterada. El objetivo del presente trabajo es desarrollar un procedimiento heurístico para la optimización de *layouts* de los sistemas productivos involucrados en las GT. Plantea introducir modificaciones convenientes al procedimiento CRAFT de manera de ampliar su espectro de posibilidades de uso.

1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El algoritmo propuesto se utiliza para resolver problemas de configuración de instalaciones industriales. El problema abordado tiene las siguientes características:

- 1) El área del terreno es mayor que la suma de las áreas de todas las instalaciones.
- 2) Se supone que el terreno y las instalaciones son rectangulares.
- 3) Las dimensiones de cada una de las instalaciones son un dato del problema. Es decir, la forma y dimensión de las instalaciones no cambian.
- 4) Para determinar la localización de las instalaciones se tienen en cuenta los flujos bidireccionales entre equipos.
- 5) Las zonas no utilizadas dentro del espacio de trabajo se consideran como instalaciones ficticias.
- 6) Las formas de las instalaciones ficticias son flexibles, es decir, pueden cambiar de tamaño.

Dadas las características antes numeradas, el problema consiste en determinar la localización de las instalaciones mientras se busca optimizar los flujos de materiales del proceso productivo, aumentar la eficiencia de los métodos o procesos utilizados y reducir los costos de producción.

2. DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO

A continuación se presentan los pasos del método:

- 1- Plantear una solución inicial factible del problema.
- 2- Generar la matriz de flujos entre instalaciones.
- 3- Adoptar un sistema de referencias conveniente.
- 4- Dada una determinada solución, dividir los espacios libres de terreno de manera de crear instalaciones ficticias de forma rectangular.
- 5- Calcular la posición de los centros de gravedad ($X_{CG(i)}$, $Y_{CG(i)}$) de cada instalación i en función del sistema de referencia adoptado.
- 6- Hallar la matriz de distancias, en la que cada valor de la matriz representa la distancia relativa entre centros de gravedad de un par de instalaciones (i, j). Se considera el cálculo de distancias rectilíneas, es decir:

$$d_{(i,j)} = |X_{CG(i)} - X_{CG(j)}| + |Y_{CG(i)} - Y_{CG(j)}|$$

- 7- Calcular la reducción estimada de costo (REC) entre pares de instalaciones (i, j) que pueden ser intercambiadas. Es importante destacar que se pueden intercambiar instalaciones adyacentes o instalaciones que poseen igual área. Además, para obtener un mejor aprovechamiento del espacio total, en el proceso de intercambio de instalaciones

se permite rotarlas. La reducción esperada de costo mencionada se calcula como la resta del costo de movimiento de todos los flujos que van desde i y j hacia todas las demás instalaciones considerando la posición inicial de i y j (costo denominado C_{actual}) y del costo de movimiento de todos los flujos que van desde i y j hacia todas las instalaciones tomando que el centro de gravedad de i ahora es el centro de gravedad de j y el de j es el de i (costo denominado C_{nuevo})

$$REC_{(i,k)} = C_{actual} - C_{nuevo}$$

$$REC_{(i,k)} = \sum_{\substack{k \neq i \\ k \neq j}} [(h_{(i,k)} + h_{(k,i)})d_{(i,k)} + (h_{(j,k)} + h_{(k,j)})d_{(j,k)}] - \sum_{\substack{k \neq i \\ k \neq j}} [(h_{(i,k)} + h_{(k,i)})d_{(i,k)} + (h_{(j,k)} + h_{(k,j)})d_{(j,k)}]$$

Donde $h_{(i,k)}$ es el flujo de productos entre las instalaciones i y k .

8- Ordenar los pares de instalaciones en función del REC de manera decreciente.

9- Seleccionar el par de instalaciones (i, j) con mayor REC. Si todos los valores de reducción de costo son menores que cero, el procedimiento termina; caso contrario, el método continúa con el punto 10.

10- Considerar la posibilidad de realizar el intercambio tomando en primer lugar la instalación de mayor área. Se debe tener en cuenta que, dado que las instalaciones no se deforman, por lo general lo anterior implica el desplazamiento de otras instalaciones. Por lo tanto, se debe verificar que ninguna de ellas se encuentre fuera de los límites del terreno.

Si alguna instalación excede el límite del área total de trabajo, se debe repetir el procedimiento con la instalación rotada en un ángulo de 90°. Si la instalación rotada produce una violación de los límites, se debe volver al punto anterior (paso 9) y seleccionar otro par de instalaciones. Se elige el par de instalaciones con el valor de REC inmediato inferior al antes considerado. Si se cumplen las restricciones impuestas por los límites del terreno, continuar con el próximo paso.

11- Colocar la instalación de mayor área en el lugar de la de menor superficie desplazando aquellas instalaciones que así lo requieran. La relocalización de las instalaciones se llevan a cabo de la siguiente forma:

Caso A. *La o las instalaciones adyacentes a uno de los bordes de la instalación que será ubicada se encuentran impedidas de ser movidas por encontrarse en el límite del terreno o por estar adyacentes a otra instalación que está impedida de ser movida.*

En este caso, se procede a desplazar las instalaciones adyacentes ubicadas sobre el borde opuesto tanto como sea necesario para dar lugar a la nueva instalación.

Caso B. Las instalaciones adyacentes a uno de los bordes, y aquellas adyacentes al borde opuesto, se pueden mover para dar lugar a la nueva instalación que será ubicada.

En este caso, las instalaciones a ambos lados de las instalaciones intercambiadas se deben desplazar lo suficiente para permitir la relocalización de la instalación de mayor área.

Caso C. Las instalaciones no adyacentes afectadas en el intercambio se deben desplazar de forma tal que la totalidad del sistema sea alterado lo menos posible.

12- Colocar la instalación de menor área en el espacio liberado por la de mayor superficie y desplazar las instalaciones limítrofes a ella utilizando el mismo criterio descrito en el punto anterior.

13- Volver al inciso 4.

3. CASO DE ESTUDIO

La Figura N° 1 muestra el área de cada una de las máquinas que deben ser ubicadas en un terreno que posee 15 metros de largo y 13 metros de ancho. Se debe destacar que, en este caso, las formas de las máquinas y del terreno deben permanecer inalterables. En la Figura N° 2 se observa la localización inicial de las máquinas dentro del ambiente de trabajo, la cual será el punto de partida del algoritmo de mejoramiento propuesto.

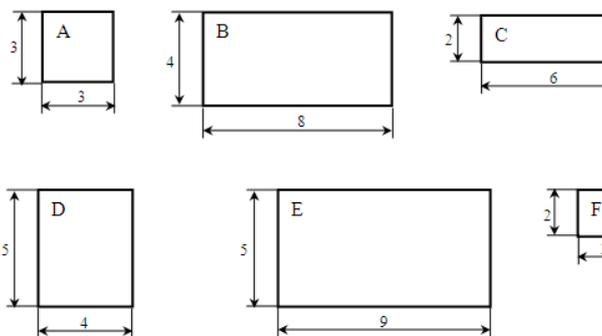


Figura N° 1. Áreas de las máquinas.

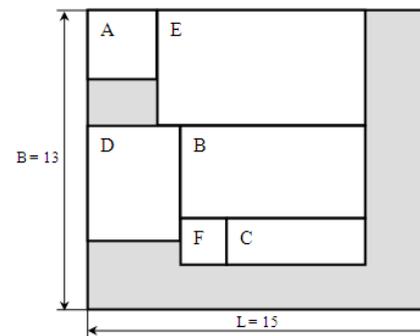


Figura N° 2. Disposición inicial de las máquinas dentro de la planta.

Además, considérese que se cuenta con los datos de los productos que serán procesados y para cada uno de ellos se conoce la secuencia de procesamiento y la cantidad que será producida. La Tabla N° 1 muestra dicha información.

Tabla N° 1. Secuencia de procesamiento y cantidad a producir.

Producto	Paso 1	Paso 2	Paso 3	Cantidad
P1	Máquina A	Máquina B	Máquina D	10
P2	Máquina B	Máquina D	Máquina A	50

P3	Máquina C	Máquina F	Máquina E	10
P4	Máquina E	Máquina C	Máquina F	5

A partir de los datos de la Tabla N° 1, se puede generar la siguiente matriz de flujos entre instalaciones. Es importante destacar que esta matriz es de fundamental interés en el cálculo de los valores de la reducción estimada de costos:

	A	B	C	D	E	F
A	0	10	0	0	0	0
B	0	0	0	60	0	0
C	0	0	0	0	0	15
D	50	0	0	0	0	0
E	0	0	5	0	0	0
F	0	0	0	0	10	0

Con todos estos datos, se puede aplicar el método propuesto para determinar la mejor disposición de las máquinas dentro del espacio disponible.

3.1.1 Aplicación del algoritmo

Iteración I

Primero, el método calcula los centros de gravedad de cada una de las máquinas y, a partir de ellos, las distancias entre máquinas. Los centroides se determinan en función de un sistema de referencia posicionado sobre el extremo inferior izquierdo del terreno. Las Tablas N° 2 y 3, respectivamente, muestran dicha información. Las máquinas indicadas con la letra S son máquinas ficticias que surgen de separar en rectángulos el espacio de trabajo no ocupado por las máquinas reales. La Figura N° 3 muestra el conjunto total de máquinas consideradas como parte de la solución inicial propuesta.

Tabla N° 2. Centros de gravedad. Iteración I

	Xcg	Ycg
A	1,5	11,5
B	8	6
C	9	3
D	2	5,5
E	7,5	10,5
F	5	3
S1	1,5	9
S2	13,5	6,5
S3	8	1
S4	2	1,5

Centros de gravedad

Tabla N° 3. Distancias entre máquinas. Iteración I

	A	B	C	D	E	F	S1	S2	S3	S4
A	0,0	12,0	16,0	6,5	7,0	12,0	2,5	17,0	17	10,0
B	12,0	0,0	4,0	6,5	5,0	6,0	9,5	6,0	5	10,0
C	16,0	4,0	0,0	9,5	9,0	4,0	13,5	8,0	3	8,5
D	6,5	6,5	9,5	0,0	10,5	5,5	4,0	12,5	10,5	4
E	7,0	5,0	9,0	10,5	0,0	10,0	7,5	10,0	10	14,0
F	12,0	6,0	4,0	5,5	10,0	0,0	9,5	12,0	5	4,5
S1	2,5	9,5	13,5	4,0	7,5	9,5	0,0	14,5	-	-
S2	17,0	6,0	8,0	12,5	10,0	12,0	14,5	0,0	-	-
S3	17	5	3	10,5	10	5	-	-	-	-
S4	10,5	10,5	8,5	4	14,5	4,5	-	-	-	-

Matriz de distancias

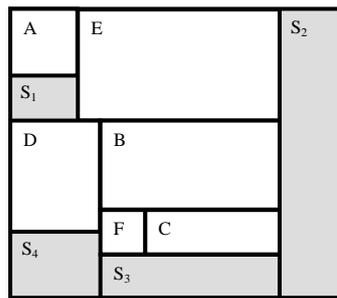


Figura N° 3. Disposición inicial de las máquinas considerando unidades ficticias

Luego, el método calcula, en función de los datos de la matriz de flujos y los de la matriz de distancias, los valores de REC entre aquellas máquinas entre las cuales se permite el intercambio. Estos valores calculados se muestran en la Tabla N° 5.

Tabla N° 4. Reducción estimada de costos. Iteración I

Combinaciones Posibles	Cactual	Cnuevo	REC
A E	590	775	-185
A S1	445	295	150
B C	615	845	-230
B D	445	665	-220
B E	655	780	-125
B F	670	560	110
B S2	510	920	-410
C F	145	140	5
C S2	0	230	-230
C S3	105	125	-20
D E	860	752,5	107,5
D F	875	1207,5	-332,5
D S1	715	695	20
D S4	715	1155	-440
E S1	145	162,5	-17,5
E S2	145	160	-15
F S3	160	145	15
F S4	160	272,5	-112,5

De los valores de REC, se procede a elegir el mayor con el objeto de realizar el intercambio de máquinas que produce la mayor reducción de costos. Para el ejemplo adoptado, esto se da entre las instalaciones A y S1. Luego, el método establece que se debe reubicar la instalación de mayor área (A) en la posición de la de menor superficie (S1). Para llevar a cabo el intercambio, se requiere que ninguna de las instalaciones involucradas en el movimiento sobrepase los límites del terreno. Dado que las máquinas no quedan fuera del área de trabajo, se realiza el cambio de A por S1. La Figura N° 4 muestra la nueva disposición de las máquinas.

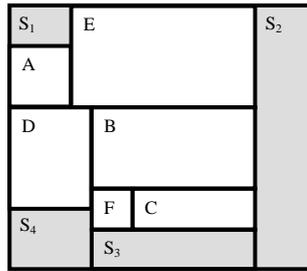


Figura N° 4. Disposición de las máquinas. Iteración I

Iteración II

La nueva iteración del algoritmo requiere la actualización de los centros de gravedad de cada instalación y de la matriz de distancias correspondiente. Dicha información se muestra en las Tablas N° 5 y 6. Posteriormente, se determinan los valores de REC, los cuales se muestran en la Tabla N° 7.

Tabla N° 5. Centros de gravedad. Iteración II

	Xcg	Ycg
A	1,5	9,5
B	8	6
C	9	3
D	2	5,5
E	7,5	10,5
F	5	3
S1	1,5	12
S2	13,5	6,5
S3	8	1
S4	2	1,5

Centros de gravedad

Tabla N° 6. Distancias entre máquinas. Iteración II

	A	B	C	D	E	F	S1	S2	S3	S4
A	0,0	10,0	14,0	4,5	7,0	10,0	2,5	15,0	15	8,5
B	10,0	0,0	4,0	6,5	5,0	6,0	12,5	6,0	5	10,5
C	14,0	4,0	0,0	9,5	9,0	4,0	16,5	8,0	3	8,5
D	4,5	6,5	9,5	0,0	10,5	5,5	7,0	12,5	10,5	4
E	7,0	5,0	9,0	10,5	0,0	10,0	7,5	10,0	10	14,5
F	10,0	6,0	4,0	5,5	10,0	0,0	12,5	12,0	5	4,5
S1	2,5	12,5	16,5	7,0	7,5	12,5	0,0	17,5	-	-
S2	15,0	6,0	8,0	12,5	10,0	12,0	17,5	0,0	-	-
S3	15	5	3	10,5	10	5	-	-	-	-
S4	8,5	10,5	8,5	4	14,5	4,5	-	-	-	-

Matriz de distancias

Tabla N° 7. Reducción estimada de costos. Iteración II

Combinaciones Posibles	Cactual	Cnuevo	REC
A D	490	665	-175
A E	470	745	-275
A S1	325	475	-150
B C	595	825	-230
B D	325	545	-220
B E	635	780	-145
B F	650	540	110
B S2	490	900	-410
C F	145	140	5
C S2	0	230	-230
C S3	105	125	-20
D E	760	752,5	7,5
D F	775	1107,5	-332,5
D S4	615	1055	-440
E S1	145	207,5	-62,5
E S2	145	160	-15
F S3	160	145	15
F S4	160	272,5	-112,5

De los valores de REC, al igual que en la iteración anterior, se procede a elegir el mayor. Para nuestro ejemplo, el par de máquinas con mayor valor de REC es el formado por las instalaciones B y F. A continuación, se debe intentar ubicar la máquina de mayor área en la posición de la de menor superficie para verificar el cumplimiento de las restricciones impuestas por los límites del terreno. Sin embargo, como se puede observar gráficamente, cuando se posiciona a B en el lugar de F, una parte de la máquina D o una fracción de la C o partes de ambas, sobrepasan estos límites. No obstante, aún se debe evaluar si es posible ubicar la máquina B considerando rotarla. Dado que es factible el intercambio de F con B rotada, se realiza el cambio. Lo anterior requiere que las nuevas máquinas que rodean a B sean desplazadas “hacia afuera” para dar lugar a esta nueva instalación. Es importante notar que, en este caso, D se encuentra sobre uno de los límites del terreno, entonces el desplazamiento solo será posible en el sentido opuesto. Una vez ubicada la máquina de mayor tamaño, se procede a colocar la instalación de menor superficie dentro del espacio liberado por la otra. Cabe aclarar que la posición elegida para colocar a esta instalación, quedará a criterio de la persona que está resolviendo el problema. Posteriormente, las nuevas máquinas que rodean F deben ser desplazadas “hacia adentro” de manera de que queden lo más cerca posible de ella. La disposición de los equipos obtenida después del intercambio se muestra en la Figura N° 5.

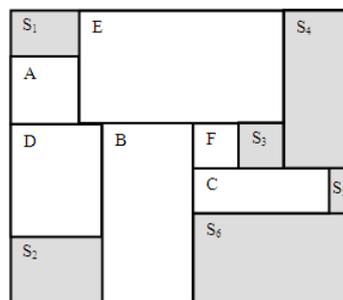


Figura N° 5. Disposición de las máquinas. Iteración II

Iteración III

Siguiendo un procedimiento similar al de las iteraciones anteriores, se obtienen los datos consignados en las Tablas N° 8, 9 y 10.

Tabla N° 8. Centros de gravedad. Iteración III

Tabla N° 9. Distancias entre máquinas. Iteración III

	Xcg	Ycg
A	1,5	9,5
B	6	4
C	11	5
D	2	5,5
E	7,5	10,5
F	9	7
S1	1,5	12
S2	2	1,5
S3	11	7
S4	13,5	9,5
S5	14,5	5
S6	11,5	2

Centros de gravedad

	A	B	C	D	E	F	S1	S2	S3	S4	S5	S6
A	0,0	10,0	14,0	4,5	7,0	10,0	2,5	8,5	12	12	17,5	17
B	10,0	0,0	6,0	5,5	8,0	6,0	12,5	6,5	8	13	9,5	7
C	14,0	6,0	0,0	9,5	9,0	4,0	16,5	12,5	2	7	3,5	3
D	4,5	5,5	9,5	0,0	10,5	8,5	7,0	4,0	10,5	15,5	13	11
E	7,0	8,0	9,0	10,5	0,0	5,0	7,5	14,5	7	7	12,5	12
F	10,0	6,0	4,0	8,5	5,0	0,0	12,5	12,5	2	7	7,5	7
S1	2,5	12,5	16,5	7,0	7,5	12,5	0,0	11,0	-	-	-	-
S2	8,5	6,5	12,5	4,0	14,5	12,5	11,0	0,0	-	-	-	-
S3	12	8	2	10,5	7	2	-	-	-	-	-	-
S4	12	13	7	15,5	7	7	-	-	-	-	-	-
S5	17,5	9,5	3,5	13	12,5	7,5	-	-	-	-	-	-
S6	17,5	7,5	3,5	13	12,5	7,5	-	-	-	-	-	-

Matriz de distancias

Tabla N° 10. Reducción estimada de costos. Iteración III

Combinaciones Posibles	Cactual	Cnuevo	REC	Permitidos
A D	430	655	-225	1
A E	420	775	-355	1
A S1	325	475	-150	1
B C	535	840	-305	1
B D	325	545	-220	1
B E	525	790	-265	1
B F	540	780	-240	1
B S2	430	325	105	1
B S6	430	955	-525	1
C F	95	115	-20	1
C S3	105	65	40	1
C S4	105	140	-35	1
C S5	105	175	-70	1
C S6	105	175	-70	1
D E	650	962,5	-312,5	1
D S2	555	815	-260	1
E F	105	155	-50	1
E S1	95	207,5	-112,5	1
E S3	95	30	65	1
E S4	95	105	-10	1
F S3	110	100	10	1

Como se sugiere en esta última tabla, se debe intercambiar a B con S2, pero esto viola los límites de terreno. En este caso se debe considerar el segundo valor más alto de REC y verificar si es posible el intercambio entre las nuevas instalaciones sugeridas por dicho valor. Dado que el intercambio entre E y S3 no conlleva el incumplimiento de ninguna restricción, se puede proceder a realizarlo. A continuación se muestra la disposición de equipos obtenida.

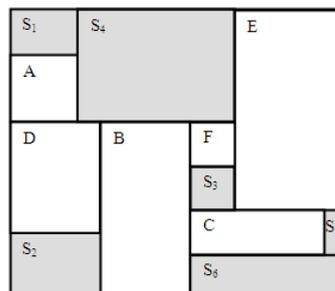


Figura N° 6. Disposición de las máquinas. Iteración III

Iteración VII

Aplicando sucesivamente el método, se llega a la iteración VII, que es la última. Siguiendo un procedimiento similar al de iteraciones anteriores, se obtienen los datos consignados en las Tablas N° 11, 12 y 13.

Tabla N° 11. Centros de gravedad. Iteración VII

	Xcg	Ycg
A	1.5	10.5
B	6	8.5
C	9	3
D	2	6.5
E	12.5	8.5
F	9	7
S1	1.5	12.5
S2	2	2
S3	6	2.25
S4	9	10.5
S5	12.5	2
S6	6	12.75
S7	3.5	11

Centros de gravedad

Tabla N° 12. Distancias entre máquinas. Iteración VII

	A	B	C	D	E	F	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
A	0.0	6.5	15.0	4.5	13.0	11.0	2.0	9.0	12.75	7.5	19.5	6.75	2.5
B	6.5	0.0	8.5	6.0	6.5	4.5	8.5	10.5	6.25	5	13	4.25	5
C	15.0	8.5	0.0	10.5	9.0	4.0	17.0	8.0	3.75	7.5	4.5	12.75	13.5
D	4.5	6.0	10.5	0.0	12.5	7.5	6.5	4.5	8.25	11	15	10.25	6
E	13.0	6.5	9.0	12.5	0.0	5.0	15.0	17.0	12.75	5.5	6.5	10.75	11.5
F	11.0	4.5	4.0	7.5	5.0	0.0	13.0	12.0	7.75	3.5	8.5	8.75	9.5
S1	2.0	8.5	17.0	6.5	15.0	13.0	0.0	11.0	-	-	-	-	-
S2	9.0	10.5	8.0	4.5	17.0	12.0	11.0	0.0	-	-	-	-	-
S3	12.75	6.25	3.75	8.25	12.75	7.75	-	-	0.0	-	-	-	-
S4	7.5	5	7.5	11	5.5	3.5	-	-	-	0.0	-	-	-
S5	19.5	13	4.5	15	6.5	8.5	-	-	-	-	0.0	-	-
S6	6.75	4.25	12.75	10.25	10.75	8.75	-	-	-	-	-	0.0	-
S7	2.5	5	13.5	6	11.5	9.5	-	-	-	-	-	-	0.0

Matriz de distancias

Tabla N° 13. Reducción estimada de costos. Iteración VII

Combinaciones Posibles	Cactual	Cnuevo	REC
A D	425	450	-25
A S1	290	410	-120
A S7	290	350	-60
B D	290	370	-80
B F	535	752.5	-217.5
B S3	425	622.5	-197.5
B S4	425	735	-310
B S6	425	682.5	-257.5
B S7	425	385	40
C E	110	115	-5
C F	95	115	-20
C S3	105	180	-75
C S5	105	160	-55
D S2	585	1080	-495
D S7	585	425	160
E F	105	155	-50
E S4	95	72.5	22.5
E S5	95	107.5	-12.5
F S4	110	167.5	-57.5

En esta iteración, se puede verificar que todos los movimientos que poseen reducción de costos positiva son movimientos prohibidos. Lo anterior sugiere que se ha obtenido la solución final del problema, en la cual la distribución de las instalaciones que se debe adoptar es la propuesta en la iteración anterior, que muestra en la Figura N° 7. Esta solución genera un costo de movimiento total igual a 850.

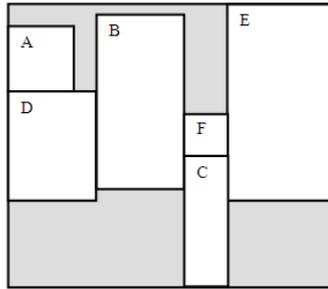


Figura N° 7. Disposición de las máquinas. Iteración VI

4. EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS

Considérese la utilización de un modelo matemático bidireccional exacto para la comparación de resultados con el método propuesto. Este modelo matemático permite obtener la siguiente solución óptima:

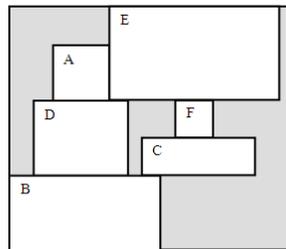


Figura N° 8: Disposición lograda mediante la solución del modelo matemático bidireccional exacto.

Como se puede observar, esta técnica propone alinear las instalaciones que se vinculan entre sí de manera de minimizar las distancias entre centros de gravedad y, como consecuencia de ello, obtener el mínimo costo asociado a los movimientos de materiales. Luego, el costo de movimiento final obtenido es igual a 582.

5. CONCLUSIONES

El presente trabajo ha permitido evaluar una posible alternativa de mejora del procedimiento CRAFT brindando nuevas herramientas que pueden ser de utilidad para la resolución de problemas de *layout* de máquinas. Este documento puede ser considerado como una primera aproximación y aún está sujeto a posibles modificaciones y a un análisis exhaustivo de su eficiencia.

Sin embargo, la comparación del procedimiento propuesto con un modelo matemático ha permitido obtener una primera aproximación a las bondades y debilidades de esta nueva metodología de resolución. Por un lado, la solución óptima obtenida a partir del modelo

matemático ha dejado en claro que el resultado obtenido con este procedimiento heurístico no es el mejor desde el punto de vista de los costos. Sin embargo, es importante notar que dichos resultados están íntimamente relacionados con el criterio del tomador de decisiones, y con la solución inicial propuesta, de manera que se si se desea mejorar esta solución, seguramente se pueden evaluar diversas alternativas. Por otro lado, si bien en este documento se ha analizado un único ejemplo pequeño, cabe aclarar que problemáticas más complejas seguramente pondrán en evidencia las bondades del método respecto de los modelos matemáticos exactos como, por ejemplo, un menor costo computacional, la posibilidad de tener en cuenta restricciones adicionales difíciles de modelar matemáticamente (existencia de estaciones de carga y descarga de máquinas, consideración de espacios de acceso y egreso de materiales al piso de planta, etcétera), entre otras.

REFERENCIAS

Adler, M., J. De Marco, J. Calderón Izaguirre, A. Gimbatti, A. Pérez Cortés, M Spotorno (2004). *Producción y operaciones*, Buenos Aires, Macchi, cap. 5 y 13.

Akright, W. y D. Kroll. (1998). “Cell Formation Performance Measures. Determing when to Change an Existing Layout”, *Computers & Industrial Engineering* Vol. 34, N° 1: 159-171.

Chase, R., F. Jacobs y N. Aquilano (2004). *Administración de la producción y operaciones para una ventaja competitiva*, México, *McGraw-Hill*, 10ª ed., cap. 5: “Tecnologías de grupo”.

Hassan, M. (1995). “Layout Design in Group Technology Manufacturing”, *International Journal of Production Economics*, 38: 173-188.

Parashar, N. (2009). “Cellular Manufacturing Systems. An Integrated Approach”, *PHI Learning Private Limited*, Nueva Delhi.

Thompkins J., A. Bozer Yavuz, J. Tanchoco y J. White (2006). *Planeación de instalaciones*, México, Thomson Learning, 3ª ed.

ASPECTOS CLAVE DE LOS PROGRAMAS DE IMPLEMENTACIÓN DE MEJORA CONTINUA EN GRANDES EMPRESAS ARGENTINAS

*Formento, Héctor
Chiodi, Franco
Cusolito, Fernando
Altube, Lucas
Gatti, Sebastián*

Instituto de Industria, Universidad Nacional de General Sarmiento

RESUMEN

La mejora continua es uno de los tres pilares, junto con el enfoque al cliente y la gestión participativa, que hacen a la calidad total. Estos sistemas se aplican en numerosas empresas manufactureras y avanzan sobre organizaciones de servicios e instituciones públicas. Por ello, esta investigación exploratoria pretende realizar una descripción de las características principales de los programas de mejora continua en grandes empresas en la Argentina.

Los resultados presentados aquí corresponden al proyecto de investigación “Análisis de las estrategias de implementación de procesos de mejora continua en Argentina”, del Instituto de Industria de la Universidad Nacional de General Sarmiento, ejecutado entre 2009 y 2010.

La metodología empleada es de carácter cuali-cuantitativo, basada principalmente en la realización de una encuesta a los referentes principales de un grupo de grandes empresas de reconocida trayectoria en la Argentina.

Los resultados, con base en treinta casos seleccionados, muestran que los programas son formales y estructurados, gerenciados principalmente por áreas específicamente creadas para tal fin. El análisis detalla la existencia de equipos de mejora, con diferentes roles intraequipos y cuyos miembros pertenecen a diversas jerarquías institucionales, y en su conformación los integran más de un área de la empresa, ya sea productiva o de *staff*. Esta visión global permite comprender la situación actual de estos equipos para proponer recomendaciones para aplicaciones futuras más efectivas.

Palabras claves: Mejora continua, Calidad total, Grandes empresas.

1. INTRODUCCIÓN

La mejora continua es uno de los tres pilares, junto con el enfoque al cliente y la gestión participativa, que hacen a la calidad total. Estos sistemas se aplican en numerosas empresas manufactureras y avanzan sobre organizaciones de servicios e instituciones públicas.

En este contexto, este trabajo exploratorio de investigación plantea realizar una descripción de las características principales de los programas de mejora continua en un conjunto de grandes empresas manufactureras y de servicios en la Argentina.

Los resultados permiten concluir, con base en treinta casos seleccionados, cómo se definen los programas de mejora continua en estas empresas, principalmente en atención a las siguientes preguntas de investigación: i) ¿qué nivel de desarrollo han alcanzado los procesos de mejora continua en la Argentina?; ii) ¿cuáles han sido las formas más habituales de organización? y iii) ¿cómo parece haber impactado sobre los resultados?

Esta visión global permite comprender la situación actual de los programas y proponer recomendaciones para aplicaciones futuras más efectivas.

2. ANTECEDENTES TEÓRICOS

Diversos autores realizan definiciones del concepto de mejora continua, que difieren levemente entre sí (Bessant y Caffyn, 1999; ISO, 2008; Bhuiyan y Baghel, 2005). Adoptaremos para este trabajo la de Boer y Gertsen (2003), según la cual: “La mejora continua es un proceso planificado, organizado y sistemático de cambios incrementales y continuos en las prácticas existentes en toda la compañía con el propósito de mejorar la performance”.

Hoy en día, la mejora continua se comprende fundamentalmente como uno de los pilares de un sistema de gestión total de la calidad (TQM) (ISO, 2008; Shiba, 1995). El concepto básico es fácilmente entendible como un método de resolución de problemas aplicado en forma permanente por equipos de proyecto (se acepta que pueden adoptar distintos nombres) que utilizan una metodología sistemática para realizar los análisis y diagnósticos. Sin embargo, su aplicación práctica encuentra con frecuencia barreras importantes que dificultan la obtención de resultados y generan desmotivación, frustración y grave riesgo de desarticulación total del proceso sistemático de mejora.

En línea con lo anterior, Irani y Sharp (1997) indican que “a pesar de que estos conceptos (innovación y mejora continua) son simples, operacionalizarlos y mantener el impulso en funcionamiento hasta que se conviertan en parte de la cultura organizacional está lejos de ser sencillo. El éxito de la adopción de la innovación y la mejora continua involucra un sistema complejo de subsistemas y procesos interrelacionados, que necesitan ser gestionados efectivamente con el objetivo de maximizar los beneficios”.

Factores clave para un proceso de mejora continua

Un relevamiento de la literatura existente nos permite determinar los principales factores que se deben tener en cuenta para una exitosa implementación de un proceso de mejora continua.

- Formalización y estructura

La formalización genera el ámbito necesario para crear una estructura de soporte y definir las rutinas a las que hacen mención Caffyn y Bessant (2000) en las cinco etapas evolutivas del proceso de mejora. Sin formalización y estructura no puede superarse el nivel 1 de la escala mencionada.

Es importante la existencia de un método científico común con una rutina de pasos preestablecida para el desarrollo de los proyectos de mejora (Garvin, 1993; Spear y Bowen, 1999; Forrester, 2000). La existencia de una metodología formalizada permite una base de trabajo común para desarrollar cambios (Bateman, 2005).

Los equipos de mejora continua interdisciplinarios e interáreas han reemplazado gradualmente a los círculos de calidad (Formento, 2008). Por esta razón, nos concentraremos en este tipo de programas. Este antecedente excede el marco local y puede observarse en estudios previos realizados en España (García-Lorenzo y Pardo, 2003), en Australia (Terziovski y Sohal, 2000) y en Estados Unidos (Lawler III *et al.*, 2001).

- Despliegue / Alcance

Así como resulta importante la continuidad, no lo es menos el despliegue que permite llegar a todos los niveles de la organización con las rutinas de mejora. El enfoque de sistema (Deming, 1993) requiere que los distintos procesos sean visualizados como integrantes de un sistema global en el que el resultado final dependerá de la calidad de las interacciones entre dichos procesos. En este sentido, es impensable que la mejora continua funcione sin integrar a todos los sectores y procesos.

- Coordinación del programa

La promoción de la mejora continua y su sostenimiento dentro de la rutina organizacional requiere actores que faciliten la tarea en el día a día. Este rol está más allá del líder de un equipo específico y se refiere a la figura de uno o varios coordinadores internos que apoyen las actividades, faciliten el acceso a los recursos y presten asesoramiento metodológico a los miembros de los equipos (García-Sabater y Marín-García, 2009).

El Six Sigma, estrategia de mejora continua lanzada a fines de los ochenta a partir de las experiencias exitosas de Motorola, define una figura de Black Belt, como responsable y facilitador de los equipos de mejora y experto metodológico interno, y un Master Black Belt, que coordina la tarea de todos los Black Belt de la empresa (Harry y Schroeder, 2000).

3. METODOLOGÍA

La metodología empleada es de carácter cuali-cuantitativo, basada principalmente en la realización de una encuesta a los referentes principales de un grupo de grandes empresas de reconocida trayectoria en la Argentina.

Estos informantes clave son personal jerárquico responsable de los programas de mejora continua dentro de las organizaciones analizadas. Los resultados cuantitativos se procesan estadísticamente y se estratifican para mostrar las tendencias encontradas. El formulario se diseñó con base en el marco teórico del proyecto (expuesto previamente), compuesto por la literatura clásica sobre procesos de mejora y las experiencias prácticas generadas en las empresas líderes en la Argentina. Este formulario fue enviado vía correo electrónico a 36 empresas, de las cuales respondió el 83,33%.

4. RESULTADOS

En esta sección se presentan, en primer lugar, los rasgos básicos de las empresas relevadas; en segundo lugar, se expone la descripción del programa de mejora continua (MC): su estructura organizacional, sus objetivos, la conformación de equipos y el impacto de la implementación.

Las empresas contactadas inicialmente para este estudio correspondieron al grupo de empresas medianas y grandes de acuerdo con los criterios de facturación, según se refleja en la Tabla N° 1. La muestra incluye tanto empresas industriales como de servicios.

Tabla N° 1. Nivel de facturación anual promedio (en millones de pesos)

Nivel de facturación anual promedio		
	N	%
De 1 a 10 M	2	6,7%
Más de 10 y menos de 50 M	1	3,3%
Más de 50 hasta 100 M	2	6,7%
Más de 100 M	25	83,3%
Total	30	100,0%

Del grupo de empresas contactadas se destaca que la totalidad de ellas implementó alguno de los sistemas de gestión de la calidad y lo certificó. La Figura N° 1 muestra la adopción de

Normas ISO 9001, Normas ISO 14001, Normas ISO 18000, Normas de Calidad TS 16949 u otra norma.

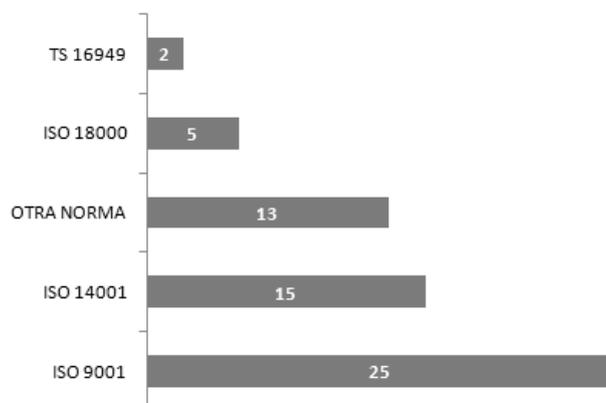


Figura N° 1. Certificaciones obtenidas por las empresas relevadas.

Sobre este grupo de empresas, el 93,3% declaró poseer un programa formal de mejora continua. El resultado indica una incidencia mayor si se compara con estudios en otros grupos de empresas de menor tamaño (Formento *et al.*, 2007).

Tabla N° 2. Empresas que aplican formalmente programas de mejora continua

Programa formal de mejora continua		
	N	%
No	2	6,67%
Sí	28	93,33%
Total	30	100%

En función de las características de los programas de mejora continua que muestra la Tabla N° 3, un 75% los calificó con el carácter de estructurado, lo cual en principio evidencia un grado de formalidad.

Tabla N° 3. Características de los programas de mejora continua

Características del programa de mejora continua		
	N	%
	2	
Estructurado	1	75%
No estructurado	7	25%

	2	
Total	8	100%

La Tabla N° 4 expone con mayor detalle las áreas que gestionan estos programas. Se destaca la aparición de áreas especiales dedicadas específicamente a tareas relacionadas con la gestión de la calidad y la mejora continua. Esta forma de organización, que difiere de las estructuras clásicas, muestra cómo ha ido evolucionando la importancia asignada a este tipo de tareas. Es decir, se asignan recursos humanos específicos a tareas de gestión y facilitación de los sistemas de calidad y mejora continua.

Tabla N° 4. Áreas que coordinan los programas de mejora continua

Área que coordina el programa		
	N	%
	1	
Áreas especiales (*)	4	52%
Calidad	7	26%
Producción	4	15%
Otras	2	7%
Total	2	100
	8	%

Los aspectos destacados por las empresas relevadas, que significaron una evolución en los programas de mejora continua se concentran para el 52% de ellas en alcance, resultados operativos, cantidad de proyectos y personas involucradas, en tanto que otras características destacadas fueron: i) complejidad de los temas tratados, ii) incorporación de nuevas herramientas, iii) gestión de las mejoras, iv) visión de la organización como sistema y v) mejora de la productividad de planta.

El fuerte carácter dinámico y la evolución que asumen los programas de mejora continua se pueden deber, principalmente, a la existencia de un componente muy importante de trabajo en equipo en las empresas relevadas y los temas que son tratados. Con relación a los temas abordados por los equipos de mejora, encontramos una gama muy variada que se ha clasificado de acuerdo con las siguientes áreas temáticas: calidad / defectos; costo / beneficios; desviaciones del estándar; medio ambiente; seguridad; cambios / innovaciones y otros.

Los resultados obtenidos muestran una distribución muy pareja encabezada por calidad / defectos, que aparece en casi el 90% de los casos analizados. Todos los demás temas están

presentes en un porcentaje de empresas que oscila entre el 70% y el 80%. También puede observarse un porcentaje de casos cercano al 30% en los que se trabaja sobre otros temas, es muy probable que 5S sea uno de ellos.

Tabla N° 5. Objetivos de los programas de mejora continua

Temas tratados		
	N	%
Calidad / defectos	2	89,3
	5	%
Costos / beneficios	2	82,1
	3	%
Desviaciones del estándar	2	82,1
	3	%
Seguridad	2	78,6
	2	%
Cambios e innovaciones	2	78,6
	2	%
Medio ambiente	2	71,4
	0	%
Otros		32,1
	9	%

A pesar de que el 93,3% de las empresas declara poseer un programa formal de MC, solo un 80% posee un método establecido de trabajo en equipo (Tabla N° 6), lo cual indicaría en algunas empresas una falta de formalización en la modalidad de trabajo.

Tabla N° 6. Existencia de método establecido para el trabajo en equipo

Método establecido para el trabajo en equipo		
	N	%
No	6	20,0%
Sí	24	80,0%
Total	30	100,0%

La asignación de roles de los equipos es relevante para los programas de MC. Según la Tabla N° 7, en el 85,7% de las empresas del estudio, se menciona que los miembros del equipo poseen diferentes roles. La existencia de líderes se da en una gran mayoría (76,7%) así como la

de facilitadores (66,7%), según los datos de la Tabla N° 8. Se entienden estos dos roles como claves para impulsar y gestionar equipos que llevan adelante proyectos y acciones de mejora continua.

Tabla N° 7. Asignación de diferentes roles en el equipo

Método establecido para el trabajo en equipo		
	N	%
No	6	20,0%
Sí	24	80,0%
Total	30	100,0%

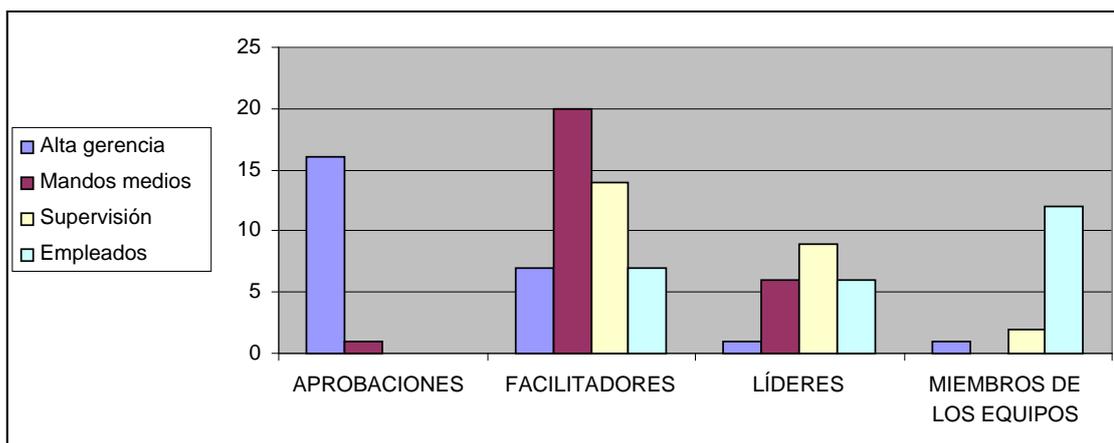
Un dato no menos interesante es que en el 57% de los casos en estudio existe el rol de *sponsor* o mentor. Otros roles, como el de secretario dentro de los equipos, tienen una bajísima presencia en las empresas (13,3%).

Tabla N° 8. Existencia de diferentes roles en el equipo

Existencia de diferentes roles en el equipo		
	N	%
Líder	23	76,7%
Facilitador	20	66,7%
<i>Sponsor</i> / mentor	12	40%
Secretario	4	13,3%
Otros	6	20%

Alineado con la asignación de roles previamente descrita, se profundiza, en este estudio, el rol que asumen los diferentes niveles de la organización dentro de la estructura del programa; se detalla esta segmentación en la Figura N° 2.

Figura N° 2. Niveles de la organización y estructura del programa de mejora continua



De las 25 respuestas obtenidas, en este sentido, la alta gerencia ocupa roles de aprobación de proyectos (64%) y como facilitadores (28%). Roles como líderes y miembros de equipo solo se presentan en el 8% de los casos.

En el 74% de los casos, los mandos medios asumen el rol de facilitadores, a partir de sus conocimientos y experiencia, en el 22,2% ocupan la posición de líderes de equipo y solo en un caso (3,7%) es el responsable de la aprobación de los proyectos de mejora.

Replicando el análisis realizado para los niveles de supervisión, los resultados arrojan que el 56% se desempeña como facilitadores, el 36% como líderes y solo un 8% como miembro de los equipos (de 25 empresas).

Para el caso de los operarios o empleados, el 28% ocupa roles de facilitadores, el 24% son líderes y el 48%, miembro de los equipos.

Tabla N° 9. Conformación de los equipos de mejora continua

Conformación de equipos		
	N	%
Con participación de áreas de apoyo	19	63,3%
Con participación de solo un área	11	36,6%
Con participación de dos o más áreas	23	76,7%
Sin formalización	2	6,6%

Se observa positivamente que, casi en un 90% de los casos con programa formalizado, los equipos sean interáreas y/o interdisciplinarios; esto asegura una mirada al mismo problema desde distintas perspectivas, lo que genera una valiosa contribución a su solución.

Un aspecto abordado en este estudio es el uso de metodologías y herramientas en los proyectos de mejora continua. La totalidad de los 28 casos informa que utilizan al menos una metodología en la resolución de problemas.

El impacto de la implementación de este tipo de programas es una variable clave para establecer la revisión y/o fortalecimiento del programa de mejora continua.

La tabla siguiente nos muestra un número relativamente bajo de empresas que consideran el programa como muy efectivo, aun cuando esta percepción puede cambiar si se suman las calificaciones de efectivo; en ese caso, las dos primeras categorías alcanzarían un valor del 70%.

Tabla N° 10. Evaluación del resultado de los equipos de mejora en la empresa.

Resultados de los equipos de mejora continua		
	N	N
Efectivos	13	43%
Muy efectivos	8	27%
Regulares	5	17%
Ns/nc	4	13%
Total	30	100,0%

5. Conclusiones

En este apartado, presentamos las principales conclusiones de la investigación para responder al objetivo planteado inicialmente.

En todas estas organizaciones, el tema está fuera de discusión y, en general, se trata de programas formalizados y estructurados que cuentan con cierto nivel de recursos y prioridad. No obstante, los niveles relativamente bajos de involucramiento ponen en duda la verdadera prioridad que se les otorga. De todas formas estas empresas están muy por encima, en prioridad y recursos, de las pymes, aun si consideramos a sus propios proveedores.

A juzgar por los resultados discutidos previamente, podemos inferir que aproximadamente una de cada tres grandes empresas tiene un programa de mejora continua con resultados muy efectivos. Estos programas están probablemente entre los niveles 3 (mejora continua dirigida a una meta) y 4 (mejora continua autónoma) de la escala de Caffyn y Bessant (1996) mencionada previamente. Esto implica que han alcanzado estándares muy altos y son *benchmark* para el resto, pero aún tienen un camino importante por delante, fundamentalmente en términos de participación, motivación, compromiso e involucramiento de los distintos niveles organizacionales. Este trabajo sobre el capital humano de la organización parece ser el camino

para lograr consolidar el nivel 4 y avanzar sobre el nivel 5 (capacidad estratégica en mejora continua).

Si bien hemos visto que hay un espectro relativamente variado de formas de organización, predominan las estructuras tradicionales para estas actividades: existen áreas que coordinan los programas e inducen la participación (en evolución hacia áreas nominadas específicamente para estas actividades y otras relacionadas); las gerencias tienen injerencia sobre los temas que se abordarán, las aprobaciones y seguimiento de los proyectos; los equipos son interdisciplinarios y cuentan con un líder que los coordina; existe un programa de reconocimiento y eventos en los que se exponen los trabajos.

El impacto sobre los resultados es considerado “efectivo” o “muy efectivo” por el 70% de las empresas de la muestra; sin embargo, hemos visto que para alcanzar mayoritariamente el estándar de “muy efectivo”, hay un largo camino por delante.

REFERENCIAS

Bateman, N. (2005). “Sustainability: the Elusive Element of Process Improvement”, *International Journal of Operations & Production Management*, 25 (3): 261-276.

Bessant, J. y S. Caffyn (1997). “High-involvement innovation through continuous improvement”, *International Journal of Technology Management*, 14 (1): 7-28.

Bessant, J., S. Caffyn y M. Gallagher (2001). “An evolutionary model of continuous improvement behaviour”, *Technovation*, 21: 67-77.

Bhuiyan, N. y A. Baghel (2005). “An overview of continuous improvement: from the past to the Present”, *Management Decision*, Vol. 43, No. 5: 761-771.

Boer, H. y F. Gertsen (2003). “From continuous improvement to continuous innovation: a retro perspective”, *International Journal of Technology Management*, Vol. 26, No 8: 805-827.

Caffin, S. y J. Bessant (1999). “Capability-based model for continuous improvement”, *Proceedings of 3rd International Conference of the EUROMA*, Londres.

Deming W. (1993). *The new economics*, Cambridge, MIT Center for Advanced Engineering Study.

Formento H., N. Braidot y F. Chiodi (2008). “Equipos de mejora continua. Conceptos básicos y metodología para la mejora de procesos”. UNGS.

Formento H., N. Braidot y J. Pittaluga (2007). *El proceso de mejora continua en pymes argentinas. Investigaciones y modelos posibles*, Los Polvorines, Editorial de la Universidad Nacional de General Sarmiento.

Forrester, R. (2000). "Capturing learning and applying knowledge: an investigation of the use of innovation teams in Japanese and American automotive firms", *Journal of Business Research* 47 (1): 35-45.

Fortune 1000 (1988). "The CEO report". San Francisco, Jossey-Bass.

García-Lorenzo, A. y J.C. Prado (2003). "Employee Participation Systems in Spain. Past, Present and Future", *Total Quality Management & Business Excellence* 14 (1): 15-24.

García-Sabater, J. y J. Marín-García (2009). "Facilitadores y barreras para la sostenibilidad de la mejora continua: un estudio cualitativo en proveedores del automóvil de la Comunidad Valenciana", *Intangible Capital*, 5 (2): 183-209.

Garvin, D.A. (1993). "Building a learning organization", *Harvard Business Review*, 71 (4): 78-91.

Harry, M. y R. Schroeder (2000). *Six Sigma: The breakthrough strategy revolutionizing the world's top corporations*, Nueva York, Doubleday.

International Standards Organization (2008). *ISO 9001:2008 Sistemas de gestión de la calidad – Requisitos, ISO TC/176*, Ginebra.

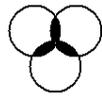
Irani, Z. y J.M. Sharp (1997). "Integrating continuous improvement and innovation into a corporate culture: a case study", *Technovation*, Vol 17, No. 4: 199-206.

Lawler, E.E., S. Mohrman y G. Benson (2001). *Organizing for high performance: employee involvement, TQM, reengineering, and knowledge management in the Fortune 1000*, San Francisco, Jossey Bass.

Shiba, S. (1995). *TQM: desarrollos avanzados*, Portland, Productivity Press.

Spear, S. y H. Bowen (1999). "Decoding the DNA of the Toyota Production System", *Harvard Business Review* 77(5): 96.

Terziovski, M. y A. Sohal (2000). "The adoption of continuous improvement and innovation strategies in Australian manufacturing firms", *Technovation* 20: 539-550.



CAPÍTULO III

* La ingeniería industrial y su ejercicio profesional

Ing. Franco Chiodi
Dr. Carlos Gómez
(coordinadores)

APLICAÇÃO DE PRÁTICAS DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO COMO FERRAMENTA PARA A INSERÇÃO SOCIAL

*Tammy Ishii, Fernanda
Lobo, Adriano
Philippi Dorta, Renato
Lapasini Leal, Gislaine Camila
Cardoza, Edwin*

Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Estadual de Maringá (UEM)

Resumo

O objetivo deste artigo é analisar práticas de ensino de planejamento e controle da produção (pcp) que podem ser utilizadas como ferramentas de inclusão social. As práticas foram desenvolvidas no projeto Linkme@: Costurando Conhecimentos, Relações Sociais e Oportunidades Profissionais. A metodologia de intervenção é caracterizada por aulas teóricas e práticas realizadas com membros da comunidade externa por docentes e bolsistas do curso de engenharia de produção da Universidade Estadual de Maringá (UEM), localizada no município de Maringá – PR. A principal área da Engenharia de Produção aborda durante a execução das atividades é a Gestão de Operações. É um processo de intervenção que vem promovendo e gerando a oportunidade de competir no mercado de trabalho e buscar o primeiro emprego nos beneficiários. Além disso, aproxima a universidade da comunidade externa e fortalece a formação social e técnica dos discentes que participam das atividades do projeto. As principais dificuldades foram relacionadas com o trabalho ou esforços necessários para manter o participante do projeto por um período longo de intervenção ou formação mínima necessário para transferir os conhecimentos propostos.

Palavras-chave: Engenharia de produção, Inclusão social.

1. Introdução

A inclusão social consiste em um conjunto de meios e ações que combatem a exclusão de uma parte da população nas áreas de educação, saúde etc., por meio de políticas públicas, que visam oficializar e viabilizar o acesso aos meios sociais (Martini, 2005). Neste âmbito, a inclusão digital também pode ajudar no processo de inserção de pessoas carentes que não tem acessibilidade tanto à tecnologia quanto a uma educação de qualidade na sociedade da informação (Rebêlo, 2005).

A inclusão digital depende de três pilares para seu sucesso os quais são a tecnologia da informação e comunicação (TIC's), renda e educação. As TIC's propiciam o aumento da

qualidade e oportunidade de negócios, deixando assim pessoas mais qualificadas para o mercado de trabalho (Filho, 2003).

O planejamento e controle da produção (PCP), que apresenta-se como uma ferramenta gerencial indispensável na indústria, tradicionalmente ligada à Engenharia de Produção, pode ser utilizado também como ferramenta de inclusão social.

No contexto da globalização, as empresas encontram múltiplos desafios para manter-se junto ao mercado competitivo. Dentre elas, destacamos: forte concorrência global, clientes mais exigentes, recursos escassos, elevada mobilidade de capital, inúmeros avanços tecnológicos.

Neste cenário, o PCP (Planejamento e Controle da Produção) mostra-se como uma atividade essencial para a obtenção de processos e métodos mais eficazes, que acarretem em produtos mais competitivos e padronizados; podendo ser visto como um sistema que recebe as informações pertinentes a cada processo, transforma, através de análise, tais dados em decisões, que por fim resultam na obtenção de produtos padronizados que satisfaçam ou até superem as expectativas dos clientes

Este artigo relata a experiência do ensino de Planejamento e Controle de Produção, módulo desenvolvido no projeto LinkMe@: Costurando Conhecimentos, Relações Sociais e Oportunidades Profissionais, como uma ferramenta para a inclusão de membros da comunidade. São destacadas as atividades práticas realizadas, com o intuito de aproximar o conteúdo teórico estudado pelos estudantes de engenharia à realidade dos participantes, bem como torná-lo mais familiar e melhor compreendido pelos mesmos, que não vivenciam o cotidiano do ambiente universitário. Também, buscou-se avaliar os resultados de práticas de ensino de PCP, analisando e discutindo atividades que tinham objetivo transmitir conhecimentos relacionados ao PCP tais como: cronoanálise, produtividade, planejamento, e interpretação de documentos como ficha técnica, ordem de compra e ordem de produção.

Este texto encontra-se estruturado em 5 Seções, além desta introdutória. A Seção 2 descreve os conceitos que nortearam o desenvolvimento do trabalho. Na Seção 3 é descrito o projeto em que estas atividades se encontram inseridas. A Seção 4 detalha as atividades desenvolvidas no ensino de PCP e na Seção 5 são discutidos os resultados destas atividades. Por fim, na Seção 6 são apresentadas as considerações finais, destacando as contribuições, dificuldades, limitações e perspectivas de trabalhos futuros.

2. Revisão bibliográfica

2.1 Engenharia e inclusão social

A forma como o engenheiro atua perante a sociedade tem sido alvo de discussões desde a criação do conceito de tecnologia social (TS). Tradicionalmente, cabe aos engenheiros

produzir tecnologias na universidade, distante da realidade de grande parte da camada social, reproduzindo características da tecnologia convencional (Fraga *et al.*, 2008).

As tecnologias convencionais servem apenas para utilização da sociedade que a construiu, mostrando que não há neutralidade na tecnologia e ciência existentes nos dias de hoje. De acordo com Fraga *et al.* (2008), tecnologia social representa a possibilidade de reprojeter a tecnociência existente segundo valores de trabalhadores populares, contribuindo com a transformação social.

O cenário atual é caracterizado pelo elevado número de atividades que dependem da gestão de fluxos informacionais, aliadas ao uso de novas tecnologias. Devido a isso, cabe ao profissional de engenharia praticar a extensão, contribuindo com a educação popular e com o enfoque tecnológico nos processos de transformação social.

Para que isso ocorra, é necessária uma mudança no sistema de educação em engenharia, quebrando a visão neutra da tecnologia, fazendo com que o engenheiro possa, também, atuar de forma alternativa. Aplicar os conhecimentos técnicos para a inclusão social.

2.2 Planejamento e Controle da Produção

No contexto de globalização atual, onde as empresas buscam cada vez mais um diferencial frente ao mercado, faz-se necessário o uso de ferramentas poderosas para garantir a competitividade.

Neste cenário, uma ferramenta que tornou-se essencial devido a sua capacidade de obter processos e métodos mais eficazes, é o PCP (Planejamento e Controle da Produção).

O uso do PCP em uma empresa acarreta em diversos pontos positivos para a mesma, entre esses pontos pode-se destacar a geração de produtos mais competitivos e padronizados, redução dos *lead-times*, otimização do processo produtivo e de estocagem.

O PCP pode ser visto como um sistema que tem como entrada dados pertinentes a cada processo. Tais dados são transformados, através de uma análise minuciosa, em decisões que resultam na obtenção de produtos padronizados, de alta competitividade frente ao mercado e que satisfaçam ou até superem as expectativas dos clientes.

O objetivo do PCP, segundo Slack *et al.* (1997, p. 319), “é garantir que a produção ocorra eficazmente e produza produtos e serviços como deve”.

Planejamento e controle podem parecer atividades independentes, mas no contexto do PCP, planejamento e controle se inter-relacionam, pois enquanto a primeira promove a eficiência do processo produtivo, a segunda busca manter a eficiência durante todo o processo. E, principalmente, tanto o planejamento quanto o controle buscam a qualidade, que é um requisito fundamental e garantia de lucro para a empresa.

3. Projeto LinkMe@

Visando promover a inclusão social e digital no município de Maringá-PR foi criado o projeto de extensão intitulado: LinkMe@: Costurando Conhecimentos, Relações Sociais e Oportunidades Profissionais; que consiste numa iniciativa na qual participam professores e acadêmicos da Universidade Estadual de Maringá (UEM). Propicia o uso de instrumentos tecnológicos e conhecimento de práticas da Engenharia de Produção que facilitem a comunicação, a oportunidade de gerar renda, a melhoria de produtos e processos industriais e a inclusão tecnológica de membros da comunidade externa da universidade. Especificamente, é proposto desenvolver habilidades e competências para atuar no setor de confecção industrial.

O projeto é executado no município de Maringá-PR, que se uma cidade que se destaca pelo expressivo pólo de confecções. A região é considerada pela Associação Brasileira de Indústria Têxtil e de Confecção (ABIT) como o segundo maior pólo confeccionista do país, ficando atrás apenas do estado de SP. A região produz aproximadamente 7 milhões de peças/mês, cujo faturamento mensal pode chegar a R\$130 milhões. Parte desta produção é comercializada pelos 6 *shoppings* atacadistas presentes na cidade, que juntos englobam mais de 550 lojas (Sindvest, 2006).

Diante destes dados e de uma taxa de desemprego de 12% em Maringá (IBGE, 2009), torna-se indispensável à implantação de projetos que proporcionem informações e praticas relacionada à indústria de confecção e TICs (Tecnologias da Informação e Comunicação) que, associados a alguns conceitos de Engenharia de Produção são capazes de formar um bom profissional para atuar no setor do vestuário local.

O projeto é apoiado financeiramente pela agência de fomento CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), prevê a execução de atividades durante 12 meses e iniciou suas atividades em Janeiro de 2011. O público-alvo são membros da comunidade que dificilmente tem acesso aos conhecimentos, pesquisas e atividades realizadas pela universidade. Na primeira fase do projeto participaram 11 pessoas, com o ensino fundamental completo, desempregadas ou com uma renda familiar inferior a um salário mínimo. Além de atividade de inserção na universidade também foram realizadas capacitações nas áreas de Engenharia de Qualidade, Planejamento e Controle de Produção, Setor de Confecção, Relações Humanas, Informática Básica e Marketing Pessoal.

4. Atividades desenvolvidas no ensino de PCP

No módulo intitulado Aprendendo a Planejar e Controlar a Produção foi apresentado aos alunos os conceitos básicos de PCP ministrados entre aulas teóricas e atividades práticas. Esta seção enfoca as as atividades práticas, seus sucessos, fracassos e lições aprendidas.

4.1 Avaliando a produtividade

A primeira atividade chamada de Avaliando a produtividade teve como objetivos didáticos: mostrar aos alunos os benefícios de uma linha de montagem, os prejuízos decorrentes de produtos não conformes (produtos reprovados durante a inspeção), mostrar a importância do trabalho em equipe, divisão de tarefas e estimular a liderança.

Para efetuar esta os alunos foram divididos em duas equipes, cada equipe elegeu seu líder, o qual era ser responsável por receber o kit de material a ser utilizado, delegar funções, auxiliar na execução das atividades e devolver o kit de material juntamente junto com os produtos confeccionados.

Os líderes das duas equipes receberam o kit de material contendo: duas tesouras, três agulhas, um carretel de linha, um molde circular, retalhos de tecido e uma caneta. Após a entrega dos kits, foram dadas instruções de como confeccionar o produto, o qual foi nomeado para fins didáticos de flor de fuxico. A Figura Nº 1 ilustra as etapas para confecção da flor de fuxico.



FIGURA Nº 1: Ilustração/Esquema descrevendo o passo a passo para confecção do produto.

As equipes tiveram um prazo de 20 minutos para se organizar e produzir a maior quantidade possível do produto final conforme as especificações dadas no enunciado da atividade, que também continha um manual de como confeccioná-lo.



FIGURA Nº 2: (A) Aula Teórica sobre produtividade e a necessidade de planejar e controlar a produção, (B), (C) e (D) Equipes desenvolvendo as tarefas propostas na atividade, (E) Professora mostrando e discutindo os resultados obtidos, (F) uma das equipes desenvolvendo as atividades propostas.)

Após o prazo se esgotar os líderes de cada equipe entregaram o produto final para a professora analisar a qualidade dos mesmos, julgando se era um produto conforme ou não. Feito isso, foi iniciada uma discussão sobre a quantidade de itens conformes produzidos e o tempo disponibilizados para a fabricação dos mesmos, com os resultados encontrados. Foi solicitado ao líder avaliar a produtividade da sua equipe e apresentar pontos positivos e pontos de melhoria no desenvolvimento da atividade. Utilizou-se da suposição de uma nova execução da atividade para auxiliar na visualização das dificuldades e habilidades percebidas em cada participante.

4.2 Simulando uma linha de produção

A simulação de uma linha de produção foi desenvolvida com o intuito de transmitir certos conceitos relacionados ao planejamento, programação e controle da produção, tais como: ordem de compra, ordem de produção, ficha técnica e previsão de demanda.

Esta prática foi composta por duas atividades: a criação de uma ficha técnica e a definição de estratégias de produção.

Na primeira atividade, foi solicitado aos participantes que se dividissem em duas equipes e cada uma das equipes ficou responsável pela criação de uma peça de vestuário e pelo preenchimento da ficha técnica correspondente. A peça deveria ser construída utilizando uma camiseta branca, retalhos de tecido, alguns botões coloridos e cola colorida. Para tal, elas tiveram um tempo de 15 minutos para a criação da peça e para descrevê-la na ficha técnica,

previamente apresentada na aula expositiva. O objetivo desta atividade foi elucidar e tornar claro a utilização e necessidade das fichas técnicas como ferramenta de padronização e comunicação dentro de uma empresa.

Na segunda atividade os participantes mantiveram-se nas duas equipes e ficaram responsáveis por definir estratégias para a produção de amisetas ou toalhas, respeitando um limite máximo de 5 e 3 unidades para cada produto, respectivamente. As camisetas deveriam ser produzidas conforme uma ficha técnica previamente elaborada pelos alunos e as toalhas conforme ficha técnica elaborada pela professora e pelos monitores.

Foram apresentadas informações sobre a previsão de demanda para auxiliá-los na tomada de decisão e estabelecimento das estratégias de venda. Desta maneira, esperava-se que os participantes percebessem a complexidade e a dedicação necessária para o sucesso do PCP, visto o seu grande envolvimento com os demais setores da empresa como o Marketing, Vendas, Estoque e outros.

Foram também definidas duas formas de comercialização dos produtos/peças confeccionados pelos participantes: a venda no varejo e no atacado. No primeiro caso, os produtos poderiam ser vendidos a 100% do preço de venda para os clientes diretos, simulados pelo professor e pelos monitores, que poderiam solicitar produtos a qualquer instante e não aguardavam a entrega, caso o produto não estivesse disponível; e no último, poderiam ser distribuídos para revenda a qualquer momento, porém o preço de venda tinha uma redução de 30% do seu valor no varejo. Dessa forma, objetivou-se reforçar a análise da demanda para que estes tivessem o produto a “pronta-entrega”, evitando ter de recorrer a distribuição no atacado, no qual parte do lucro seria sacrificado.

Para aquisição de matéria-prima, foi elaborada uma moeda fictícia, chamada de “Linkz”, no qual cada equipe recebeu a quantia de L\$ 500.000,00 para realizar a compra dos materiais necessários. As equipes receberam também 2 tesouras, 3 agulhas e 1 carretel de linha azul. O restante dos materiais poderia ser adquirido mediante compra, utilizando o dinheiro fictício distribuído e baseando-se na tabela de preços definida pela organização. A adoção de uma moeda fictícia visou manter o distanciamento do custo real dos materiais, dado em moeda corrente no país; e estimular a necessidade de efetuar os cálculos durante a tomada de decisão. A quantidade limitada de capital tinha o objetivo de restringir os produtos e tornar necessário escolher entre os recursos disponíveis, tornando a simulação mais próxima da realidade empresarial.

As compras deveriam ser realizadas mediante o preenchimento da ordem de compra e a sua apresentação a loja de materiais (ponto de venda) e a produção seria liberada para execução apenas após o preenchimento da ordem de produção, que era única para cada tipo de produto. Assim, esperou-se que os participantes compreendessem melhor como é feito o uso das ordens de compra e produção e a sua importância.

Dadas as informações, disponibilizou-se 2 horas para a tomada de decisão e desenvolvimento dos produtos. Ocasionalmente, a professora e os monitores apareciam na sala, simulando clientes dispostos a comprar determinado produto, conforme estabelecido na previsão de demanda. A Figura Nº 3 destaca o desenvolvimento da atividade.

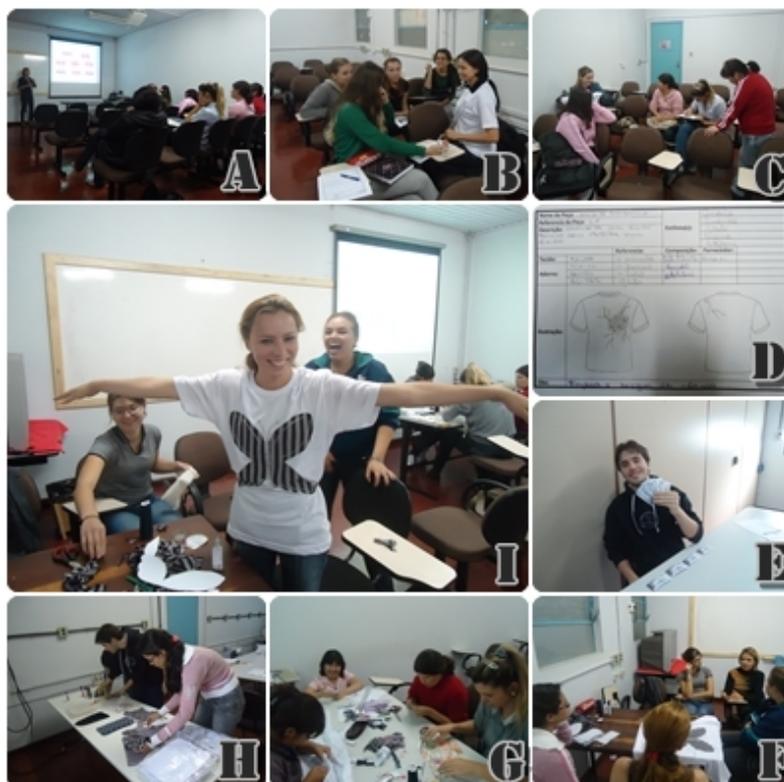


FIGURA Nº 3: (A) Aula expositiva sobre sistemas de produção, (B) Uma das equipes decidindo sobre a criação da ficha técnica,(C) Outra equipe em reunião para a elaboração da ficha técnica, (D) Ficha técnica elaborada por uma das equipes, (E) Monitor do módulo exibindo o dinheiro fictício criado - O Linkz, (F) Professora conversando sobre os resultados obtidos, (G) Equipe trabalhando com o acompanhamento da monitora, (H) Monitores auxiliando participante na aquisição de materiais para a fabricação do produto especificado na ficha técnica, (I) Participante mostrando detalhes do produto elaborados por eles.

4.3 Trabalhando com a cronoanálise

Nesta última atividade, foi proposto uma melhor apresentação de uma das práticas bastante utilizadas no setor de confecção: a cronoanálise. Esta ferramenta é utilizada para determinar os tempos das atividades de produção que envolvam pessoas. Usualmente é utilizada no setor de confecção, sob a responsabilidade do setor de PCP, causando determinado desconforto nos trabalhadores devido ao desconhecimento de seu propósito. Sendo assim, os objetivos desta

atividade foram elucidar os participantes a cerca da cronoanálise, identificar os processos envolvidos na elaboração de uma peça, realizar a leitura de uma ficha técnica e ordenar a sequência para o desenvolvimento do produto.

A atividade foi desenvolvida no o laboratório de confecção e utilizou-se os seguintes materiais:: 2 cronômetros digitais, 2 folhas de cronometragem, 2 fichas técnicas idênticas, retalhos de tecido, régua, fita métrica, giz para tecido, tesoura, carretel pequeno de linha, lápis/caneta para anotações e câmera digital, para registro das atividades.

Para dar inicio a atividade a turma foi dividida em duas equipes, a cada equipe foi entregue uma ficha técnica do produto, uma folha de cronometragem e os materiais necessários para realizar os processos de confecção. Solicitou-se que os participantes listassem os processos necessários para a confecção da peça, que consistia numa bolsa de lona sintética preta, do tipo *eco-bag*, cujas especificações estavam na ficha técnica. Após feita a listagem, as equipes dividiram os processos entre as pessoas do grupo que tinham mais facilidade com determinadas funções, tais como: Riscar molde da bolsa, Cortar tira da Alça, Unir laterais da bolsa, Costurar a alça na bolsa, entre outros.

Enquanto um membro da equipe realizava a função outro membro cronometrava o tempo de execução e depois anotava no folha de cronometragem, cada processo foi repetido três vezes para poder realizar a média de cada processo. Ao termino da atividade deu-se início a discussão dos resultados.



FIGURA Nº 4: (A) Explicação teórica sobre cronoanálise feita pela professora no laboratório de confecção,(B) Divisão da turma em duas equipes,(C) Participantes analisando a ficha técnica, (D) Membros dividindo os processos entre os integrantes da equipe, (E) Equipe discutindo os resultados da primeira tarefa, (F) participante desenvolvendo um dos processos para determinação do tempo cronometrado, (G) participante cronometrando o processo desenvolvido por outro participante, (H) Equipe após a coleta de tempos, (I) Monitor acompanhando o desenvolvimento das atividades.

5. Resultados e discussão

Na atividade *Avaliando a produtividade* ambas as equipes conseguiram produzir um número bom de produtos com boa qualidade, 7 e 5; e um número consideravelmente pequeno de produtos que não puderam ser aproveitados, 2 e 0, denominados de produtos não-conforme. Porém, apenas uma equipe utilizou do método de linha de montagem, esta obteve melhores resultados comparado com a outra equipe. A líder da equipe que utilizou uma linha de montagem, delegando atividades específicas a cada membro, justificou a escolha alegando ter observado as habilidades de cada um e usufruindo das mesmas para uma produção mais rápida do produto, fazendo-a de modo intuitivo.

No decorrer da atividade *Simulando uma linha de produção* foi observado que, devido a dificuldade na tomada de decisão, os alunos não administraram o tempo de forma efetiva e conseqüentemente não conseguiram atender a demanda no varejo. Também não houve a procura pela venda no atacado. Os alunos também não assimilaram corretamente os dados contidos na ficha técnica dos produtos, que havia sido elaborada pelos mesmos. Houve também certa rejeição a confecção do produto cuja ficha técnica havia sido elaborada pela outra equipe, o que conduziu os organizadores do módulo, reformular a atividade proposta pra evitar a ocorrência desta rejeição em novas atividades. Os participantes notaram o preço elevado dos produtos e a dificuldade de lidar com a necessidade de escolha entre aquisição de componentes para uma produção mais rápida ou a aquisição de materiais para a confecção das peças. Ao final do processo, observou-se grande quantidade de materiais em estoque. Assim, aproveitou-se para abordar os tipos de estoque existentes e porque o uso deste deve ser de forma consciente, dado o seu custo.

Na atividade *Trabalhando com a cronoanálise*, observou-se certa dificuldade na leitura da ficha técnica e algumas relacionadas ao trabalho em equipe, tais como tomada de medidas equivocadas, falta de anotação dos dados, demora na coleta e ausência de liderança. Os resultados apresentados estavam dentro do esperado ao compararmos a média calculada, porém o desvio encontrado foi muito alto, revelando a falta de conformidade e padronização dos

processos, falha esta identificada pelos próprios participantes. Ao final da discussão dos resultados, foi possível observar melhora significativa na compreensão da necessidade de controlar os tempos e notou-se que os participantes perceberam alguns mitos relacionados a atividade de cronoanálise.

Nas duas últimas atividades, nos quais a liderança não foi atribuída pela professora, nenhum dos participantes mostraram proatividade e um comportamento de liderança. Quando questionados pela professora, todos disseram não ter o direito de cobrar comportamento ou atitude dos demais participantes. Assim, constatou-se que estes sentem-se incomodados com o cargo de chefia e ou liderança.

6. Considerações finais

Na atividade Avaliando a Produtividade foi incluída uma abordagem/discussão sobre a importância da liderança na melhora da produtividade, dada a ausência desta característica nas demais atividades. Sua abordagem nesta atividade é justificada visto que esta é a primeira atividade prática desenvolvida no módulo. A atividade de simulação foi reformulada, de modo que as fichas técnicas não serão desenvolvidas pelos participantes, para evitar a confecção de peças apenas de sua autoria.

Como contribuição, destaca-se a transferência de conhecimentos da área de Engenharia, a integração dos participantes e as diversas relações sociais formadas entre alunos, professores e comunidade externa (participantes). Ressalta-se que duas participantes se reuniram e resolveram aplicar os conhecimentos adquiridos e estão dando os primeiros passos para abertura de um negócio próprio (fabricação de *cupcakes*).

Em relação aos ganhos acadêmicos, destaca-se que os alunos puderam evidenciar como os conceitos da área de Engenharia de Produção podem ser aplicados para inserir as pessoas socialmente e digitalmente, encontrando relações entre o aprendido em sala de aula e o mundo real. Além disso, os alunos descobriram outras habilidades pessoais a serem melhoradas em sua formação e tiveram a oportunidade de vivenciar e lidar com questões sociais, complementando assim a sua formação como pessoa e engenheiro. Os resultados destacam a importância das atividades de extensão e demonstram os benefícios que podem ser obtidos pelos participantes, alunos e professores. Alguns pontos passíveis de melhoria foram observados o que conduziu a um replanejamento para a próxima turma, a qual teve início em agosto de 2011.

Referências

Filho, A.M.S. (2003). “Os três pilares da inclusão digital”, *Revista Espaço Acadêmico*, Ano 24, Maio. Disponível em: < <http://www.espacoacademico.com.br/024/24amsf.htm> >. Acesso em 03 de jul.2011.

Fraga, L., R. Silveira y B. Vasconcellos (2008). “O engenheiro educador”, II Congresso da Rede de ITCPs: Economia Solidária e a Política e a Política da Economia Solidária, São Paulo, USP, dez.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **IBGE Cidades@**: Maringá – PR. 2009. Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Contas Nacionais. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/painel/painel.php?codmun=411520#>>. Acesso em: 10 jun. 2011.

Martini, Renato. *Inclusão digital & inclusão social*. Disponível em: <<http://revista.ibict.br/inclusao/index.php/inclusao/article/view/7/13>>. Acesso em 03 jul. 2011.

Rebêlo, P. (2005). *Inclusão digital: O que é e a quem se destina?* Disponível em: <<http://webinsider.uol.com.br/2005/05/12/inclusao-digital-o-que-e-e-a-quem-se-destina/>> Acesso em 03 de jul. 2011.

Sinvest: Sindicato da Industria do Vestuário de Maringá. Maringá. [Acesso em 08/08/2011]. Disponível em: <http://www.sinvestmaringa.com.br/>

Slack, N. *et al.* (1997) *Administração da Produção*, São Paulo, Atlas.

LA PROPIEDAD INTELECTUAL Y LOS ACTIVOS DEL INGENIERO INDUSTRIAL

Abrevaya, Claudio Marcelo

Instituto de Industria, Universidad Nacional de General Sarmiento

RESUMEN

El ámbito de la propiedad intelectual (PI) se ha desarrollado en los últimos años en todo el mundo de manera formidable y vertiginosa debido a su inclusión en los debates y acuerdos de la Organización Mundial de Comercio (OMC).

Si bien las actividades de investigación y desarrollo (I&D) en las universidades han experimentado cambios y transformaciones en los últimos años, también se relacionan con otras funciones y mandatos de la universidad y se admiten así como profesión.

La ciencia se define como un conjunto heterogéneo de prácticas “socialmente legitimadas como científicas” que implican diversas modalidades de producción del conocimiento; entre ellas, la investigación, el desarrollo experimental y la creación o adaptación de tecnología.

Una de ellas, la investigación (sea básica o aplicada), es desarrollada por docentes y estudiantes. Se orienta hacia problemas del entorno socioeconómico y ha registrado un gran crecimiento a través de vínculos con distintos actores externos de sectores productivos, diversos modos de producción de conocimiento y procesos de descubrimientos e invención.

En este escenario se puede considerar que la universidad cumple un papel sumamente importante dentro de cualquier sistema nacional de innovación y/o nuevos modelos y teorías de crecimiento. Es allí donde las creaciones, las innovaciones y los descubrimientos en la ciencia y la tecnología encuentran un apoyo esencial en la ingeniería y, en especial, la de orientación industrial.

Es por ello que se estima fundamental considerar en la etapa de formación de los futuros profesionales ingenieros los conocimientos elementales sobre transferencia de tecnología, participación en I&D, apropiación, derechos de propiedad intelectual y de propiedad industrial, y defensa de la protección, instancias logradas en nuestra institución. Este trabajo refleja un debate acerca del escenario actual universitario.

Palabras Claves: Conocimiento - Innovación - Investigación y desarrollo - Propiedad intelectual - Patentes

1. INTRODUCCIÓN

La mayor parte de la producción de nuevos conocimientos, y particularmente de las innovaciones científico-tecnológicas en general, es en la actualidad el resultado de la actividad de equipos de trabajo interactivos. Por lo general, se desempeñan en el ámbito de entidades privadas o públicas (empresas, centros o institutos de investigación, universidades).

En nuestro país, como en la mayoría de los países periféricos, la universidad pública es la que concentra el mayor potencial científico y tecnológico. Por lo tanto, debe asistir al modelo nacional de desarrollo productivo institucionalizando la transferencia de conocimientos y capacidades a través de vinculaciones concretas, necesarias y válidas.

Tanto en lo cognitivo como en lo social dentro del actual panorama nacional, transitar en una universidad a través de una gestión de protección de la propiedad intelectual será clave y de gran utilidad tanto para los docentes como para los estudiantes. Estos últimos (al conformarlo como hábito profesional) se sentirán incentivados a explorar nuevas actividades teórico-prácticas en busca de resultados, descubrimientos, desarrollos, etcétera, que, avalados por la institución, satisfagan una necesidad de la comunidad. Además, con la finalidad de la apropiación de conocimientos y la probabilidad de obtener inserción social y/o futuros beneficios económicos.

La expresión propiedad intelectual (PI) se reserva a todo tipo de creación de la mente humana o del intelecto (OMPI, 1967).

La propiedad intelectual, en un sentido amplio, se define como “la disciplina jurídica que tiene por objeto la protección de bienes inmateriales de naturaleza intelectual y de contenido inventivo y creativo, así como sus actividades afines o conexas”, y quedan cubiertos todos los campos del conocimiento (Lima, 2004).

El tratamiento de la titularidad y de la autoría de las invenciones y de otras obras intelectuales ha cobrado una importancia particular, no solo a fin de determinar quién puede ejercer los derechos y, especialmente, apropiarse de los beneficios económicos, sino también a efectos de proveer estímulos a quienes crean o innovan en el marco de una relación laboral u otro tipo de vínculo contractual.

La necesidad de resolver problemas prácticos en situaciones complejas exige multidisciplinariedad. Inclusive la emergencia de nuevas disciplinas desde la investigación básica implica la concurrencia o coautoría de varias especialidades (Vaccarezza, 2000).

El ámbito de la propiedad intelectual (entendida en sentido amplio, esto es, incluyendo la propiedad industrial y el derecho de autor) se ha desarrollado de manera formidable y vertiginosa desde la década de los noventa.

Tanto la innovación como la transferencia tecnológica son procesos estratégicos, relevantes y complejos que definen la capacidad de producir bienes tangibles e intangibles a través de nuevos productos o procedimientos y se constituyen en elementos clave para comprender el

nivel de desarrollo científico tecnológico de un país, de una región, de un sector, de una organización o de una institución universitaria (Bercovitz, 1994).

2. DESARROLLO

2.1 La universidad y la sociedad del conocimiento

En general, los fuertes impactos de bienestar socioeconómicos que alcanzan a toda sociedad están relacionados con los conocimientos científicos y, en particular, con el factor tecnológico, los cuales cobran sentido a partir de su futuro reconocimiento general y su difusión masiva.

El mundo está avanzando y creciendo dentro de una economía basada en el conocimiento en la que este se transforma en el factor principal reemplazando a la tierra, los recursos naturales, el capital físico y el trabajo humano, factores fundamentales en otros tipos de economías.

Es por ello que dentro del marco universitario es de mucha utilidad tanto un cambio organizacional y el poseer un convenio que ordene los desarrollos innovativos como un marco de relación contractual que defina la posición de los docentes y, en especial, la de los estudiantes frente a una creación intelectual o generación de nuevos conocimientos (Camacho Corona, 1990).

Por su parte, también tendrá una relevante importancia competitiva el comportamiento, el desempeño y el hábito laboral de los futuros profesionales egresados de una universidad (en especial, los estudiantes de las carreras de Ingeniería) frente a estos temas de actualidad conscientes de los nuevos descubrimientos, nuevos conocimientos organizacionales y de los diversos sistemas de derecho de protección intelectual que los protegen (nacional e internacionalmente).

En la Universidad Nacional de General Sarmiento (UNGS) se tiene una responsabilidad tanto vertical como horizontal por el lado del proceso de formación del estudiante de Ingeniería, en el que se estimulan todas las capacidades, habilidades y destrezas del alumno a través de la transmisión de conocimientos y reflexión sobre lo aprendido. A través del Instituto de Industria se dictan las carreras de Ingeniería Industrial e Ingeniería Electromecánica con orientación automatización.

Queda garantizada en la institución una estrecha vinculación entre investigación básica y aplicada, docencia y servicios a la comunidad (pymes, municipios, ONG, etcétera).

En particular, la industria (y en especial las pequeñas y medianas, o pymes) requiere investigaciones que solucionen problemas específicos y que le den ventajas sobre la competencia, sea porque los resultados alcanzados se mantengan en secreto o se protejan bajo alguna de las leyes de propiedad intelectual (López *et al.*, 2005).

Es por ello que en las currículas se ha diseñado e incorporado el dictado de talleres y laboratorios específicos e interdisciplinarios en los que los estudiantes, con la colaboración de docentes interdisciplinarios, aprenden nuevas estrategias y metodologías creativas para el desarrollo de las resoluciones innovadoras de problemas.

Muchas de las dependencias de la institución son partícipes de múltiples actividades creativas e innovativas en situación real de ser protegidas intelectualmente.

2.2 Apropriación de los conocimientos

En los laboratorios y talleres que componen las carreras de Ingeniería, las actividades formales de capacitación e investigación les permiten a los estudiantes identificar el *know why* (saber por qué) y el *know what* (saber qué) mediante la construcción de conocimientos codificados (de física, química, termodinámica, sistemas de representación, aspectos ambientales, salud y seguridad ocupacional, etcétera); mientras que los conocimientos tácitos se desarrollan mediante la experimentación directa en actividades productivas y la relación entre los mismos alumnos que les permiten comprender el *know how* (saber cómo) y el *know who* (saber quién) (Abrevaya *et al.*, 2001).

En particular, frente a este estilo de enseñanza participativo y orientado al aprendizaje de la práctica profesional, no todas las universidades poseen actualmente políticas proteccionistas. Ello significa un reglamento interno, cláusulas “tipo” o alternativa válida para proteger intelectualmente cualquier transferencia de tecnología o desarrollo creativo encaminado en la institución por investigadores docentes “dependientes” y/o estudiantes que pertenezcan a la universidad, con recursos propios o no, o ante convenios con terceros que deriven en innovaciones patentables.

Contar con ello constituiría un gran aporte al cambio cultural y a la concientización del modelo de país que nos toca transitar, en el cual el eje de la vinculación universidad-empresa (U-E) y sus relaciones científico-tecnológicas son fundamentales para el crecimiento. Es un cambio de la visión estratégica para la comprensión de las necesidades actuales

En cuanto a la apropiación de los conocimientos, continúan existiendo en varias instituciones argentinas vacíos normativos internos sobre la titularidad y la participación del investigador en la probable explotación comercial de la invención. Esto dificulta las relaciones con terceros interesados en los desarrollos, e incluso, en muchos casos, como la protección final de una creación queda a cargo de los autores, muchas veces se pierde la posibilidad de apropiación con alcance amplio (por ejemplo, para ejercer derechos exclusivos en varios países del mundo) debido a que ello supone un nivel de recursos de los que no se dispone.

La transformación del conceptual eje troncal de los años sesenta, universidad-gobierno-empresa a través de la relación entre la ciencia, la sociedad y el mercado, es la nueva estrategia

utilizada y estudiada en las últimas décadas para acentuar, por ejemplo, tanto el impacto de la nueva producción del conocimiento como el de los nuevos modelos de oferta y demanda (Correa, 2003a).

Frente a las variadas, constantes y rutinarias intervenciones de investigadores docentes y de estudiantes avanzados con resultados innovadores, es de mucha utilidad contar con un protocolo interno que ayude y capacite sobre los caminos legales adecuados que se deben tomar.

Por otra parte, también es de utilidad para la acreditación de carreras seleccionadas y relevadas por la Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria (CONEAU). Esta comisión es un organismo descentralizado que funciona en jurisdicción del Ministerio de Educación, en acuerdo con el Consejo de Universidades, y que, acorde a la Ley de Educación Superior, evalúa carreras de grado y posgrado dictadas por instituciones universitarias públicas y privadas.

Algunas universidades han definido una determinada política de gestión, un ordenamiento de las tareas desarrolladas, una clasificación de las creaciones protegibles y no protegibles y una definición contractual del papel convenido y participativo de los distintos actores frente a la autoría y titularidad de todo resultado de investigación, incluidos los futuros beneficios, participaciones, compensaciones, deberes y derechos debidamente acordados y convenidos (Lima *et al.*, 2005).

El objetivo final de la investigación pública no solo es crear nuevos conocimientos científicos, sino también promover la aplicación concreta de los avances que generan. Cuando un sistema de ciencia y tecnología, además de producir conocimientos, logra transferirlos a la producción de bienes y servicios, se benefician el propio sistema científico-tecnológico y sus investigadores; las firmas porque obtienen conocimientos y mejoran su competitividad; el Estado porque eleva la productividad de la inversión presupuestaria en ciencia y tecnología (CyT) y la sociedad porque obtiene una mejora en su calidad de vida (SECyT, 2003).

Cada vez con más frecuencia, la innovación científica y tecnológica se origina a través de redes de colaboración en las que participan industrias, laboratorios académicos, pymes de media y alta tecnología y organismos públicos. Para todos los actores en esas redes, la cuestión de la propiedad intelectual y la apropiación de los resultados de investigación y desarrollo (I&D) se ha convertido en un problema fundamental.

La innovación tecnológica está llamada a ser la fuente principal de adquisición de mejoras competitivas genuinas, sustentables y acumulativas a partir de la acumulación de conocimientos, desarrollo de habilidades y aprovechamiento de capacidades.

Quedan pocas dudas sobre el papel que actualmente tienen cuestiones tales como nombre, clientela, organización y *know how* en el negocio de las empresas. La economía de lo inmaterial

puede llegar a tener un notable protagonismo en la empresa y su explotación puede llegar a ser un negocio interesante.

Desde la óptica de las empresas, la importancia de las patentes dentro de esos activos inmateriales depende mucho del peso relativo que la innovación tenga en su actividad. Las patentes son un instrumento de gran utilidad en las empresas que tienen capacidad para desarrollar tecnología original y, en este caso, pueden llegar a constituir un acto propio interesante.

También para las empresas que no desarrollan tecnología original pueden ser las patentes el medio adecuado para la adquisición de la tecnología que necesitan. A través de los contratos de licencias, las patentes pueden jugar un papel de relativa importancia en los movimientos de tecnología (Donato, 2007).

Todo ello implica que sea imprescindible y estratégico un cambio organizacional de la conducta científico-tecnológica. También, el tratamiento de una gestión de protección intelectual de los nuevos conocimientos innovadores experimentados por las universidades como instituciones de ciencia y tecnología, en las que el rol de los estudiantes será de suma importancia al igual que el de los investigadores y docentes.

La UNGS define a través de su propio estatuto la actividad de investigación como “producción y transmisión de conocimientos, fundamentales para el desarrollo de la institución”. Son variadas las áreas y especialidades de los institutos, en especial el Instituto de Industria y las carreras de Ingeniería, en las que se generan o producen nuevos y constantes desarrollos científicos a través de laboratorios, talleres o investigaciones. Cabe aclarar que la UNGS no está organizada en Facultades, sino en Institutos dependientes del rectorado y a través de los que se dictan la totalidad de las carreras de grado y posgrado.

Está confirmado que el resultado final de esos trabajos puede reflejarse en la generación de distintos activos codificables o no, como ser, nuevos productos y/o procedimientos, transmisión del *know how* o conocimiento no codificado expresado a través de mejoras en la capacidad de los que investigan, métodos de análisis, rutinas de desarrollos, difusiones escritas, bienes culturales, obras literarias, manuales de estudio, videos, diferentes tipos de comunicación, programas televisivos, logotipos y marcas, banco de datos, material didáctico emergente del desarrollo de clases, visitas a empresas, búsqueda de materiales y otros.

En el ámbito de una universidad se generan, por lo observado, tanto conocimientos tácitos y codificados como invenciones susceptibles de ser protegidas por la ley de patentes o por modelos de utilidad, desarrollos susceptibles de ser protegidos como modelos o diseños industriales, obras y bienes culturales para ser protegidas por derecho de autor, e información confidencial.

Todo lo que se produzca creativamente dentro de una universidad siempre que sea, por ejemplo, nuevo, que implique un paso inventivo y que tenga una aplicación industrial

(novedoso, útil y obvio según la actual legislación) es plausible de ser protegido intelectualmente bajo el otorgamiento de una patente. Será una decisión particular e institucional definir qué desarrollo será susceptible y propicio de PI y su futuro potencial dentro del mercado existente.

2.3 El profesional universitario y la vinculación con el medio

De un modo más general, queda claro que esta situación es relevante si nos referimos a la intensificación de la vinculación de la universidad con terceros (relaciones tecnológicas innovativas universidad-empresa), en especial el sector productivo receptor, en el que cualquier desarrollo encargado deberá contar, por ambas partes, con una política explícita de respeto confidencial de su tratamiento.

Se reafirma, con razón, que la innovación tecnológica es un proceso estratégico, relevante y complejo que define la capacidad de producir bienes tangibles e intangibles a través de nuevos productos o procedimientos y que constituye un elemento clave para comprender el nivel de desarrollo tecnológico de un país, de una región o de un sector.

Si bien no resulta fácilmente medible, se reconoce su relación con indicadores asociados a ciertos procesos, como los de I&D, y con la existencia de capacidades tecnológicas y nuevas tecnologías de información y comunicación (TIC).

Este desplazamiento del centro de interés, desde los estudios centrados exclusivamente en las actividades de investigación hacia las actividades de innovación, se ha consolidado como consecuencia de que los elementos que intervienen en el proceso de desarrollo tecnológico, cuando este se estudia desde la óptica de la acumulación de conocimientos y el aprendizaje, abarcan un campo de variables mucho más amplio.

Por ejemplo, en nuestro país, la Encuesta Nacional de Innovación y Conducta Tecnológica de las Empresas Argentinas ha incorporado la obtención de patentes y las innovaciones logradas como indicadores clave del progreso empresarial.

También, inspirado en la publicación del Manual de Oslo, el Manual de Bogotá, regional (RICYT/OEA/CYTED, 2001), pone de manifiesto el nivel de creciente maduración alcanzado en la experiencia colectiva por ciertas instituciones de países latinoamericanos que han abordado procesos de innovación.

Se ha comenzado a considerar estratégico tanto el papel de la innovación tecnológica como el de la protección de la propiedad intelectual, tanto en el desenvolvimiento económico como en el social y humano de una nación por lo que los cambios buscados en la universidad y en sus estudiantes, investigadores y docentes pasa a tener un papel estratégico con vistas a un futuro global competitivo.

Algunos tipos de indicadores que marcan el nivel de actividad del conocimiento y de la innovación de una institución son de insumo (*input*), de producto (*output*), de impacto económico y de impacto social. Las patentes constituyen indicadores indispensables del *output* de la organización y aportan información relevante sobre el conjunto del proceso de innovación científico-tecnológica (Mintzberg, 1989).

Por ejemplo, ciertas consultas e indicadores pasan por el tratamiento de licencias y transferencia de tecnología a través de patentes, marcas, secretos industriales, actividades de diseño e I&D, cambios organizacionales, impacto social, percepción pública de la ciencia, etcétera.

No obstante, el uso de las patentes como indicador de innovación tecnológica lleva asociado de forma implícita un conjunto de dificultades conceptuales y de disponibilidad que es necesario tener en cuenta. Por ejemplo, solo una parte de las innovaciones se patenta debido a diferentes razones, como la existencia de diversos desarrollos avanzados en algunos campos tecnológicos que no son contemplados de forma adecuada por la legislación sobre patentes, la no patentabilidad de algunas invenciones, bien porque la legislación las excluye expresamente o bien porque no cumplen alguno de los requisitos necesarios (por ejemplo, novedad o aplicación industrial), etcétera.

En todo caso, y a pesar de algunas de las dificultades enumeradas, son muchas las ventajas que supone la utilización de las patentes como indicadores de la actividad tecnológica de una institución educativa pues representan la culminación de un esfuerzo por parte de los investigadores docentes y estudiantes, que pone de manifiesto no solo la intensidad de su actividad inventiva, sino la capacidad de implementar las propias competencias tecnológicas.

De la misma manera que en muchos de los países en desarrollo, entre los que se encuentra la República Argentina, es relativamente escaso el uso de las patentes como indicadores para describir las capacidades de innovación tecnológica de las organizaciones, tanto a nivel macro como microeconómico; por el contrario, ha sido más frecuente la investigación de carácter empírico sobre indicadores de I&D (Correa, 2003b).

Las patentes como indicadores constituyen herramientas que aportan información no solo de los resultados del proceso de invención, sino también de los procesos de innovación tecnológica desarrollados por empresas, organizaciones o universidades, así como de las capacidades tecnológicas desplegadas. Ofrecen también divulgación tecnológica reciente, acceso a una base de datos con documentación (con contenidos resumidos) de diferentes países de manera rápida y eficaz a través de un clasificador internacional de patentes.

La propiedad intelectual (pese a ser un bien intangible) comparte muchas de las características que se asocian con la propiedad real y personal, por ejemplo, es también un activo que se puede comprar, vender, ceder, intercambiar o entregar gratuitamente; su dueño

tiene derecho sobre su uso, etcétera, situaciones a tener en cuenta por las universidades en su relación con el entorno.

La protección de la propiedad intelectual incluye los derechos de autor y derechos conexos sobre libros, obras literarias, artísticas o audiovisuales, folletos, conferencias, dibujos técnicos, fotos, etcétera, y la propiedad industrial que concierne especialmente a inventos, marcas, modelos industriales, procedimientos, etcétera.

Como queda confirmado en las últimas investigaciones, también la propiedad intelectual se ha convertido en una cuestión clave de las relaciones comerciales nacionales e internacionales y es el núcleo de las negociaciones multilaterales que lleva a cabo la Organización Mundial del Comercio, que reemplazó al GATT¹ para regular el comercio internacional.

3. CONCLUSIONES

Contar con un hábito y una cultura para el ordenamiento y la protección de todo tipo de obra e invención elaborada por una institución es imperioso y necesario como objetivo estratégico. También es vital para la incorporación y transferencia al sistema educativo de la realidad del tratamiento de los problemas y decisiones de naturaleza patentable en todos los niveles.

A partir de lo ya adelantado, el desarrollo de los procesos de innovación científico-tecnológicos dentro de la sociedad del conocimiento se postula como procesos participativos en los que el desempeño de habilidades y capacidades (saberes pertinentes no codificados) de los actores constituye el gran objetivo a alcanzar (Narula, 2003). En estas nuevas prácticas y hábitos profesionales, las universidades, y en especial la UNGS, podría incorporarlo prospectivamente a las demás currículas de enseñanza y prácticas docentes.

En el país existe una falta de estímulo curricular de los organismos de ciencia y tecnología y de los educativos dado que el sistema científico tradicional hoy en día privilegia las publicaciones o los *papers* y su impacto por sobre las patentes.

Por lo tanto, sería conveniente que se considere también la homologación de la tarea de obtención de una patente de invención u otra forma de apropiación de información con la presentación de un *paper* final como corolario de un desarrollo de investigación.

Como la economía desempeña un papel importante para determinar si se debe proteger la propiedad intelectual, la universidad debe ponderar el valor potencial del derecho de propiedad frente a la probabilidad de recuperar dicho valor y frente a los costos de obtener, ejercer y conservar ese derecho.

¹ Sigla en inglés de General Agreement on Tariffs and Trade, Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio, 1948.

También, con el propósito de brindar asesoría y servicios a terceros, en especial la articulación con el medio y la zona de influencia de la universidad, este nuevo escenario permitiría dar respuestas a las necesidades locales, por ejemplo, armando equipos que estén en condiciones de capacitar al sector empresarial sobre la protección intelectual de sus actividades innovadoras o su situación particular frente a la mejora de la competitividad. Se mejoraría así la brecha existente en la vinculación U-E dentro de un sistema nacional de innovación.

Será imprescindible promover esta mayor vinculación a efectos de mejorar los mecanismos de colaboración que permitan el fortalecimiento del sistema interno y general de gestión de la propiedad intelectual, en el cual la intervención interactiva de los profesionales de la universidad será de fundamental importancia.

Se podrá así generar un marco reglamentario y conformar un nodo integral compuesto por conocedores del tema dentro de la institución, orientadores de investigadores docentes y estudiantes y facilitadores del tratamiento de los derechos de protección ante el sector empresarial.

Referencias

Abrevaya, C., F. Cusolito, J. Nicolini y O. Ramírez (2003). “El Laboratorio de Desarrollo de Productos en la UNGS”, en *Enseñar y Aprender en la Universidad*, UNGS-AI Margen.

Bercovitz, A. (1994). *Nociones sobre patentes de invención para investigadores universitarios*, Ediciones UNESCO–CRE-Columbus.

Camacho Corona, E. (1990). *Cómo se puede organizar la comercialización de la investigación y de los resultados de esta en la universidad*, Ediciones UNESCO.

Correa C.M. (2003a). *Políticas institucionales en materia de propiedad intelectual y transferencia de tecnología*, OMPI.

Correa, C.M. (2003b). “La protección de los resultados de la investigación”, Programa formativo “Buenas prácticas en cooperación universidad-empresa”, OEI Argentina. Neuquén, tema N° 5.

Donato, V.N. (2007). *Evolución reciente, situación actual y desafíos futuros de las PyMes industriales*, Informe anual 2006-2007. Fundación Observatorio Pymes, Universidad de Bologna, Organización Techint y Unión Industrial Argentina.

Lima, M.C. (2004). “Políticas de gestión de la Propiedad Intelectual en universidades nacionales”, mimeo.

Lima, M.C. *et al.* (2005). *Relevamiento y análisis de las normativas sobre Propiedad Intelectual y de Servicios Tecnológicos a Terceros en el ámbito de las Universidades Nacionales Argentinas*, RedVITEC.

López, A. *et al.* (2005). “La propiedad intelectual en las pequeñas y medianas empresas: el caso argentino, OMPI.

Mintzberg, H. (1989). *Diseño de organizaciones eficientes*”, Buenos Aires, Ateneo.

Narula, R. (2003). “Comprendiendo las capacidades de absorción de los contextos de los sistemas de innovación: consecuencias para el crecimiento económico y el empleo”, mimeo.

Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI) (1967). Convenio de Estocolmo, Artículo 2, punto viii.

Proyecto RICYT-OEA-CYTED (2001). *Manual de Bogotá, Normalización de Indicadores de Innovación Tecnológica en América Latina y el Caribe.*

Secyt (2003). “Derechos de propiedad intelectual en organismos nacionales de ciencia y tecnología”.

Vaccarezza, L. (2000). “La utilidad de la investigación en ciencias sociales: significado, uso e impacto”, Comunicación presentada al 5º Congreso de Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología, ESOCITE, México.

Prácticas de escritura profesional en contexto empresarial

*Chiodi, Franco
Braidot, Néstor
Natale, Lucía
Stagnaro, Daniela
Navarro, Federico*

Instituto de Industria e Instituto del Desarrollo Humano, Universidad Nacional de General Sarmiento

Introducción

La Universidad Nacional de General Sarmiento (UNGS) ofrece a los estudiantes avanzados de todas las carreras apoyo para el desarrollo y fortalecimiento de sus prácticas comunicacionales académicas y profesionales a partir de iniciativas curriculares de alfabetización académica, como el Programa de desarrollo de habilidades de lectura y escritura académica a lo largo de la carrera (PRODEAC). En este contexto institucional, en 2011 conformamos un equipo interdisciplinario de investigación integrado por ingenieros y lingüistas del Instituto de Industria (IdeI) y del Instituto del Desarrollo Humano (IDH) de la UNGS. El equipo inició el proyecto de investigación *Prácticas de escritura profesional en contexto empresarial*, el cual busca colaborar con la descripción de estas prácticas en particular en empresas vinculadas con la institución y avanzar en la comprensión del tipo de relaciones que se establecen entre los contextos empresariales y los textos que en ellos circulan.

La temática abordada resulta novedosa ya que el estudio de textos profesionales es todavía incipiente en el ámbito hispánico, aun cuando se trata de una problemática de creciente interés para los investigadores del campo de la lingüística aplicada en el mundo desarrollado. Por otro lado, la descripción de los géneros que circulan en el ámbito empresarial tendrá un impacto importante en la formación de los estudiantes de las carreras de ingeniería de la UNGS y facilitará su inserción laboral.

En los siguientes apartados se describe el programa de escritura académica y profesional para estudiantes avanzados que impulsa la UNGS, se aborda en mayor detalle el campo de estudio de la escritura profesional y se desarrollan los detalles del proyecto de investigación propuesto.

Enseñanza de la escritura profesional en la universidad

Los avances de la lingüística aplicada en educación superior buscan colaborar con la inserción de los estudiantes universitarios en las prácticas de lectura y escritura

relevantes para su formación. Este proceso, denominado actualmente alfabetización académica, se define como “el conjunto de nociones y estrategias necesarias para participar en la cultura discursiva de las disciplinas así como en las actividades de producción y análisis de textos requeridas para aprender en la universidad” (Carlino, 2003: 410).

Desde 2005, la UNGS ofrece a los estudiantes avanzados, pertenecientes al Segundo Ciclo Universitario, el desarrollo y consolidación de sus prácticas comunicacionales académicas y profesionales en el marco del Programa de desarrollo de habilidades de lectura y escritura académica a lo largo de la carrera (PRODEAC). Este programa plantea un trabajo articulado con las materias: no se trata de un espacio aislado en el que se abordan dimensiones lingüísticas abstractas, sino de un trabajo interdisciplinario entre docentes especialistas en escritura y docentes a cargo de las asignaturas curriculares. De esta forma, se acuerda qué clases de textos académicos o profesionales resultan relevantes para trabajar en clase y se diseñan estrategias didácticas para su enseñanza y aprendizaje (cf. Moyano, 2010; Moyano y Natale, 2012; Natale, 2012).

El impacto de este programa es especialmente alto en las cuatro carreras de grado a cargo del Instituto de Industria (cf. Navarro y Chiodi, en prensa; Stagnaro, 2009): Licenciatura en Economía Industrial, Licenciatura en Economía Política, Ingeniería Industrial e Ingeniería Electromecánica (Orientación Automatización), dado que los graduados de estas carreras suelen dedicarse mayormente al desempeño profesional. En este escenario, se enfrentan con situaciones comunicativas en las que deben producir textos con diversos propósitos y adecuados a las necesidades del contexto, es decir, requieren competencias comunicativas que contribuyan a la eficacia para transmitir información, dar órdenes, negociar, orientar, comunicar decisiones, consultar, producir conocimiento, controlar actividades o conductas y gestionar información en diferentes soportes. Complementariamente, el Ministerio de Educación, a través de las resoluciones 1054 y 1232, establece un conjunto de estándares que deben cumplir las carreras de Ingeniería, entre ellos, el desarrollo de habilidades de comunicación.

Una de las mayores dificultades que enfrenta el PRODEAC es que la producción bibliográfica experta en torno a los textos del ámbito empresarial que los estudiantes necesitan dominar para insertarse en la vida profesional es escasa, al tiempo que el acceso a muestras reales es sumamente restringido por limitaciones de confidencialidad. Sin embargo, para implementar estrategias didácticas que hagan aportes a la formación profesional de los estudiantes, es necesario conocer previamente cuáles son las clases de

textos existentes y para qué se usan. En este sentido, Parodi *et al.* (2010: 249) señalan: “Para realizar intervenciones didácticas desde una perspectiva de la alfabetización disciplinar guiada por los géneros del discurso es requisito fundamental contar con una descripción de los textos que se leen y que circulan en los ámbitos de especialidad”.

Por estos motivos, propusimos en 2011 un proyecto de investigación interdisciplinario e innovador que busca colaborar con la descripción de las prácticas de escritura profesional en el ámbito empresarial, en particular en empresas vinculadas con la UNGS, y, de esta manera, generar insumos para la enseñanza y el aprendizaje de estas prácticas en la universidad.

Escritura profesional

A pesar de su gradual desarrollo a lo largo de las últimas décadas (cf. Bhatia, 2002: 39-40), el análisis del discurso profesional carece todavía de peso propio. El campo presenta una importante diversidad de tradiciones teóricas, metodologías de investigación y espacios sociales de estudio (Candlin, 2002: 1-2) que confluyen en una delimitación heteroclita del objeto de estudio. En el ámbito hispánico, el campo del español para fines específicos en cuanto disciplina interesada por los textos del campo profesional se encuentra desarticulado y carece de visibilidad (Cassany, 2004: 40), vastas áreas textuales profesionales permanecen todavía desatendidas (Montolío, 2007: 17; Montolío y López, 2010: 216) y la atención a aspectos discursivos es solo incipiente.

Sin embargo, investigaciones recientes (cf., e.g., Cassany y López, 2010) señalan que las clases de textos utilizados en la formación académica suelen ser menos y distintos de los que los graduados encuentran en sus campos profesionales de desarrollo. En este sentido, Parodi *et al.* señalan a partir de sus hallazgos que “la reducida variedad de géneros encontrados en el medio académico (solo nueve) en contraste con la mayor amplitud y diversidad del medio profesional podría ser un escollo en el adecuado transitar desde la academia al medio laboral” (2010: 286). Existe, en suma, un campo disciplinar poco desarrollado y articulado, en particular dentro de los estudios del discurso profesional en español, con un marco teórico-metodológico heterogéneo y en ocasiones poco claro, y un amplio abanico de clases de textos que todavía permanecen desconocidos y, por tanto, no integrados a los espacios curriculares de formación superior.

Creemos que un estudio del discurso profesional debe centrarse en la noción teleológica

de género discursivo (Bajtín, 2005 [1982, 1979]): configuraciones textuales más o menos estables y reconocibles que se asocian a esferas sociales específicas y a los objetivos que persiguen. De esta manera, definimos el discurso profesional de manera amplia como el conjunto de géneros discursivos que llevan a cabo los objetivos específicos de las organizaciones en las que circulan. Estos géneros constituyen prácticas discursivas dominantes, que se encuentran estandarizadas y reguladas institucionalmente, y por tanto cumplen un rol clave en los campos de desempeño académicos y laborales respectivos.

Para delimitar los tipos distintos tipos de géneros profesionales, proponemos, en primer lugar, el parámetro finalidad. En términos generales, los géneros profesionales no académicos tienen como objetivo la gestión y funcionamiento de las instituciones públicas y empresas, mientras que los géneros académicos tienen como objetivo la producción de conocimiento científico en centros de investigación. En segundo lugar, utilizaremos el parámetro formación, que distingue entre géneros de instrucción, por un lado, y géneros expertos, por el otro. En tercer lugar, el parámetro modo, que diferencia entre el texto verbal-escrito, el texto verbal-oral, o la participación de otros modos semióticos predominantes (cf. Jewitt, 2009). Existen otros parámetros que pueden resultar interesantes en función del subgrupo de géneros profesionales que se quieran delimitar: el grado de formalidad, el grado de institucionalización, el grado de restricción en su circulación (cf. más adelante), etcétera.

La clasificación propuesta aquí, basada en Navarro (en prensa b), permite manejar un conjunto de rasgos para distinguir géneros profesionales relevantes para los programas de escritura avanzada implementados en educación superior. Por ejemplo, un artículo de investigación es un género académico, experto y escrito; una entrevista de trabajo es un género no académico, experto y oral; y un plan de negocios (cf. Navarro, en prensa a) es un género no académico, experto y escrito.

Para abordar el discurso profesional, los estudios más recientes señalan la necesidad del trabajo colaborativo en equipos interdisciplinarios que incluyan expertos en lingüística y escritores expertos pertenecientes a las esferas de estudio. Candlin, por ejemplo, defiende “an alignment between researchers and the professional Partners with whom they worked as co-participants, on the basis of mutual recognition of their respective perspectives on the study of discourse in social life” (2002: 2). En el ámbito hispánico, Montolío enfatiza la necesidad de que el analista entre en contacto con el experto profesional dado “el importante caudal de conocimiento discursivo implícito que

acumula el experto sobre los discursos de su ámbito profesional” (2007: 19). Por otro lado, destaca la importancia del conocimiento *in situ* del contexto comunicativo de producción (2007: 20).

Este enfoque es necesario cuando se investigan discursos disciplinarios específicos y velados sobre los cuales las intuiciones del analista lingüista pueden resultar desvirtuadoras más que orientadoras (Gardner, 2008: 29), como es el caso de muchos de los géneros profesionales no académicos. Además, como señala Gu (2002: 139), el análisis de textos aislados de su contexto de producción hace subestimar el proceso de acción social a partir del cual se realizaron. En sentido inverso, el escritor experto de los campos profesionales estudiados muchas veces carece de los instrumentos de análisis lingüístico necesarios para abordar explícitamente el discurso de su campo.

Proyecto de investigación de la escritura profesional

El proyecto de investigación *Prácticas de escritura profesional en contexto empresarial* (Secretaría de Investigación N° 30/5008), iniciado en 2011 en la Universidad Nacional de General Sarmiento, se sustenta en los principios teóricos, metodológicos y didácticos desarrollados más arriba. El equipo interdisciplinario de investigación está integrado por ingenieros y lingüistas que han participado previamente en iniciativas institucionales de enseñanza y aprendizaje de prácticas comunicativas profesionales en las carreras de ingeniería de la UNGS, en particular en el PRODEAC.

El proyecto tiene como objetivos generales colaborar con la descripción de las prácticas de escritura profesional en el ámbito empresarial, específicamente en empresas vinculadas con la UNGS; comprender el tipo de relaciones que se establecen entre los contextos empresariales y los textos que en ellos circulan; y aportar insumos para la elaboración de materiales didácticos y la planificación curricular de las carreras de la UNGS.

Entre los objetivos específicos que persigue el proyecto se cuentan recolectar textos escritos utilizados en empresas que mantienen vínculos con la UNGS; llevar a cabo una descripción sociodiscursiva preliminar y exploratoria de los géneros relevados y de las empresas que se incluyan en la muestra; y establecer relaciones entre las distintas configuraciones del contexto empresarial y los géneros que allí circulan.

Para facilitar la descripción de géneros y empresas, ideamos un conjunto de parámetros específicos para tomar en cuenta. Distinguimos entre empresas según los pares pyme/gran empresa, servicios/productos y nacional/transnacional. A su vez,

distinguiamos los géneros discursivos en función del grado de restricción en su circulación a partir del siguiente continuo: confidenciales/reservados/públicos/publicados.

El diseño del proyecto incluye un conjunto de hipótesis de trabajo. Consideramos que los géneros discursivos en la empresa se ubican en el extremo más cerrado de la escala de restricción que organiza los alcances de circulación. Además, creemos que existen diferencias discursivas en función de los parámetros contextuales generales propuestos. Por último, es probable que en las organizaciones más grandes haya mayor variedad de textos. De hecho, es posible que el tamaño y complejidad de una organización pueda relacionarse con la cantidad de géneros discursivos que circulan en ella.

El principal desafío e innovación del proyecto es intentar recolectar un conjunto de géneros discursivos de acceso restringido. Por tal motivo, se aprovechará el acceso a informantes que se hayan formado en la UNGS que faciliten el acceso a los textos. Cada texto recolectado es digitalizado e ingresado en una base de datos junto con una encuesta estandarizada realizada al informante. La encuesta o ficha de relevamiento recolecta datos sobre el informante para futuras consultas; sobre la empresa (nombre, rubro, tamaño, capital), de forma tal de clasificar los espacios de circulación de los textos; sobre el texto (nombre, formato, soporte, extensión, textos con los que se articula, objetivos, frecuencia); sobre los escritores y lectores (cargo, puesto, área), incluyendo no solo a quienes escriben efectivamente el texto sino también a quienes lo revisan y aprueban; y otros datos relevantes como la capacitación, la orientación y la utilización de modelos y software para su elaboración.

Conclusiones

En este trabajo hemos presentado el proyecto de investigación *Prácticas de escritura profesional en contexto empresarial* en su contexto institucional y académico. El carácter genuinamente interdisciplinario del proyecto constituye su rasgo más innovador: las prácticas comunicacionales profesionales de las empresas en las que se insertan los graduados de las carreras de ingeniería de la UNGS requieren un enfoque en el que confluyan las miradas de ingenieros y lingüistas. A su vez, el proyecto puede tener un importante impacto tanto en el conocimiento existente sobre los géneros del discurso profesional como, sobre todo, en la organización curricular de las carreras del grado.

Referencias

- Bajtín, M.M. (2005 [1982, 1979]). “El problema de los géneros discursivos”, en *Estética de la creación verbal*, Buenos Aires, Siglo XXI, pp. 248-293.
- Bhatia, V.K. (2002). “Professional discourse: towards a multidimensional approach and shared practice”, en C. Candlin (ed.), *Research and practice in professional discourse*, Hong Kong, City University of Hong Kong Press, pp. 39-60.
- Candlin, C. (2002). “Introduction”, en C. Candlin (ed.), *Research and practice in professional discourse*, Hong Kong, City University of Hong Kong Press, pp. 1-36.
- Carlino, P. (2003). “Alfabetización académica. Un cambio necesario, algunas alternativas posibles”, *Educere. Investigación*, 6(9), pp. 409-417.
- Cassany, D. (2004). “La lectura y la escritura de géneros profesionales en EpFE”, en V. de Antonio, R. Cuesta, A. Van Hooft, B. de Jonge y M. Ruiz (eds.), *Actas del Segundo Congreso Internacional de Español para Fines Específicos. Ámsterdam, noviembre 2003*, Utrecht, Instituto Cervantes, pp. 40-64.
- Cassany, D. y D. López (2010). “De la universidad al mundo laboral: continuidad y contraste entre las prácticas letradas académicas y profesionales”, en G. Parodi (ed.), *Alfabetización académica y profesional en el siglo XXI. Leer y escribir desde las disciplinas*, Santiago de Chile, Ariel, pp. 347-374.
- Gardner, S. (2008). “Integrating ethnographic, multidimensional, corpus linguistic and systemic functional approaches to genre description: an illustration through university history and engineering assignments”, en E. H. Steiner y S. Neumann (eds.), *ESFLCW 2007: Data and interpretation in linguistic analysis*, Saarbrücken, Universität des Saarlandes.
- Gu, Y. (2002). “Towards an understanding of workplace discourse: a pilot study for compiling a spoken Chinese corpus of situated discourse”, en C. Candlin (ed.), *Research and practice in professional discourse*, Hong Kong, City University of Hong Kong Press, pp. 137-186.
- Jewitt, C. (2009). “An introduction to multimodality”, en C. Jewitt (ed.), *The Routledge Handbook of Multimodal Analysis*, Londres-Nueva York: Routledge, pp. 14-27.
- Montolío, E. (2007). “Lingüística, retórica y procesos argumentativos en las corporaciones”, en A. Escofet, B. de Jonge, A. Van Hooft, K. Jauregui, J. Robisco y M. Ruiz (eds.), *Actas del Tercer Congreso Internacional de Español para Fines Específicos. Utrecht, noviembre 2006*, Utrecht: Instituto Cervantes,

pp. 17-34.

- Montolío, E. y A. López (2010). “Especificidades discursivas de los textos profesionales frente a los textos académicos: el caso de la recomendación profesional”, en G. Parodi (ed.), *Alfabetización académica y profesional en el siglo XXI. Leer y escribir desde las disciplinas*, Santiago de Chile, Ariel, pp. 215-245.
- Moyano, E.I. (2010). “Escritura académica a lo largo de la carrera: un programa institucional”, *Signos*, 43(74), pp. 465-488.
- Moyano, E. y L. Natale (2012). “Teaching academic literacy across the university curriculum as institutional policy. The case of the Universidad Nacional de General Sarmiento (Argentina)”, en C. Thaiss, G. Bräuer, P. Carlino, L. Ganobcsik-Williams y A. Sinha (eds.), *Writing programs worldwide: Profiles of academic writing in many places*, West Lafayette, Indiana: Parlor Press & WAC Clearinghouse, pp. 23-34.
- Natale, L. (2012). “Prólogo”, en L. Natale (ed.), *En carrera: escritura y lectura de textos académicos y profesionales*, Los Polvorines, Universidad Nacional de General Sarmiento, pp. 9-13.
- Navarro, F. (en prensa a). “La enseñanza de géneros profesionales en la universidad. El caso del plan de negocios en carreras de economía”, en C. Pereira (ed.), *Actas del Congreso Regional de la Cátedra UNESCO en Lectura y Escritura: “Cultura escrita y políticas pedagógicas en las sociedades latinoamericanas actuales” (Buenos Aires, 11-13 agosto de 2010)*, Los Polvorines, Universidad Nacional de General Sarmiento.
- Navarro, F. (en prensa b). “¿Qué son los géneros profesionales? Apuntes teórico-metodológicos para el estudio del discurso profesional”, en A. Cristófalo y J. Ledesma (eds.), *Actas del IV Congreso Internacional de Letras “Transformaciones Culturales. Debates de la teoría, la crítica y la lingüística en el Bicentenario” (Buenos Aires, 22-27 noviembre de 2010)*, Buenos Aires, Universidad de Buenos Aires.
- Navarro, F. y F. Chiodi (en prensa). “Desarrollo interdisciplinario de pautas de escritura, revisión y evaluación de textos académico-profesionales. El caso del Informe Final de Práctica Profesional Supervisada en Ingeniería Industrial”, en L. Natale (ed.), *El semillero de la escritura. Las tareas escritas a lo largo de tres carreras de la UNGS*, Los Polvorines, Universidad Nacional de General

Sarmiento.

Parodi, G., R. Ibáñez, R. Venegas y C. González (2010). “Identificación de géneros académicos y géneros profesionales: principios teóricos y propuesta metodológica”, en G. Parodi (ed.), *Alfabetización académica y profesional en el siglo XXI. Leer y escribir desde las disciplinas*, Santiago de Chile, Ariel, pp. 249-289.

Stagnaro, D. (2009). “Experiencia de desarrollo de la escritura en una materia del séptimo semestre de Ingeniería Industrial en un programa institucional”, en M. Ávila (ed.), *Jornada I de Intercambio de Experiencias Universitarias en el Desarrollo de Competencias Comunicativas*, Tigre, Universidad Tecnológica Nacional (Pacheco), pp. 81-89.

RESEÑA DEL ANÁLISIS Y DESARROLLO DE COMPETENCIAS EN INGENIERÍA INDUSTRIAL UTILIZANDO TIC

*Cerrano, Marta L.
Fulgueira, Sandra M.
Gómez, Daniela N.*

Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, Universidad Nacional de Rosario

RESUMEN

La innovación tecnológica trae aparejados cambios en la vida cotidiana, en la que las protagonistas son las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC). La enseñanza no escapa a este nuevo horizonte que orienta el desarrollo de las prácticas docentes en miras de la mejora continua. A tal fin, una forma adecuada de evaluar si el camino curricular que se transita es el correcto es utilizar el enfoque basado en competencias para la planificación educativa universitaria. Por ello, dicho enfoque no puede ser tratado en forma unilateral, sino que debe ser hecho en conjunto entre el mundo del trabajo y el de la educación. En este trabajo se hace una reseña de lo investigado hasta el presente sobre la identificación de competencias específicas, la metodología desarrollada y los cambios propuestos con la inclusión de las TIC en la asignatura Investigación Operativa de Ingeniería Industrial.

La herramienta TIC que se describe en este trabajo es webquest. Antes de su utilización se desarrollaron distintas técnicas que no serán abordadas en este artículo. Con el uso de webquest en la asignatura, los alumnos elaboraron casos reales del modelo de Transporte y Asignación. También se utilizó una plataforma educativa y foros virtuales para comunicarse entre los integrantes de cada grupo y la cátedra. Para poder instrumentar el uso adecuado de estas nuevas herramientas, se organizaron laboratorios, tanto para presentarlas como para que se familiaricen con ellas. Además, los alumnos participaron con su voto seleccionando, luego de ser corregidos por los docentes, los mejores trabajos presentados con un reglamento preestablecido. Las producciones seleccionadas se expusieron a toda la clase.

MARCO CONCEPTUAL

Desde UNESCO se reclamaba a las escuelas de ingeniería universitarias reformular objetivos, contenidos y métodos a fin de asegurar que los futuros ingenieros sean actores responsables de un desarrollo sostenible para toda la humanidad.

Destacaba, como destrezas y actitudes requeridas, asumir un marco mental de comportamiento que les facilite actuar en un medio de alta movilidad en lo referente a conocimientos y tecnologías.

Mientras, en la Argentina, desde la industria, algunos autores sostenían que la inserción de los egresados en el sistema socioeconómico era ineficaz, se reclamaban profesionales con una formación sólida, con capacidad de aprender a aprender, de colaborar y trabajar en grupo, de acceder autónomamente a la información, de diseñar y actualizar permanentemente su proyecto formativo.

La Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria (CONEAU) promovía una formación que prepare al estudiante para “actuar profesionalmente como ingeniero, garantizando la adquisición de conocimientos, la formación de actitudes, el desarrollo de la capacidad de análisis, destrezas y habilidades para encontrar la información y resolver problemas reales”. El Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI) expresa hoy: “teniendo en cuenta que la profesión del ingeniero está directamente relacionada con la capacidad para resolver problemas de naturaleza tecnológica, concretos y con frecuencia complejos, ligados a la concepción, realización y fabricación de productos, sistemas o servicios, resulta necesaria una revisión general de la enseñanza de la Ingeniería para adecuar la misma a los avances científicos, tecnológicos y los cambios en los esquemas económicos, productivos y sociales, ocurridos en los últimos quince años en nuestro país y en el mundo”.

Se pueden destacar, en el orden internacional, los acuerdos de Bolonia (en el Espacio Europeo de Educación Superior), El Ingeniero Americano del 2020 propuesto por la American Society for Engineering Education (ASEE), el proyecto de Ingeniero Iberoamericano de la Asociación Iberoamericana de Instituciones de Enseñanza de la Ingeniería (ASIBEI) y los avances en la enseñanza de la ingeniería realizados en los últimos años en países del bloque Mercosur, como el caso de Brasil-2004.

Como respuesta a Bolonia, surge el proyecto “Tuning - Sintonizar las estructuras educativas de Europa” –con influencia en nuestra región a través del Tuning-América Latina–, que plantea, entre otros: la adopción de un sistema de títulos fácilmente comparables en su validez, de un sistema basado en dos ciclos y un sistema de créditos; y propone determinar puntos de referencia para competencias genéricas y específicas de cada disciplina.

En general, las competencias se describen como puntos de referencia para la elaboración y evaluación de los planes de estudio en un marco que permita flexibilidad y autonomía en su elaboración, pero que, al mismo tiempo, introduzca un lenguaje común para describir sus objetivos; se apoya en la decisión de favorecer el énfasis en los resultados y, principalmente, en un desplazamiento de la enseñanza al aprendizaje y el alumno como centro de la educación.

Este contexto ha instalado en el lenguaje curricular en las facultades de ingeniería argentinas la expresión “competencias profesionales”, concebida por CONFEDI. Cocca la define, con referencia a una formación integral del ser humano, “como la capacidad de articular eficazmente un conjunto de esquemas y valores, permitiendo movilizar distintos saberes, en un determinado contexto con el fin de resolver situaciones profesionales”.

Se caracterizan por basarse en contexto, estar enfocadas a la idoneidad, tener como eje la actuación para la resolución de problemas y abordan el desempeño en su integridad.

ANTECEDENTES

El trabajo que se presenta es resultado de elaboraciones anteriores que el equipo docente viene realizando en un proyecto de investigación¹ en el cual se utiliza la metodología de investigación-acción. Se puede mencionar como antecedente directo el trabajo: “Identificación de competencias específicas en la cátedra de Investigación Operativa de la carrera de Ingeniería Industrial” (Cerrano y Gómez, 2008a), en el que se propone realizar un estudio de las competencias específicas de la cátedra Investigación Operativa de Ingeniería Industrial de la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, y analizar los cambios que el equipo docente debería llevar adelante en cuanto a la metodología de enseñanza-aprendizaje más eficaz para el logro de las competencias identificadas.

Como resultado de este trabajo se encontraron las siguientes competencias específicas del alumno:

- Analizar problemas de optimización de sistemas de producción y servicios.
- Construir modelos matemáticos de optimización de sistemas de producción y servicios.
 - Formular modelos de optimización de sistemas de producción y servicios y generar alternativas de solución.
 - Planificar, especificar e incrementar la eficiencia de sistemas de producción y servicios.
 - Identificar diferencias entre el estado actual de las situaciones empresariales y el estado idóneo. Empezar acciones para reducir y/o eliminar las diferencias.
 - Analizar las variables del entorno económico e incorporarlas en la toma de decisiones.
 - Tomar decisiones relativas a la optimización de recursos mediante el uso de técnicas matemáticas.
 - Tomar decisiones en ambiente de incertidumbre aplicando los criterios estadísticos.
 - Analizar el valor de la información en la toma de decisiones en ambiente de incertidumbre.

¹ Actualmente, el proyecto de investigación que se desarrolla en la Facultad de Ciencias Exactas Ingeniería y Agrimensura de la UNR se denomina “Estrategias y recursos para el desarrollo de competencias en la formación de ingenieros”, de código IING225.

Asimismo, se elaboró, a partir del trabajo mencionado, otro documento en el que se sistematiza la búsqueda de competencias denominado “Una propuesta metodológica basada en competencias para Ingeniería Industrial” (Cerrano, Fulgueira y Gómez, 2008). En dicho trabajo se buscó definir una metodología que, mediante una serie de pasos o procesos, pueda ser utilizada por cualquier cátedra de la carrera para poder no solo identificar las competencias específicas de su área, sino también relacionarlas con el proceso de enseñanza-aprendizaje, establecer una actualización continua del saber y ser formativo, formar el equipo docente involucrado, monitorear el proceso y evaluar el grado de cumplimiento de las competencias anteriormente definidas.

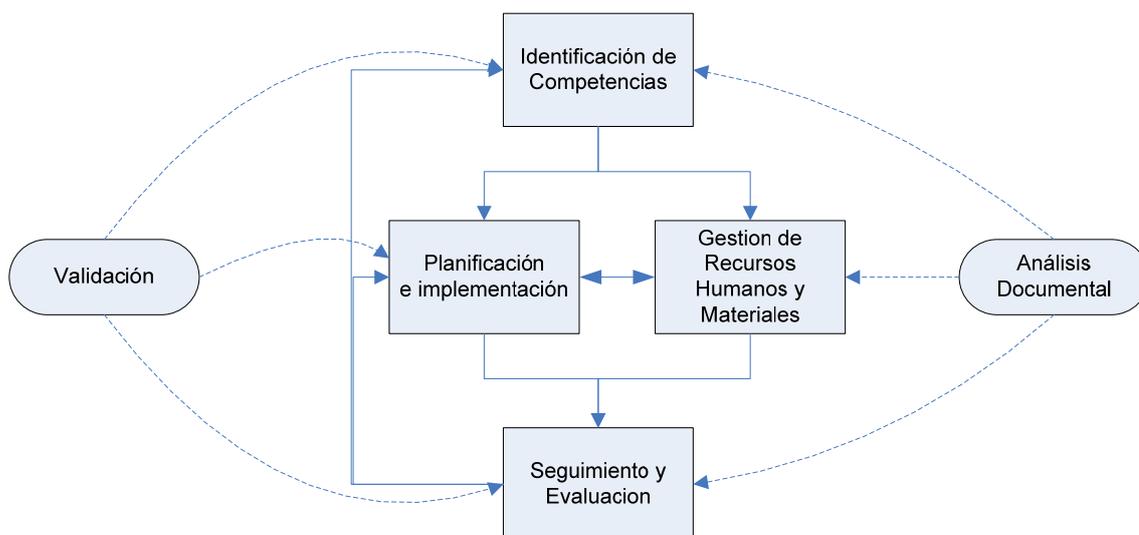


Figura N° 1. Fases de la metodología basada en competencias

Otro antecedente directo que dio lugar al presente trabajo es “Webquest como recurso didáctico en la enseñanza universitaria” (Cerrano y Gómez, 2009), en el que se describe una experiencia realizada con alumnos de la cátedra Investigación Operativa de Ingeniería Industrial en la que se utilizaron recursos tradicionales con trabajos colaborativos y el uso nuevas tecnologías, en particular, webquest. En este trabajo, la incorporación de webquest tuvo por objeto optimizar el proceso de enseñanza-aprendizaje y generar nuevas formas de gestión y manejo de información, además de servir de apoyo a las clases presenciales y promover el aprendizaje autónomo.

Otros artículos que se pueden mencionar son: “Experiencias de mejora continua basada en competencias sobre una cátedra del ciclo profesional de Ingeniería” (Cerrano, Fulgueira y Gómez, 2006), y “Enfoque basado en competencias en la Planificación Educativa” e “Incorporación de nuevas tecnologías en la enseñanza universitaria” (Cerrano y Gómez, 2008c), publicados en el *Boletín de Informaciones de la EPIO*.

Por lo tanto, para lograr el éxito de las competencias específicas en los ingenieros industriales, la cátedra propuso los siguientes cambios al funcionamiento actual:

- Incorporación de TIC para optimizar el proceso de enseñanza-aprendizaje y generación de nuevas formas de gestión y manejo de información.
- Desarrollo de mayor cantidad de ejemplos y casos reales aplicados en la Argentina.
- Sistematización del uso de actividades prácticas en modelo flexible y abierto.
- Logro en los alumnos de la autogestión de los conocimientos

METODOLOGÍA

El enfoque metodológico empleado en el presente estudio es empírico y exploratorio. Para ello, se utilizaron técnicas de recolección de datos primarios mediante entrevistas, encuestas, reuniones de trabajo individuales y grupales, relevamientos mediante el uso de cuestionarios y guías diseñados para ese fin.

Los datos secundarios se obtuvieron de análisis bibliográfico y documental, de estudios e informes sectoriales y particulares.

Para el procesamiento estadístico de la información, se utilizaron herramientas de la estadística descriptiva, como representación gráfica, medidas de posición, indicadores, identificación de patrones de ocurrencia.

Además de herramientas básicas de mejora continua, como brainstorming, histogramas, QFD o despliegue de función de la calidad, entre otras.

El análisis y la modelización se realizaron con la asistencia de herramientas y software de apoyo como, por ejemplo, Microsoft Excel, Visio.

DESARROLLO

Se planificó la experiencia en la cátedra Investigación Operativa I, de la carrera de Ingeniería Industrial de la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura de la Universidad Nacional de Rosario. Esta experiencia se viene desarrollando desde el año 2009.

El abordaje empírico consistió en aportar a partir del conocimiento directo de la realidad, concretamente de la satisfacción de los usuarios del sistema. Para lo cual se usaron técnicas de recolección de datos primarios, como ser encuestas y cuestionarios a los alumnos.

De las nuevas tecnologías, se incorporaron el uso de webquest y de foros virtuales para la comunicación de los grupos.

En primer lugar se seleccionó el contenido temático **El problema de transporte y asignación**, en el año 2009, y posteriormente se repitió en 2010. Posteriormente se desarrolló la webquest con la intención de facilitar la adquisición de competencias y que los alumnos ejerciten trabajo autónomo y activo con el desarrollo de distintas actividades.

Se trabajó en una enseñanza centrada en el aprendizaje teniendo como eje y protagonista al alumno y aplicando el proceso de formación B-learning

1- Evaluación previa

Se decidió, antes de introducir el cambio planificado, realizar una evaluación a alumnos que habían aprendido el contenido Transporte y Asignación con el formato tradicional de dictado que la cátedra venía desarrollando.

Esta encuesta se repetiría posteriormente al grupo que recibiría la nueva propuesta para, de este modo, hacer un contraste y posterior análisis.

2- Diseño y construcción de la webquest

Se diseñó y elaboró una webquest denominada: “*El problema del transporte y asignación*”.

Una webquest es una herramienta que consta de las siguientes partes: tarea, procesos, recursos, evaluación y conclusión.

Se propuso como **tarea** la elaboración de un documento referido al “problema de transporte y asignación” en el cual abordarían un caso real. El trabajo consistió en:

- a) Su formulación, así como las posibles variantes a la webquest.
- b) Posibles aplicaciones en la economía y la empresa.
- c) Alternativas que se pueden plantear a la hora de la resolución práctica de este tipo de modelos.

El **proceso** organizó el trabajo para desarrollar en grupos de seis integrantes. Cada uno de ellos tenía asignados una responsabilidad y un rol individual; la distribución de quién ocuparía cada uno la podían elegir libremente. Entre los **recursos** se ofrecieron enlaces a distintas páginas web, algunas correspondientes a conocimientos sobre webquests, otras referidas a modelización en general, teoría de la cátedra y a la bibliografía adecuada para el contenido que se trataba. La **evaluación** se hizo en forma grupal en función del trabajo final resultante, considerando los criterios de originalidad, claridad de enunciado, modelización, interpretación económica y adecuación al formato pedido. Al **concluir** la tarea planteada, habían observado el comportamiento de sistemas reales para luego construir modelos optimizando y teniendo en cuenta las restricciones que se podían plantear. También habían interpretado y formulado críticas para luego extraer, reunir y organizar datos en el trabajo de campo. Además, debieron

desarrollar técnicas para resolver el modelo y arribar a una solución. Por otro lado, pudieron descubrir la importancia del arte de modelizar problemas, la aplicación de la programación entera y mixta y la resolución de problemas mediante el uso de recursos tecnológicos y la ventaja de la utilización inteligente de Internet.

3- Herramientas de comunicación

Se utilizaron como medios de comunicación:

- La plataforma educativa que dispone la facultad y desde la cual se accedía al link de la webquest.
- Foros virtuales de comunicación entre los grupos, con la intención de que el vínculo entre los alumnos se viera facilitado. Se generaron 23 foros virtuales de comunicación para cada grupo interviniente.
- Un correo electrónico para comunicaciones generales de consulta.

4- La experiencia propiamente dicha

Se dictó una clase explicativa de las herramientas que se utilizarían (foros virtuales y webquest) en el Laboratorio de Informática. De esa manera, se instruyó a los diversos grupos en el uso común de estos instrumentos para que ellos mismos posteriormente pudieran ponerlos en práctica.

El trabajo “colaborativo”, que se propuso era elaborar un documento referido al problema de transporte, para algunos grupos, y el problema de asignación, para otros, en el cual deberían abordar un caso real.

El trabajo en sí mismo constó de tres etapas:

Parte 1: Desarrollo del trabajo solicitado en la webquest y entrega.

Luego de corregidos, los trabajos se publicaron en la plataforma para que estuvieran disponibles para los restantes grupos.

Parte 2: Todos debían leer los restantes trabajos y votar los tres mejores justificando su elección. Esto lo debían informar a través del foro.

Parte 3: Los tres mejores trabajos se presentaron en el salón de clases expositivamente al resto de los alumnos.

5- Evaluación

La siguiente tabla muestra la forma en que la cátedra evaluó el trabajo práctico.

	Excelente	Bueno	Regular	Pobre
Claridad del enunciado	Texto muy bien redactado y agradable e interesante a la lectura	Texto bien redactado, con una lectura amena	Texto regularmente redactado, sin una lectura amena	Texto mal redactado, sin una lectura amena
Modelización	Modelo matemático correctamente planteado	Modelo matemático con algún error	Modelo matemático con varios errores	Modelo matemático mal planteado
Comentarios o interpretación económica de la solución	Muy buenas conclusiones y análisis de la información obtenida logrando alta interrelación de los conceptos involucrados	Buenas conclusiones, con alguna vinculación de conceptos	Comentarios incompletos con escasa vinculación de conceptos	Escasos comentarios e interpretación inadecuada e incorrecta
Adecuación al formato solicitado	Presentado formalmente tal como se indicó	Respeto las reglas para la representación formal con mínimos cambios	Respeto solo algunas reglas para la representación formal	No respeta las reglas para la representación formal

6- Encuestas finales

Se realizó una encuesta de satisfacción final a todos los alumnos al terminar la experiencia y una evaluación a los alumnos que rendían la materia para poder contrastar con los resultados iniciales y así comparar con el anterior formato realizado en la cátedra.

Los siguientes gráficos muestran algunos de los resultados de la encuesta de satisfacción final, se promedian los resultados de los dos años en los que fue realizada la experiencia.

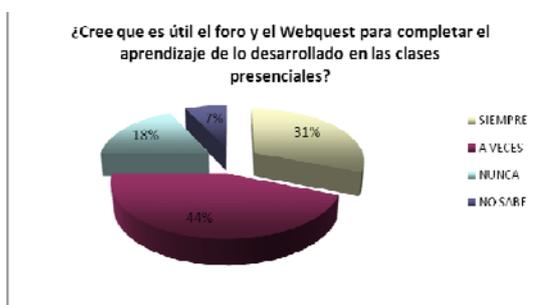


Gráfico N° 1



Gráfico N° 2



Gráfico N° 3



Gráfico N° 4

Estos gráficos muestran los resultados más importantes de las encuestas de satisfacción, los cuales pueden resumirse en las siguientes ventajas y desventajas que encontraron los alumnos al usar la webquest:

VENTAJAS

- Independencia del tiempo y lugar.
- Aprender nuevas formas de trabajo.
- Trabajar y lograr objetivos comunes entre compañeros no conocidos.
- Trazabilidad de lo trabajado.

DESVENTAJAS

- Mal funcionamiento de la plataforma en algunos momentos.
- Dificultad en expresar las ideas por escrito.
- A veces se reunían personalmente.

7- Evaluación comparativa

Se realizó mediante exámenes previos y posteriores a la realización de la experiencia y se obtuvieron los siguientes resultados:

- La definición de variables: en ambas oportunidades el 100% lo hizo bien.
- Los parámetros del modelo de transporte: antes de la experiencia, el 71% contestó bien y luego lo hizo el 93%.
- Los parámetros del modelo de asignación: antes lo hizo bien un 29% y después un 72%.
- Modelización: antes la hizo bien un 21% y luego un 67%.
- Interpretación del modelo: antes la realizó bien un 60% y luego un 81%.

CONCLUSIÓN

Este tipo de propuestas permite extender el contexto presencial que ofrece el aula brindando buenas posibilidades de enriquecimiento, fundamentalmente cuando existen, como en este caso, cátedras masivas. Se pueden desarrollar en el aula, materia o grupo y el docente tiene la posibilidad de ofrecer distintos grados de intervención a los alumnos.

Es de suma importancia que los alumnos se familiaricen con el trabajo con TIC al considerar que estas herramientas son parte de la vida laboral de cualquier ingeniero y que nuestros egresados deberán aplicar, convivir, evaluar e implementar TIC en su vida profesional.

Podemos concluir que esta herramienta facilita que los estudiantes logren aprendizajes significativos, adquieran y/o mejoren competencias relacionadas con el uso de las tecnologías; además, al ubicarse en problemáticas y situaciones de la vida real, provocan pensamientos complejos al resolverlos.

El modelo que se propone, trata de garantizar la mejora continua en el proceso de enseñanza-aprendizaje en la carrera de Ingeniería Industrial. Cada cátedra podrá adaptarlo a sus necesidades, saberes y posibilidades.

Referencias

Asteggiano, D. y F. Irassar (2006). Informe sobre el 2° Taller sobre desarrollo de competencias en la enseñanza de la Ingeniería. Experiencia Piloto en las terminales de Ing. Civil, Electrónica, Industrial, Mecánica y Química. La Plata, 17 de mayo, mimeo.

Cerrano, M., S. Fulgueira y D. Gómez (2006). “Experiencias de mejora continua basada en competencias sobre una cátedra del ciclo profesional de Ingeniería”, en S.S. Rivera y J. Núñez McLeod (eds.) *Experiencias docentes en Ingeniería, desde el ingreso a la práctica*

profesional supervisada, Buenos Aires, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Cuyo.

Cerrano, M., S. Fulgueira y D. Gómez (2007). “Evaluación de los resultados de la implementación de los cambios propuestos a partir de las competencias específicas de una materia de Ingeniería Industrial”. EDUTEC.

Cerrano, M., S. Fulgueira y D. Gómez (2008). “Una propuesta metodológica basada en competencias para ingeniería industrial”, en *Anales del VI Congreso Argentino de Enseñanza de la Ingeniería (VI CAEDI)*. Septiembre.

Cerrano, M. y D. Gómez (2008a). “Identificación de competencias específicas en la cátedra de Investigación Operativa de la carrera de Ingeniería Industrial”, en *Anales del I Encuentro Regional Argentino-Brasileño de Investigación Operativa, I Encontro Regional de Pesquisa Operacional-Sul, XXI Encuentro Nacional de Docentes en Investigación Operativa y XIX Escuela de Perfeccionamiento en Investigación Operativa*. Mayo.

Cerrano, M. y D. Gómez (2008b). “Enfoque basado en competencias en la planificación educativa”, en *Boletín de la Escuela de Perfeccionamiento en Investigación Operativa (EPIO)*, Vol. IV Nro.12, diciembre.

Cerrano, M. y D. Gómez (2008c). “Incorporación de nuevas tecnologías en la enseñanza universitaria”, en *Boletín de la Escuela de Perfeccionamiento en Investigación Operativa (EPIO)*, Vol. IV Nro.12, diciembre.

Cerrano, M. y D. Gómez (2009). “Webquest como recurso didáctico en la enseñanza universitaria”, en *Anales del XXII Encuentro Nacional de Docentes en Investigación Operativa (ENDIO) y XX Escuela de Perfeccionamiento en Investigación Operativa (EPIO)*. Mayo.

Cocca, J. (2006). “Competencias profesionales y currículum de Ingeniería”, CONFEDI.

Coicaud, S. (2008). “Módulo de Metodología de la Investigación”, Maestría en Procesos Educativos mediados por Tecnologías, PROED, UNC.

CONEAU (2001). “Aportes para la reformulación de la propuesta del CONFEDI”, documento de trabajo de distribución electrónica.

CONFEDI (2005). “Proyecto estratégico para la reforma curricular de las Ingenierías”, Santa Fe.

CONFEDI (2007). “Competencias genéricas de Ingeniería. Documento Final”. Disponible en: http://www.confedi.org.ar/component/option,com_docman/task,cat_view/gid,20/Itemid,44/

Díaz Barriga, F. (2003). “Cognición situada y estrategias para el aprendizaje significativo”, en *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 5 (2). Disponible en: <http://redie.ens.uabc.mx/vol5no2/contenido-arceo.html>. Consultado: 10/08/10.

Dodge B. <http://edweb.sdsu.edu/webquest/webquestrubric.html>

Fainholc, B. (2005). "El uso inteligente de las TIC para una práctica socio-educativa de calidad", en *RELATEC, Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, Vol. 4, N° 2.

González, J., R. Wagenaar y P. Beneitone (2004). "Tuning América Latina: un proyecto de las universidades", en *Revista Iberoamericana de Educación*, N° 35: 151-164.

Gysin L., R. Versaci, H. Labate y W. Legnani (2007). "Conocimientos y competencias para el ciclo general de conocimientos básicos de las carreras de Ingeniería", en A.L. Fernández (coord.), *Programa de Mejoramiento de la Enseñanza*, PROMEI. Universidad Tecnológica Nacional, Consorcio Buenos Aires, Facultad Regional Buenos Aires.

March, T. <http://www.ozline.com>

Marchisio, S. (2003a). "Tecnología, educación y nuevos ambientes de aprendizajes. Una revisión del campo y derivaciones para la capacitación docente", en *Rueda*, N° 5.

Marchisio, S. (2003b). *Análisis crítico de las enseñanzas de Ingeniería en Argentina*. Tesis doctoral, UNED, España.

Marchisio, S. *et al.* (2001). "Del currículum prescripto al currículum en acción: la creación de ambientes de aprendizaje para la formación de ingenieros", PID 2001-2003, Universidad Nacional de Rosario.

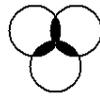
Marchisio, S. *et al.* (2008), "Estrategias y recursos para el desarrollo de competencias en la formación de ingenieros", Proyecto de investigación acreditado, Universidad Nacional de Rosario.

Medina Rivilla, A. (2005). Taller sobre Estilos de Formación y Desarrollo de Competencias Profesionales desde la Universidad, Rosario, agosto.

Orihuela, J. (2006). *La revolución de los blogs. Cuando las bitácoras se convirtieron en el medio de comunicación de la gente*, Madrid, La Esfera de los Libros.

UNESCO (2008). "Estándares de competencias en TIC para docentes". Disponible en: <http://portal.unesco.org/es/ev.php> . <http://cst.unesco-ci.org/sites/projects/cst/default.aspx>

Zabalza, M.A. (2006). *Competencias docentes del profesorado universitario. Calidad y desarrollo profesional*, Madrid, Narcea.



CAPÍTULO IV

* **Expositores expertos**

Ing. Eber González
(coordinador)

Doctor Edwin Cardoza

Universidad de Maringá, Brasil

- Estamos tratando el tema de qué es investigar en ingeniería industrial. Hice un gráfico para que ustedes entiendan un poco cuál es nuestro desafío ahora. Brasil está viviendo un momento atípico en nuestra historia y eso trae resultados interesantes para las universidades.

¿Cómo estamos distribuidos en nuestro país?

El país está dividido en cinco regiones que son Norte, Nordeste, Sudeste, Centroeste y Sur.

¿Cómo está dividido nuestro postgrado de Ingeniería Industrial?

Tenemos una característica y en esa visita que hice a la Universidad del General Sarmiento, con las personas estuvimos conversando aquí en este encuentro y nosotros vemos una gran diferencia.

Investigación, para nosotros, es relacionar postgrados, es decir, no existe en la carrera, o sea, nosotros tenemos carreras, profesores, doctores, dentro de una carrera más, no hacen investigación, no están obligados a hacerla. Entonces, cuando nosotros hablamos de investigación, probablemente siempre vamos a estar hablando de maestría o doctorado en estos programas y ahí el país comenzó a crear varios programas y esos están distribuidos por región.

La más importante desde el punto de vista científico en Brasil es la región Sudeste y ahí se extiende a San Pablo, Río y Minas Gerais. Son los tres estados donde tenemos la mayor concentración de programas de maestría y doctorado y después tenemos Río Grande del Sur, que termina siendo un diferencial de los otros estados.

Más o menos, en esos cuatro estados donde nos encontramos con mayor número de programas de maestría. Entonces, ¿qué es lo que sucede? Por ejemplo: Yo soy de la región Norte, terminé mi carrera soy ingeniero mecánico de formación y quiero salir de mi estado, de toda esa región –que es una de las mayores regiones que tenemos en el país–, y me quiero ir para la región Sudeste; yo fui uno de los que no regresaron a esa región. Ese es otro problema que el país está viviendo, la gran mayoría viaja a hacer maestrías o doctorados, mas no regresa y ahí surgen más problemas. Primero, porque no se hace investigación en esos estados, primero está la parte financiera.

Y ahora, ¿qué es lo que el gobierno está haciendo?

El gobierno, en cualquier convocatoria que hace para investigación –no solo en ingeniería industrial, en todas las áreas–, dice que el 30% de los recursos financieros son obligatoriamente para el proyecto de la región Norte o Nordeste, donde hay menos programas de posgrados, es una forma que están encontrando para que los doctores que forman parte de esos proyectos permanezcan en esa región. Es aquí donde nuestro sistema de investigación es dividido por

notas. Entonces, tenemos programas de ingeniería industrial calificados con notas de 3, 4, 5 y 6. No tenemos ningún programa calificado con 7..

Nota 7 es el programa que se comparte con varias universidades internacionales. Es un programa que habla de ciertos recursos específicos, los alumnos participan de convocatorias específicas, la investigación ya es de padrón internacional.

Con nota 6, tenemos una maestría y un doctorado y tienen un doctorado de ingeniería industrial en Ella Poli y San Pablo, y después la gran mayoría de los programas tienen notas 5, 4 y 3.

Probablemente 5 va a ser la nota de las universidades de Río de Janeiro, son las que tienen esa nota y la gran mayoría están en notas 4 y 3, el programa que inicia.

Es aquí donde acontece una evaluación cada tres años- En todo programa lo que interesa es el indicador, que es el número de publicaciones que tiene. Entonces, relacionado con eso se reciben los recursos que el país destina para investigación.

Esta parte hasta aquí es para que tengan una idea de como estamos actualmente. Cada 1000 habitantes, de 25 a 64 años, tenemos un doctor, o sea, uno o dos doctores; para que tengan una idea, tienen la comparación con lo que es Suiza, Alemania, Estados Unidos. Esto sería para todas las áreas, no es ingeniería industrial. La Argentina también tiene esa estadística, que es publicada por nuestra agencia.

Aquí es lo que viene, es la realidad que tenemos ahora y lo que el país quiere dentro de los próximos 10 años, son todas las áreas y también nosotros estamos incluidos. El país quiere que la maestría académica crezca hasta el 2013 a un 13%, el doctorado, a un 14%; y recientemente fue creado un nuevo título: maestría y doctorado. Mi idea es integrar a las empresas con la universidad, nosotros también tenemos muchos problemas en relación con eso. Tenemos muchas investigaciones que ya son puras, o sea, estamos aprendiendo a trabajar con las empresas y el gobierno quiere motivar ese tipo de integración.

En el 2010, el año pasado, el gobierno gastó más o menos 400 millones de reales en investigación. Ese otro gráfico es para que tengan una idea de lo que el gobierno quiere en 10 años, o sea, significa lo que está dispuesto a invertir en todas las áreas de la ciencia del país. Entonces, para nosotros, es muy significativo porque es un movimiento que el país vive. Así, cuando años atrás yo era doctorando, no estábamos con esa dinámica y ahora, mes a mes, estamos recibiendo convocatorias para usar ese recurso. Hoy en día sentimos que es muy importante que el gobierno se preocupe por ese tipo de trabajo porque si no, difícilmente podamos conseguir una infraestructura que ayude a construir esos programas.

Aquí son las agencias las que nos dan todos esos recursos. Yo puse estas porque son agencias que también destinan recursos para proyectos extranjeros, no es solo los nacionales, no son todas las convocatorias, pero son agencias que también están preocupadas por llevar o importar investigadores al país, un tipo de actividad que también está faltando. Nosotros

tenemos agencias que son federales, o sea, nacionales, tenemos agencias regionales, que terminan siendo del estado, y tenemos también empresas del sector privado que apoyan ese tipo de iniciativas.

Es de aquí para el 2020, son estadísticas que estamos mostrando y que nosotros estamos utilizando para proyectar lo que nosotros queremos trabajar en el 2020, no soy político, no soy economista, pero en el 2020 el gobierno quiere gastar cuatro millones de reales en investigación, es un número bastante significativo.

Nosotros entendemos que la ingeniería industrial es una ciencia, o sea, también es responsable de crear nuevos conocimientos. La ingeniería industrial es una técnica, que es aplicar esos conocimientos de una forma sistemática. La ingeniería industrial también es una práctica, que sería un conocimiento tácito; muchas veces no lo consideramos y precisamos aprender con la construcción de ese conocimiento y, para eso, de una cierta forma, trabajar para aproximar a las empresas; la idea es aprender y ver de qué forma ellos trabajan. Pero es increíble que trabajar con empresas en Brasil es muy complicado, muy complejo; es un sistema en el que hoy, nosotros estamos en un mundo y la empresa es otro mundo, y esos dos mundos nunca se van a integrar ni se van a reunir. Aquí hay algunas cosas que son un desafío que tenemos.

Ayer Diego habló sobre ese tópico interdisciplinar y multidisciplinar. Tenemos que lograr eso, romper esas barreras que algunas áreas específicas no trabajan con otras áreas, estuvo ayer el trabajo de computación integrado con ingeniería mecánica, es fantástico ese tipo de trabajo. Eso para ellos no es resolver un problema de mantenimiento o de aplicación del sistema de gestión, no es una herramienta que va a ser publicada, entonces, quizás tenemos que aprender, entender, respetar los métodos de trabajo de otras áreas e integrarlos con nuestros métodos.

Para nosotros es un desafío integrar la universidad con la empresa, es el recurso sumado a las empresas. La idea que tenemos es que con ese maestrado profesional, esa relación quede más cerca y consigamos que, específicamente para nosotros, ingeniería industrial y el laboratorio en la empresa. Tenemos pocas características de crear un laboratorio dentro de la universidad. Buscamos esa innovación y transferencia, entiéndase que nosotros estamos buscando en el producto, en el proceso de fabricación y en los modelos de gestión en los que la ingeniería industrial puede intervenir. Esos son dos tópicos relacionados, la internalización de la investigación y la cooperación internacional.

Nuestro país viene trabajando esta cooperación internacional principalmente con Alemania y Estados Unidos, que son consideramos nuestro modelo educacional, y nosotros queremos, de cierta forma, aprender con ellos cómo vienen con la investigación. Para que tengan una idea, hace cuatro años atrás mandamos un proyecto a una universidad alemana y cuando les pedimos que nos mandaran el recurso disponible para el proyecto, tuvimos que quitarlo porque eran tantos recursos que nosotros no teníamos necesidad de pedirle dinero al gobierno brasileño. Son

realidades diferentes y el modelo de cómo ellos trabajan, la forma en la que ellos se relacionan con la investigación nos ayuda a crecer dentro de nuestro propio modelo. En la cooperación internacional para nosotros son fundamentales todas las convocatorias. Se nos pide que busquemos esa cooperación internacional, se nos pide que busquemos esa cooperación interna de programas, de posgrados que están divididos por regiones o en los lugares donde la investigación está menos desarrollada. Entonces, si yo quiero pedir dinero al gobierno, tengo que decirle cómo lo voy a hacer, por qué lo voy a hacer y qué es lo que voy a aprender en ese intercambio de investigación.

Solo para que ustedes tengan una idea de cómo estamos con la Argentina. El país tiene 2000 proyectos de cooperación internacional, que representan prácticamente el 2% de todos los proyectos internacionales que el país tiene con diferentes países, es una oportunidad y depende de encontrar esos intereses colectivos para poder cooperar y trabajar.

El gobierno estará gastando dinero en esos sectores en los próximos veinte años, esa es la prioridad del gobierno. Cualquier proyecto, cualquier iniciativa, cualquier innovación en el producto, en el proceso y en el modelo de gestión. Los proyectos están preocupados con estos sectores: agua de la Amazonia, el río Amazonas es el gran interés del país, el área de salud, el área de energía, la Amazonia como floresta y mar. El país tiene prácticamente 7000 kilómetros de mar y sabemos poco sobre eso. Ahora, con la exploración del petróleo, Río de Janeiro está descubriendo que tiene cada vez más petróleo y el país está buscando innovar en ese sector; biotecnología, el transporte ferroviario, agronegocios, agroindustrias y las tecnologías de la información. Esos son los sectores prioritarios del país, o sea, en cualquier convocatoria esa es la información que todos los programas de posgrado utilizan para poder direccionar con qué empresas trabajar, qué problemas investigar, dónde están las necesidades de esas empresas y de qué forma la universidad, desde el punto de vista de la ingeniería industrial, puede ayudar en esos trabajos.

Hablo rápidamente sobre el trabajo que tengo en la universidad. Tengo un grupo relacionado con calidad y nuestra idea es siempre trabajar en empresas de ese sector en relación con el tema de la calidad.

Para concluir, estamos buscando en ingeniería de calidad, tenemos recursos para investigación, para infraestructura y para los recursos humanos, trabajamos con becas, el gobierno nos da ese recurso. Tenemos proyectos con Europa, América del Sur, tenemos cooperación regional con la ONES, todo dentro del área de ingeniería industrial y ahí se van a localizar, más o menos, en la región de la que estoy hablando. Esas cuatro universidades de las que estamos hablando están en un radio de 400 kilómetros y tenemos una línea. Después, más próximos, casi en la frontera con San Pablo, estamos a 200 kilómetros de la frontera y eso facilita el intercambio de informaciones.

Buscamos esa multidisciplinaria en ingeniería industrial y computación, estamos buscando esa cooperación actualmente. Esa integración con diversas empresas. Nuestra investigación está cambiando. Lo que teníamos en el primer momento de la ingeniería industrial era investigación cualitativa y estábamos más próximos de la administración que lo propiamente dicho de la ingeniería; ahora cambiamos. Cada vez más se busca utilizar métodos cuantitativos en investigación porque eso facilita a la publicación.

Hoy en día, no podemos publicar un estudio de casos, entonces tenemos que agregar estadísticas, por más simple que sea el modelo matemático, el modelo que es utilizado tiene que tener ese análisis estadístico en investigación. Utilizamos esa metodología de gestión de proyectos y ahí salen nuevas herramientas que utilizamos para el intercambio.

Otra cosa interesante que tiene el país es una base de datos, que se llama Lattes (CNPQ), de todas las personas que investigan en el país. Entonces, si se quiere saber quién está investigando calidad aplicada a la fabricación de zapatos femeninos; uno entra y encuentra los grupos que trabajaron o trabajan con proyectos o tienen esa línea de investigación. Esa idea de construir la red es fundamental, ese proceso es una herramienta que a nosotros nos facilita mucho la creación de cooperación.

Nosotros lo usamos bastante porque fuimos obligados a mantener actualizada esa base de datos. Por ejemplo, mi nombre va a aparecer con lo que probablemente hice en el último mes, en los últimos años, tiene todo un archivo histórico de lo que cada uno viene trabajando y allí buscamos referencias para buscar las colaboraciones. Viendo cuáles son las áreas que mi grupo viene trabajando: red de pymes, evaluación sustentable, procesos de gestión de rendimientos y, más recientemente, ese intercambio de conocimientos y experiencias, que es un trabajo que venimos desarrollando en colaboración con la Universidad de General Sarmiento y, por la realidad que estamos viviendo ahora, todos los proyectos reciben dinero del gobierno. Tenemos facilidades para recibir esos recursos.

En el final, lo que quiero dejar es que todo esto solo vale la pena si al final lo publicamos y para eso tenemos otras herramientas. El propio gobierno creó una página que se llama periódicos KBR, es una base de datos que el gobierno contrató de todas las mejores revistas internacionales para que la investigación del país tenga acceso a la información. El año pasado, para que tengan idea, solo con esa iniciativa el gobierno gastó 61 millones de reales y nosotros tenemos una base de datos de publicaciones desde 1952 hasta las que salieron ayer, es una realidad que los investigadores de Europa no tienen. Esa fue una iniciativa que viene ayudando a mejorar la calidad de nuestra investigación y, al mismo tiempo, nos obliga a que, si queremos publicar, miremos esa base de datos y veamos cuáles son las publicaciones que tienen más impacto y ver lo que están publicando.

Hay varias críticas que se le pueden hacer a ese proceso, mas el gobierno y las instituciones de investigación entienden que nosotros tenemos que utilizar esos ejemplos de bases de datos que tenemos y que el gobierno mantiene.

De los eventos que tenemos en el país, este va a ser el trigésimo primero y es el principal encuentro que tenemos en el área de Ingeniería Industrial. Este año están esperando cerca de 2700 personas para que participen de ese encuentro.

Después tenemos Esintep, que es un evento regional que terminó teniendo una característica nacional y también va a ser significativo. Son los dos eventos más importantes y que son validados por nuestro sistema.

Tenemos dos revistas: la revista de producción que es publicada por la Uspi y la revista de gestión y producción publicada por la Universidad de San Carlos. Son las únicas dos revistas que tiene un indicador de impacto en el país. Tenemos otras revistas de otras universidades, pero desde el punto de vista de impacto son todas las revistas de trabajo que tenemos.

La revista de producción da la respuesta sobre el trabajo a un año y medio o dos, entonces, muchas veces cuando regresan el trabajo, hay que hacer una nueva actualización porque el evaluador dice que la teoría usada ya es muy antigua para que sea publicado.

Otros eventos internacionales en los que estamos participando bastante son: la Conferencia Internacional de Ingeniería Industrial y nuestro encuentro regional, que es el encuentro americano. Terminan siendo los dos eventos en los que siempre buscamos participar y acompañamos.

Los problemas de investigación industrial ustedes los conocen mejor que yo porque los enfrentan; yo solo quería colocar la situación de Brasil, que ahora está pasando por un momento atípico en relación con la investigación, que nos está ayudando y está fortaleciendo el área de la ingeniería industrial, que hasta hace poco tiempo atrás tenía bastantes problemas relacionados con los que ustedes tienen: falta de recursos, esa situación. Gracias.

Ingeniero Lucas Giménez

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Avellaneda

- Me presento, soy el ingeniero Lucas Giménez de la Facultad Regional Avellaneda de la Universidad Tecnológica Nacional. Soy el secretario de Ciencia, Tecnología y Posgrado de la regional y también soy docente de la materia Investigación Tecnológica en el Departamento de Ingeniería Industrial; soy investigador, trabajo en el Rectorado como director de articulación entre la Dirección Académica y la Secretaría de Ciencia y Tecnología, soy director de la Unidad de Vinculación Tecnológica de la regional de Avellaneda y representante de la UTN en la red del ITEC (red de vinculación tecnológica a nivel nacional).

Para ponernos en contexto y ubicarnos en tiempo y espacio con respecto a la investigación en ingeniería industrial, como no son todos de la UTN, quiero tomarme unos segunditos para contar un poco la historia de la universidad.

La UTN fue creada en 1948 como Universidad Obrera y ni se pensaba en investigación, fue creada porque había una necesidad de mano de obra calificada que tenía la industria. Con ese sentido comenzó nuestra historia.

Recién en el año 1989 se habla en la universidad de investigación y se menciona la necesidad de hablar de investigación y de la carrera de docente-investigador. En el año 1991 aparece la primera resolución en la que se le solicita a la Secretaría de Ciencia y Tecnología que establezca políticas de investigación en la universidad.

Quería hacer esta introducción porque estamos en una universidad joven; si nos ponemos en el tiempo, esto es un puntito; desde 1991 hasta donde estamos parados hoy en día, son 10 años, no es nada en la historia. En realidad, nosotros no fuimos creados como universidad, en los orígenes, con el tema de investigación. Hay muchas regionales que comenzaron con investigación antes de que la investigación se impusiera dentro de la UTN, por ejemplo, la regional de Santa Fe, la de Mendoza, hay muchas regionales que comenzaron con la investigación mucho antes de que la propia universidad exigiera esto.

¿Qué es lo que empuja y hace que todo se empiece a mover?

La acreditación ante la Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria (CONEAU). Cuando viene la presentación ante la CONEAU, por suerte, todo empieza. Si tenemos que hacer investigación, quién hace investigación, alguno que había hecho algo.

La verdad, hablo de experiencias, más o menos conozco todas las regionales, todas hicimos lo que pudimos en los departamentos como se pudo y así es como nos presentamos en la acreditación. En algunos departamentos muy bien armados y en otros con nada.

En Ingeniería Industrial, justamente en esto de que somos una universidad joven, y en investigación somos mucho más jóvenes, fue una de las primeras carreras que tuvimos. Con lo cual, en nuestra realidad, en la regional de Avellaneda, fue una de las últimas especialidades en

las que comenzamos a tener investigación porque no había docentes investigadores, no se entendía qué era esto de investigar, había gente que investigaba y no sabía que estaba investigando, había algunos que pensaban que investigar era otra cosa.

Si nosotros hoy en día salimos a la calle y le preguntamos a cualquiera: miren tenemos que conseguir o armar una foto de un investigador... ¿cómo piensan a un investigador? Piensan en un tipo con los pelos parados, si tiene barba mejor, le ponemos un par de anteojos, que esté medio desprolijo estaría bueno, si le ponemos un zapato de cada color mejor y que el tipo sea un fenómeno en lo del él y que si el otro puede ser un salame no importa.

Ese creo que es el concepto que todos tenemos de un investigador porque viene la investigación de los laboratorios, del tipo metido adentro del laboratorio haciendo investigación con los tubitos de ensayo.

La investigación en la Tecnológica es distinta, nosotros somos distintos en la Tecnológica. Cuando comenzamos con la investigación, lo primero que nos pasaba era tratar de aprender, que aprendimos, de los investigadores que venían del Conicet, que investigan distinto. Una investigación no es mejor que la otra, pero lo que nosotros hacemos sí es distinto a lo que pueden hacer ellos. Entonces comenzaron a surgir varias discusiones en su momento; de hecho, Tulio del Bono, cuando fue secretario, vino a dar una conferencia en la Regional de Avellaneda, y hemos debatido. Él tenía como idea: tenemos que generar el Conicet tecnológico porque él tenía muy en claro lo que los investigadores que estaban dentro del Conicet hacían con respecto a la investigación y lo que, por ejemplo, la UTN o las carreras de ingeniería podían hacer en otro sentido.

Entonces ahí ya empezamos con un problema de paradigmas, teníamos la acreditación por delante, la necesidad de generar y tener grupos de investigación y empezamos a invitar a investigadores de afuera, a traer investigadores importantes, a veces del mismo Conicet, para empezar a formar gente. Pero hay un doble proceso; por un lado, nosotros tenemos que comer el pan hoy, pero, por otro lado, tenemos que sembrar trigo para comer a futuro. Entonces, muchos de estos investigadores no hacen transferencia, es decir, son investigadores que pueden ser muy buenos ellos, son antiguos en lo que vienen haciendo y a los becarios y a la gente que uno les arrima los toman como asistentes. Entonces, uno le pregunta: “y vos, ¿qué que estas haciendo?”. “Yo estoy trabajando con el doctor tal, me dio una cosita para que haga unos ensayos”. “Bueno, y esos ensayos ¿vos sabés para qué son?”. “No, no sé”. O sea, el tipo lo que hace es: le daba un ensayo para que haga eso y le dé el resultado, eso no es transferencia. Yo siempre cuento la experiencia que nosotros tenemos en la Regional Avellaneda con una investigadora que está acá, es la coordinadora corporativa que tengo, es Adriana García y es el ejemplo de lo que todos podemos llegar a querer de la investigación, una persona que siempre está rodeada de estudiantes, todos los estudiantes quieren participar en los proyectos de investigación con ella porque ella transfiere, los chicos se reciben y después quieren seguir investigando, se quieren

enganchan con un posgrado para seguir haciendo investigación. A nosotros nos cuesta un montón hacer investigación en el posgrado, de hecho, nos cuesta muchísimo en los posgrados que llegan a las instancias de las maestrías.

Les cuento mi caso, yo soy magíster en ingeniería y calidad y fui el tercer magíster en ingeniería y calidad que hubo en la Argentina y después creo que se graduó algún otro, es decir, no hay interés, se hace la especialización pero no se avanza.

Uno de los problemas que nosotros tenemos por delante es cómo hoy en día están armadas las materias y las currículas en cada una de las especialidades. Yo presenté un proyecto, y esto está en el rectorado, para que en tercer año haya una materia que hable de investigación, el nombre que propuse es Fundamentos de Investigación y de Calidad.

Hay especialidades que ven conceptos de calidad, pero hay otras que no. Por ejemplo, un ingeniero electrónico puede graduarse hoy en la UTN y no tiene idea de lo que es la ISO 90001 y es una barbaridad, digo electrónica, eléctrica, en mecánica ven algo, en industrial ven algo, en química no ven nada tampoco. Bueno, el mundo fue cambiando y hay conceptos de calidad que los tienen que tener, lo mismo tendría que pasar con el tema de investigación. ¿Por qué digo en tercer año?, porque nosotros tenemos que empezar a pensar en la universidad de acá a los próximos diez o quince años. Ahí es donde tenemos que empezar a formar gente.

Yo estoy en una materia que se llama Investigación Tecnológica en Ingeniería Industrial que era un departamento en el que no había investigación, es una optativa del último año. La verdad es que es muy exitosa por lo que hemos logrado en estos tres años, porque de no tener ningún proyecto, hoy en día hay cuatro proyectos. De nada a cuatro es un avance y hay otros dos que ya fueron terminados.

Esos estudiantes prácticamente ya son ingenieros o los agarran en el último año; cuando empiezan a entender y cuando les empieza a gustar, se gradúan con los últimos esfuerzos y al otro año no los tenemos más. Nosotros lo que tenemos que formar es, dentro de la universidad, estudiantes que se enganchen en investigación a partir del tercer año, entonces tenemos tercero, cuarto y quinto año, que vengan acompañando y que ese estudiante trabaje en algún proyecto de investigación, que logre entender y que le agarre el gustito a la investigación. Nosotros tenemos que poder acompañarlo cuando termine en un posgrado y que ese posgrado pueda ser después una tesis relacionada con el proyecto de investigación que viene trabajando desde el tercer año, sería la condición natural en la cual habría que trabajar.

Nosotros tenemos dentro de la universidad un problema y una necesidad que hubo que son la acreditación y las categorizaciones. Si uno le pregunta a Walter Leniani, que es nuestro secretario de Ciencia y Tecnología, tenemos un montón de docentes categorizados como investigadores, pero en vigencia y en funcionamiento no son todos los que tenemos, nos pasa en cada una de las regionales. Además, dentro de la universidad, la categoría de investigador es un título honoris causa, es decir, en la UTN tenemos las categorías (como en el ministerio es la 1,

la 2, la 3), nosotros tenemos letras A, B, C, que son iguales. Si a uno le dan la categoría 4 o la categoría D, es categoría D hasta que se muera, salvo que pida una recategorización y pueda subir: bueno usted tiene esta categoría, usted hace tanto tiempo que no está participando en ningún proyecto... Todas esas cosas dentro de la universidad tenemos que ir mejorándolas, se está trabajando en eso, pero también nos encontramos ante el otro problema, es decir, hasta dónde uno aprieta; no vaya a ser cosa que después nos quedemos sin ningún investigador porque hay que convencer a los docentes para que se hagan investigadores.

La otra cuestión es la cantidad de proyectos. En su momento, cuando en Dominico, donde tenemos el campus, se estaba armando el centro de investigación con distintos módulos y cada uno de los distintos proyectos iba a tener un lugarcito, yo había sacado la cuenta, había veinte, y dije: bueno esto no nos va a alcanzar. Les comento que en el 2001, en Avellaneda había cuatro proyectos de investigación y ninguno reconocido en el rectorado. Hoy en día tenemos cerca de 40 y todos reconocidos en el rectorado, pero qué pasaba, yo con esos 20 lugares decía: a mí no me va a alcanzar y yo quiero. Miraba la proporción; de acá al 2010, voy a tener 80 proyectos de investigación porque quiero que cada vez haya más proyectos.

Hoy en día, con la experiencia y recorriendo y conociendo, hoy no quiero yo, ni quiere la misma universidad, tener muchos, sino que apuntamos a que en cada una de las regionales se formen grupos que sean buenos en determinadas cuestiones, o sea, hacernos expertos en determinados temas y que la UTN sea referente de tal área temática, eso en lo que en tal o cual regional somos los expertos.

Hoy comentaba el tema de integrar, cooperar y repartir: es el camino. Yo, además, soy coordinador de un programa, Tecnología de las Organizaciones, que es uno de los doce programas que tiene la UTN para, de alguna manera, dividir las áreas de interés en las cuales hay que presentar los proyectos y es muy difícil. Nosotros estamos frente a la necesidad de un cambio de paradigma con los investigadores que tenemos hoy en día, no son todos, pero casi es la mayoría, porque es gente que venía acostumbrada a hacer un tipo de investigación y que hoy en día, el tiempo hace que tengan que trabajar de otra forma y que logren esto de compartir e interactuar.

Cuento un caso muy concreto. En una oportunidad, con un secretario de otra regional nos llevábamos muy bien, todo bárbaro: “tendríamos que hacer algo juntos”, “sí, bueno, sobre qué tema”, “tal tema”, “buenísimo, por qué no hacemos un proyecto interregional, estaría bueno. Venís a mi regional o yo voy para la tuya, como quieras, yo llevo a la persona vos ponés el tema”. Nos presentamos como amigos y los investigadores, si bien son macanudos, cada uno se pone contra la pared y dice: “yo hago esto y esto es lo que hice”, y es como que trata de decir soy el que más sé; y el otro, lo mismo. Y no hay forma de decir: bueno, lo que ustedes hicieron está bárbaro, cuéntense, pero por qué no proponemos algo a futuro, a ver qué pueden hacer en conjunto, en lo que conoce uno, lo que conoce otro. Es difícilísimo y nos ha pasado en un

montón de casos y no es así. Esto es lo que me da esperanza con los estudiantes. Los estudiantes interactúan muchísimo más. Yo cuando estudiaba, estudiaba mucho solo y hoy en día veo que los chicos se juntan mucho más para estudiar y esto de trabajar en equipo está mucho más instalado, eso es lo que me da la esperanza del futuro que podemos llegar a tener, pero necesitamos muchas Adrianas Garcías, que son personas que no tienen ningún temor en transmitir y que el día de mañana alguna de las personas a las que les enseñaron puedan dirigir sus propios proyectos. Hay mucho celo de muchos investigadores y eso es un problema porque no logramos vencer esa barrera de transmitir. No hay investigación si no hay transferencia, nosotros tenemos una publicación con arbitraje en la regional, que se llama *Rumbos Tecnológicos*, en la que publicamos trabajos propios o de cualquier regional que quiera publicar. Tenemos investigadores que dicen: “yo soy investigador no estoy para escribir”, ¿cómo no estás para escribir, tenés que escribir; si no escribís, no hay transferencia y si no hay transferencia, no hay investigación.

Todas estas cosas no son fáciles, creo que el tiempo nos va a ir dando los frutos de esto que estamos sembrando y que las nuevas generaciones que vengan atrás entiendan cómo se tiene que trabajar y cómo se tiene que interactuar. Cada vez que me toca evaluar un proyecto –ahora hubo una última convocatoria y ya me van a empezar a llegar los proyectos del programa que tengo a cargo–, muchas veces le pido a un director que se ponga en contacto con otro director de un programa de otra regional porque están haciendo algo que es igual; y esa es la función en la que como coordinadores tenemos que movernos. Dicen: “no, si es de tal regional no”, y ya vamos mal, ya empezamos con esas cuestiones. Hay otros que no, que te dicen: “qué podemos hacer en conjunto, no sabía que existían”. Es el caso de Carlos Gómez, me vino a ver y me dijo: “yo estoy investigando también” (pertenece al mismo programa), cómo podemos hacer cosas en conjunto, por qué no pongo la regional a disposición para que lo hagamos.

Creo que el camino es ese, juntar, quien no se engancha que no se enganche, y que los que sí se sumen logren hacer la transferencia. Hoy en día lo más importantes es formar jóvenes y ver de qué manera les ponemos una cadena y una pesa grandota para que no se nos vayan de la universidad, digo esto porque los formamos, los podemos ayudar a hacer un posgrado, la universidad hará todo el esfuerzo que sea posible y, en definitiva, después se terminan yendo, pero si se van no importa, el tema es que quede algo y que sigan teniendo algún vínculo porque los necesitamos para nuestra propia carrera de posgrado y para que ellos mismos nos cuenten sus experiencias desde su lugar de trabajo.

Eso era, más o menos, lo que les quería comentar de la calidad y lo que veo de la investigación. Después había otros temas: si era investigación básica, si era aplicada. En ingeniería industrial no se hace investigación básica, se hace más bien investigación aplicada, la realidad es que (me hago cargo) se hace lo que se puede y se investiga aquello en lo que el investigador se siente cómodo, si no, sería muy deshonesto. Los proyectos que yo vengo

investigando, obviamente, tienen que ver con la línea de calidad, con las tecnologías de las organizaciones. Todavía somos muy jóvenes, no hay grupos formados, esto se va haciendo con el tiempo y con el hacer sobre la marcha.

Ingeniero Héctor Formento

Universidad Nacional de General Sarmiento

- Yo creo que escuchamos dos ejemplos muy interesantes e ilustrativos sobre dos realidades, la realidad de la universidad de Maringá, que gentilmente nos comenta Edwin, y la realidad de la Universidad Tecnológica, que es una universidad muy importante para la Argentina por su dimensión, su historia, su trayectoria.

Yo quisiera, muy sintéticamente, concentrarme en la problemática de la investigación en ingeniería industrial y, en todo caso, después dedicar una frase final a nuestra propia experiencia que es la de la Universidad Nacional del General Sarmiento.

Respecto a la investigación en ingeniería industrial, creo que hay varios problemas que todos estamos enfrentando de alguna forma. Uno es el objeto de estudio; si uno mira la currícula de Ingeniería Industrial, se encuentra con que es un tipo que estudia un montón de cosas y, desde un punto de vista, parece seductor, pero esto no deja de ser un problema porque cuando se discuten las currículas, las modificaciones de las carreras y demás, siempre están los que dicen: “esta bibliografía es importante y no la podemos sacar”, “no, logística no la podemos tocar”; definitivamente, no podés tocar nada, resulta que el tipo tiene un montón de competencias, pero no es un especialista enfocado en alguna de ellas, es un generalista.

Entonces, si pensamos en el producto, procesos, en áreas de soporte, en estrategias, etcétera, me parece que hay una posibilidad integradora muy interesante, sin descartar los otros campos que acabo de mencionar, que es un poco la que ve al ingeniero industrial como aquel que va a trabajar en el diseño, la definición de las organizaciones y por qué no mirarlo a futuro. Desde este punto de vista, hay que ver el importantísimo rol que juega uno, que va a jugar o que tiene que jugar en la gestión de las organizaciones. Me parece que ahí encontramos un punto que, si pensamos en lo que vimos ayer, tiene mucho que ver con varios de los trabajos que se presentaron aquí y que nos daría un foco, no digo único, por supuesto, no pretendo ser absolutista, pero posible para mirar como algo muy interesante y desafiante y necesario que es cómo trabajar sobre el diseño organizacional, sobre la gestión organizacional, en términos de organizaciones rentables, por supuesto, si hablamos de organizaciones con fines de lucro, pero también comprometidas con la sociedad, con el ambiente, temas que se han hecho muy fuertes en los últimos tiempos, y teniendo en cuenta lo que habitualmente llamamos grupos de interés. Los clientes tienen que ver con el negocio, pero también los empleados y la sociedad. Me parece que ahí hay un tema muy importante para tener en cuenta, esto significa que enfrentamos una dificultad que es el diseño que estas investigaciones van a tener; como se dijo aquí, a veces la posibilidad de ser cuantitativa, eso está bueno, es lo que manejamos más fácilmente, pero muchas veces van a tener componentes cualitativos que nos resultan más complejos de manejar como también se dijo. Implica también que vamos a trabajar sobre el factor humano, muy

fuertemente, si estamos pensando en esta temática que yo de alguna manera propongo y eso nos genera otro problema que para mí es muy enriquecedor, pero que los ingenieros no hemos estado acostumbrado a hacerlo que es el de la interdisciplina, es decir, trabajar con otros especialistas, con los sociólogos, los economistas, los administradores, etcétera. Creo que ello puede tener una riqueza extraordinaria, pero hay que acostumbrarse, adaptarse a ese tipo de equipos interdisciplinarios y entonces avanzar para derribar las barreras disciplinares y poder tener abordajes más globales de las organizaciones. Me parece que es un tema interesante para tener en cuenta.

Problemas que esto plantea

Básicamente, yo soy ingeniero recibido en la Universidad Tecnológica y coincido con muchas de las cosas que se han planteado. En principio, a los ingenieros tradicionales, a lo mejor ya los jóvenes hoy en día están mirando la cosa de otra manera, hasta nos ha costado entender qué era la investigación en su momento y hemos confundido la investigación con los servicios tecnológicos porque esto es un primer paso, no es que una cosa sea mejor que la otra, pero hay que entender bien de qué se trata. Cuando hablamos de investigación, tendríamos que recorrer un camino que es el método científico: Hacer un planteo de **preguntas de investigación**, proponer **hipótesis**, esto ya nos hace enfocarnos en un tema particular, nosotros queremos hacer un aporte, correr un poco la frontera del conocimiento en ese tema, establecer el **marco teórico** porque a veces también somos un poco facilistas y pensamos que porque tenemos mucha experiencia, y por supuesto eso es valioso, podemos opinar sobre un tema, pero eso no es la investigación. Yo puedo escribir un libro, a lo mejor un libro de texto les sirve a mis alumnos y puedo no hacer ninguna mención de otras fuentes, eso es otra cosa. Si yo estoy investigando me tengo que meter dentro de un marco teórico, tengo que buscar las fuentes, tengo que fundamentarme en alguna de ellas, y decir yo voy a construir de aquí para arriba, no voy a inventar de nuevo todo, hay una base, hay gente que ha estudiado este tema y sobre eso construyo. Esto es lo básico, pero a veces estas cosas cuesta construirlas.

Identificar el **campo o la fuente de datos**, que a veces en este tipo de temáticas que yo planteo es difícil porque, como también se ha dicho, las empresas no están esperándonos a nosotros los investigadores para darnos información, pero bueno, eso es un desafío que se plantea. También a veces hay fuentes secundarias que están disponibles y son muy interesantes, aunque no estén armadas como nos gustaría, pero tal vez tienen miles de casos que se pueden aprovechar.

Definir el **método de análisis** y cómo vamos a procesar, ahora han aparecido formas alternativas que no hay que dejar de explorar como los softwares libres, como el **Er** para uso estadístico, que uno puede bajar de Internet y disponer de él, y no tiene que pagarle una licencia a nadie y puede hacer estudios cuantitativos también con este tipo de herramientas. Avanzar

sobre la prueba de hipótesis y establecer **conclusiones** que traten de contestar esas preguntas de investigación que nosotros nos hemos planteado. Ahí hay un punto; yo diría que una investigación se puede cerrar planteando sus conclusiones, respondiendo sus preguntas, fundamentándolas desde el marco teórico a partir de la investigación y con datos concretos, establecer qué alcances tienen esas conclusiones y, en todo caso, plantear nuevas preguntas para futuros trabajos. A los ingenieros me parece que, en general, nos ha costado mucho esto. Yo recuerdo cuando entré a industria y empecé a trabajar en esto, hace unos 10 años, yo venía con mucha experiencia del campo de las empresas, de la consultoría y tanto yo en ese momento, confieso que ahora cambié ese pensamiento, como todos mis colegas decíamos: si no se puede aplicar, no tiene sentido, para qué sirve, y esto quién lo va a usar, y hacíamos chistes con los economistas y decíamos para qué sirve lo que ustedes trabajan, quién explica esto, esto a quién le importa. A mí se me dio vuelta un poquito la cabeza, tal vez soy un ingeniero deformado en este aspecto.

Yo creo que una investigación puede generar teoría que no necesariamente vamos a usar nosotros ya, sino que va a usar alguien después, pero por supuesto esto no impide que la investigación avance sobre un modelo que tenga una aplicación más o menos inmediata, pero están las dos alternativas, por eso no me quedaría con básica o aplicada, son dos posibilidades.

Desafíos

Formar equipos. En el 2001 nosotros empezamos a trabajar en ingeniería y no había experiencia; por supuesto, los economistas, los investigadores tenían más experiencia y decíamos que estábamos en equipo, pero trabajamos prácticamente de manera individual, no se puede trabajar así, hay que armar equipos.

Hay que **desarrollar programas**, si se puede, después de armar equipos. Ustedes fíjense y esto lo uso solo como ejemplo: si ustedes piensan en algunos de los proyectos que se presentaron ayer, el de “Reflexión y aprendizaje como base de la pro-actividad” (presentó Cabria), el de “Especificidades de procesos estratégicos de pymes argentinas”, el de “Técnicas y herramientas de calidad: un estudio en su utilización en la región de Buenos Aires Norte, Santa Fe Sur” y el de “Aspectos claves de los programas de investigación de orientación de mejora continua para las de las empresas argentinas”; si los miramos, los tiro como ejemplos, podrían formar parte de un programa porque tienen un mismo objeto detrás: la gestión del cambio, la mejora, el pensamiento empresario; no estoy proponiendo nada, lo digo como ejemplo, podría ser parte de un programa de investigación y esto da mucha potencia al trabajo de investigación.

Formar recursos humanos. Es otro desafío porque, como acá bien se dijo, nosotros tenemos un compromiso con los que vienen atrás y esto de que cuando yo le doy un trabajito al mecánico y no sabe ni qué está haciendo, evidentemente tenemos la obligación y, por suerte, para categorizarnos nos exigen eso, así que está muy bien.

Establecer redes con otras instituciones, que creo que esto es una iniciativa bárbara en ese aspecto y también **buscar financiamientos**, porque hay muchos programas que financian, pero eso es un desafío porque tenemos que proponer cosas interesantes, tenemos que tener equipos que tengan cierto prestigio, pero hay dinero para eso, lo que pasa es no hay quedarse cómodos detrás del escritorio, hay que salir a buscarlo.

Publicar trabajos en revistas con referato, acá vamos avanzando a los niveles de complejidad, es lo que tenemos que hacer y eventualmente desarrollar modelos y aplicarlos, que esto puede ser o puede no ser es muy afín al pensamiento tradicional del ingeniero.

Y termino con esto, la Universidad Nacional de General Sarmiento tiene un foco fuerte en la investigación y hay grupos, no el de ingeniería, que como yo les decía tenemos unos 10 años en esto, que tienen mucha más experiencia, trabajan con focos absolutos en la investigación, por ejemplo, los grupos de economía, pero estamos intentando hacer ese camino. Veníamos con experiencia de consultoría, formamos equipos ahora; yo diría que tenemos equipo, trabajamos en mejorar la metodología, fuimos avanzando en publicaciones, al comienzo no tan exigentes, algunos libritos, algunas revistas con un nivel de complejidad medio.

Ahora estamos en tratar de armar programas y en buscar esas publicaciones de mayor nivel que, por supuesto, hay que tener paciencia y constancia porque a veces uno manda un *paper*, está la traducción, vuelve, va, viene y se te fue un año para que, a lo mejor, los tipos te publiquen eso, pero ese es el objetivo que estamos persiguiendo.

En el caso particular nuestro, y con esto cierro, estamos ahora presentando, en un Congreso Internacional de Economistas que se llama Globelics, un trabajo de innovación que nos obligó a la traducción al inglés y a un refinamiento bastante fuerte respecto de lo que veníamos haciendo y estamos apuntando a mandar ese mismo trabajo a *Tecnovision*, que es una revista para nosotros muy importante con referato y veremos el ida y vuelta y la suerte que tenemos en este terreno.

* Debate

Leonardo Gómez

(UTN-FRSN)

➤ Nosotros tenemos un problema a corto plazo: tenemos que armar un grupo de investigación de docentes categorizados preparados para investigar, entonces, yo creo que esa es una de las problemáticas que tenemos... Yo creo que esa es una de las problemáticas que tenemos para resolver a corto plazo, ni siquiera a mediano plazo. Esta es un poco la intención de estos reencuentros, tratar de ver cómo podemos resolver eso. Y segundo, es cierto lo que dice Formento: ayer nosotros, cuando mirábamos esta pequeña muestra, nos dábamos cuenta e incluso hemos charlado con la gente que tiene proyectos similares con características comunes. Pero también necesitamos dejar en claro cuáles serían esas áreas. Yo veía en la exposición de Edwin que hay un aporte del gobierno que dice en qué áreas hay que investigar, me refiero con respecto a la ingeniería industrial, es decir, en qué área nos podemos introducir con el cuerpo de docentes que tenemos, porque por ahí el área puede ser que sea interesante, pero cuando salimos a buscar los recursos, pasa lo que nos pasa a todos, es decir, desconocemos. Lo de Edwin me parece fantástico, entrar a una base de datos y decir: “Bueno, a ver, en este tema, ¿quiénes son los que están trabajando?”. Y que nos aparezca esto es lo que nosotros con Franco, Diego y Carlos pretendemos de este encuentro. Entrar a una base y decir: “Bueno, como quiero comenzar a ver este tema, ¿quiénes pueden ser los referentes?”. Y por eso la idea del panel; consultarnos todos y decir: “¿Hay alguna posibilidad de definir en principio cuatro o cinco áreas que pueden ser básicas y teniendo en cuenta sobre todo los recursos que tenemos disponibles como para comenzar?”. Y que no nos pase lo que nos pase, es decir, todos empezamos e investigamos en lo que podemos, lo que tenemos al alcance. En realidad, eso no es lo que pretendemos, lo que pretendemos es dar un salto más.

Lucas Giménez

(UTN-FRA)

➤ Sí, estoy completamente de acuerdo. El tema es el siguiente: las líneas de investigación, de acuerdo con la acreditación (de la CONEAU), deben ser definidas por cada uno de los directores de departamento, o sea que cada uno de los directores de departamento debe definir las líneas sobre las cuales va a hacer su investigación. Entonces, yo en el caso del departamento industrial, cuando me siento, el director me dice: “¿Y qué pongo, Lucas?”. Y le digo: “Yo soy el secretario de Ciencia y Tecnología, usted es el director del departamento. Piense dónde usted es

fuerte, dónde tiene docentes investigadores que puedan ser fuertes o busque un área en la que tratemos de buscar una persona que viene de afuera”. Hago esta introducción porque, en realidad, cada uno de los directores de departamento en todas nuestras facultades regionales va a definir sus propias líneas de investigación. ¿Está bien, está mal? No sé, tiene su lado bueno y su lado malo. El lado bueno es que va a haber una gran diversidad porque cada uno seguramente va a elegir áreas distintas. El lado malo es que quizás no vamos a ser muy específicos en determinadas cuestiones. ¿Podrían reunirse todos los directores, por ejemplo, de ingeniería industrial, cuando tocan temas de la currícula, definir líneas de investigación? Claro, tienen toda la libertad para hacer eso y para ir marcando de alguna manera ese norte a seguir. Eso es un tema que tiene que surgir de los mismos directores de departamento, en este caso de ingeniería industrial. Lo que pasa con industrial, como pasa con calidad, es bastante transversal a todo; como en industrial se ve un poco de todo, nosotros tenemos proyectos de investigación que van desde metales pesados hasta estudios de agua del Riachuelo, o sea, es muy amplio. Vos decías en un momento el tema del financiamiento; yo te puedo asegurar que lo menos problemático es el dinero. Cuando los proyectos son buenos, la plata se consigue y hay formas de conseguirla. El tema es lograr buenos proyectos. Voy a contar una experiencia que nosotros tuvimos. En un momento, una persona viene y dice que un investigador, que en realidad estaba categorizado pero no estaba ejerciendo como investigador, son esas cosas raras que yo digo que tenemos dentro de la universidad. Entonces, está bien, “Yo voy a investigar, pero necesito un microscopio atómico que sale 50.000 dólares”. “¿Para qué? No, con eso podemos hacer un montón de cosas. ¿Qué vas a hacer con ese microscopio?”. “No hay ninguno en la zona”. “Está bien, fenómeno, no hay en la zona”. “No, no hay en Buenos Aires. Si lo compran, ¿qué vas a investigar con eso?”. “Después vemos”. “No, es al revés. Primero presentame el proyecto y después, si necesitamos conseguir los 50.000 dólares para comprar el equipo, seguramente lo compramos”. No es que la plata nos sobra, pero hay muchas líneas de financiamiento y muchos programas que quedan sin ejecutar porque no se presentan proyectos. Lo que sí es otro problema que tenemos es que por ahí tenemos proyectos y no tenemos quiénes lo dirijan. Hay buenos docentes, tienen buenas ideas para armar buenos proyectos, pero no tenemos quiénes los puedan llegar a dirigir. Y esos buenos docentes, que hasta pueden armar un proyecto y están muy enganchados, cuando les decís: “Bueno, vos no podés ser el director porque no tenés la categoría, el director del proyecto va a ser Formento”, “No, el proyecto es mío”, “Pero tengo que poner otro director”, “No, el proyecto se me ocurrió a mí”. Eso es egoísmo y te puedo asegurar que todos acá han vivido situaciones de estas. Con todas esas barreras tenemos que luchar.

Ing. Eber González
(Moderador - CAI)

➤ Lo escuché al ingeniero y disiento en este aspecto. Yo creo que no es un problema de celdas, falta de liderazgo, es falta de gerentes, faltan tipos que digan: “Vos te vas a encargar de esto, tenés 2.000 pesos por mes para publicaciones y tus movimientos; dame un programa, actividades de acá hasta que termines”. Y el gerente controla periódicamente cómo va la investigación. Y si no, chau, afuera, este tipo no sirve. Será un poco drástico, pero yo creo que la falta de liderazgo que impera en nuestras organizaciones hace que eso sea una verdad.

Edwin Cardoza

(U. de Maringá - Brasil)

➤ Bueno, respecto a lo que se comentó, yo pienso lo siguiente: lo que la ingeniería industrial va a investigar creo que somos nosotros los que decimos: “Yo voy a investigar calidad... Ahora, ¿dónde voy a investigar calidad, dónde voy a investigar investigación operativa? ¿Con los economistas? Que, en cierta forma, por lo menos creo que eso me da un panorama de lo que es importante y después yo voy por el proyecto y trabajo esos números, trabajo esa representación para que el proyecto sea interesante. Creo que es importante como investigador tener ese focus y creer que ese es el tema importante. Cuando yo empecé a estudiar calidad, era en el año 1999 o 2000, muchos me dijeron: “Corré de esa área, no es más importante; todas las empresas ya saben hacer calidad, todo el mundo ya sabe producir bien”. Once años después todavía no he encontrado muchas respuestas. Solo que esas respuestas nosotros las venimos buscando en sectores diferentes, estudiamos industria de muebles, industria de zapatos, industria automovilística, industria textil, industria de la madera y todavía encontramos espacios. Lo más importante, como investigador, creo que es hacer ese ejercicio: identificar cuál es el área que me interesa; no es fácil encontrarla, es una línea que vas a seguir cinco, diez o treinta años, te quedás investigando ahí.

Lucas Giménez

(UTN-FRA)

➤ Dentro del área, sentite con total libertad donde se sientan cómodos para presentar el proyecto, o sea, a mí me parece que quizás lo que Edwin está pidiendo hay que verlo al revés en este sentido, si te pusiesen áreas, te estarían enconcertando la libertad, es decir, suponete que te agarren y que mañana un inspirado ya sea de la UTN o del ministerio, te agarre y diga: “Los proyectos de industrial solamente van a ser de logística, tal y tal...” y vos quedás afuera. Entonces yo creo que el desafío de hoy es al revés. Decir: “¿Hay algún área o dos áreas dentro del programa?”. Si no hubiese dentro del programa de la UTN ningún área en la cual industrial

podiera sentirse cómodo, si hubiera algún problema, tendríamos que ir a patear la puerta y decir: “Bueno, ¿dónde meto esto de industrial?”. Es decir, tener un área tan amplia y otra, porque dentro de industrial, uno puede estar investigando sobre ambiental, sobre algún tema de química, de eléctrica, de sustentable, de cualquier cosa. No me preocuparía tanto, es decir, trataría más de sentirme cómodo en qué cosas yo me siento con conocimiento y con capacidad como para poder atacar, algo que sea innovador, una investigación que aporte a la sociedad. Presentamos un proyecto y decimos: “Voy a estudiar la redondez del botón”. “Sí, la verdad que nadie lo estudió, pero eso a quién le sirve, para qué lo vamos a hacer”. Me parece que ese es el pasito que hay que dar.

Héctor Gallegos

(UTN-FRSN)

➤ Una vuelta de tuerca a este tema: los que trabajamos en calidad siempre nos encontramos, en ciertos procesos que son transversales a la organización, con una problemática: ¿hacemos que la información fluya, siga el flujo del proceso y cada uno haga la parte que tiene que hacer y esperamos que eso llegue a un resultado final adecuado con las acciones correctivas, los planes de mejora ejecutados o, como dijo Eber, ponemos un tipo que esté ahí con el látigo ordenando y persiguiendo? El tema es tener la actividad descentralizada o centralizada, o sea, por una bajada vertical y un manual de la actividad o repartir por áreas de responsabilidad para ir fomentando la creatividad y que se vaya generando el conocimiento; los resultados, en el caso de las industrias. Por lo que vos decís, Lucas, el caso sería este último, sería el propósito que los mismos jefes de departamento definan las líneas de investigación, sus fortalezas, para generar los proyectos. Ahora, ¿no se puede buscar un punto intermedio, una integración? Como dijo Formento, varios de los proyectos que se presentaron ayer tenían sujetos pymes y enfocados desde el punto de vista que no se superponen, pero que quizás resultarían con mucho más potencia si se unifican, si se integran, dado que nosotros tenemos que pensar que en un momento en el que hay una bonanza económica durante unos años, el fomento o la mejora o la facilidad para motivar la generación de pymes debería ser una fortaleza, más allá del punto de vista educativo; también, económico y para el país. A lo mejor tenemos que buscar la manera de reunir a los directores de industrial para ponernos de acuerdo en cuáles serían las líneas de investigación, pero sería bueno que alguien tuviera que convocarla, que no sea una cosa autoconvocada, sino que alguien, de Rectorado o a través de Ciencia y Tecnología, por ejemplo, pueda dar una mano en eso para hacer una actividad concreta: “El día tal se va a hacer una reunión”. Ahora hay reuniones, por ejemplo, hay una reunión de directores de departamento, pero no siempre van todos, no hay tampoco una agenda demasiado rígida, pero a lo mejor no

tendría que faltar eso: integración, conocimiento mutuo, ordenamiento, bases y datos de los temas para no reiterarlos o para nutrirnos, para tener la sinergia.

Lucas Giménez

(UTN-FRA)

➤ Todo se puede, hay que hacerlo ordenadamente y medir las consecuencias; en este sentido, no todos los directores de industrial y de todas las especialidades están comprometidos. En Avellaneda tenemos seis carreras de ingeniería y tenemos directores que son investigadores que están recontra comprometidos, preocupados por la acreditación, y tenemos directores a los que les tengo que pedir por favor que entiendan la necesidad de que tengan investigación. Entonces, esa misma situación pasa, por ejemplo, en industrial y en todas las industriales que debe haber en la UTN distribuidas en el país. Yo puedo tomar la bandera, tratar de hablar tanto en una Secretaría Académica como con Ciencia y Tecnología para tratar de convocar a una reunión en este sentido, o que al menos cuando se reúnan toquen este tema. Pero lo importante es que entre esos directores de industrial (en las 12 regionales que tienen industrial), al menos haya cuatro directores que entiendan lo que nosotros estamos hablando acá, porque si no es un título en un temario, entonces es un trabajo fino en ese sentido. Yo, por ejemplo, cuento con el director de Avellaneda, que es una persona que siempre te explica, es investigador hace poquito, entiende, puede llegar a tratar el tema. Con respecto a conocer lo que hay, solo basta con entrar en la página de la UTN, clicar el módulo de Tecnología de las Organizaciones y saltan todos los proyectos que hay relacionados, es decir, están divididos en programas y cada uno de los distintos programas tiene un coordinador y ahí figuran al menos los títulos de los proyectos. O sea que hay información como para mirar. Lo que falta es juntarlos, nuclearlos y hacerlos. Justamente, para antes de fin de año, tengo pensado hacer una reunión de este programa con todos los directores de proyectos que están hoy en día presentados en el rectorado. Para que cuenten en no más de cinco minutos el proyecto que están llevando adelante para que sea una introducción y sacarse el nerviosismo de encima, pero después el objetivo es: “A ver, ¿qué podemos hacer ahora? Entre todos, ¿qué proyecto podemos tener en conjunto para nuclear una, dos, tres, cuatro regionales?, todas”. Proyectos integradores interregionales. Quizás sería bueno convocar a esa reunión a los directores del departamento industrial. Estoy tirando ideas en función de lo que me están diciendo porque es una reunión en la que se van tocar temas de investigación y como uno de los temas se puede plantear esto: que quizás entre todos los directores se pongan de acuerdo en cuáles van a ser para ellos **las líneas** prioritarias, y quizás de eso también podemos sacar una propuesta que le arrimemos a Walter Legnani de que quizás es necesario abrir otra línea, porque hoy en día son doce, en un momento eran once y se agregó

una más, y quizás el día de mañana tienen que ser trece... Pero esto se puede hacer, es cuestión de armarlo y proponernos.

Aníbal Cofone

(UBA)

➤ Yo soy Aníbal Cofone, soy técnico mecánico tengo un master en innovación y un doctorado en ingeniería en la Universidad de Bolonia, fui director de industrial del ITBA durante siete años, durante el lanzamiento de las etapas de acreditación y me tocó ser el inspirador y coordiné la mesa de directores de la Argentina diez veces por año porque el miedo que había era tal cuando vino el tema de la acreditación que llamábamos y nos reuníamos de a 20 a 30 porque realmente el miedo que había por este tema era muy grande. De hecho, cuando yo llegué al ITBA, mi definición de una carrera que tenía el prestigio, que era un excelente terciario en ingeniería industrial o, como dijo un día el rector de la Universidad de Bolonia, que es una universidad y no un centro de investigación, cosa a la que nosotros en la construcción de universidades a veces no le dábamos mucha bolilla. Yo encontré la definición de 1917, cuando en la UBA se crea el primer proyecto de ingeniería industrial, en el que dice que se crea la carrera de Ingeniera Industrial en la Universidad de Buenos Aires, inspirada en que se ha tenido en cuenta que hay que dar egresados al país con una amplia y fundamental preparación en matemática, física y química y un igualmente amplio conocimiento de la faz de la riqueza y producción de nuestro país y de las industrias que son de posible implantación, de la faz económica de su explotación y conducción comercial así como de los conocimientos de los derechos usual y la legislación. No encuentro cosas que podamos hacer hoy en ingeniería industrial que no estén en esta definición que tiene 93 años. Todos los cambios que ha habido, la evolución, lo que pasó con la ingeniería industrial de los noventa, esta ingeniería industrial tan superficializada, creo que han sido cambios consecuencia de la realidad. Personalmente, a pensar de que la universidad tiene siempre tres pilares: enseñanza, investigación y extensión –y cada uno lo entiende a su manera–, en un país donde hacen falta tres veces más ingenieros por cada uno que egresa, es innegable que lo que hacemos es producir ingenieros y, particularmente, creo que la UTN ha crecido muchísimo, pero en muchas facultades de ingeniería del 25 al 50% de los graduados de ingeniería son de ingeniería industrial, no sé en qué facultad de la Argentina no es ingeniería industrial la primera en graduación, pero ya es en muchas. Creo que la UTN lo es, el ITBA lo es, la UBA lo es... estamos produciendo ingenieros industriales para el desarrollo industrial del país y porque la demanda tracciona y cada alumno que se recibe cobra entre 4.500 y 6.000 pesos, con lo cual esa es nuestra realidad, si estuviéramos en el 2000 o 2001, esa definición me interesa marcarla porque, en ese contexto de definición y si miramos el contenido académico de nuestras carreras, nos damos cuenta de que la carrera de Ingeniería Industrial no

es interdisciplinaria solamente con las Ciencias Sociales, es interdisciplinaria con las ingenierías. Lo que nosotros normalmente planteamos en ingeniería industrial está absolutamente claro que es la frontera de las ingenierías con las sociales y creo que todos coincidimos, pero también es la frontera con las sociales de las demás ingenierías, con lo cual, por buena parte de lo que un ingeniero industrial puede aportar en todo lo que es materiales y procesos y desarrollos tecnológicos es el asistente imprescindible de los ingenieros que trabajan en aspectos mucho más tecnológicos. Toda la parte más obvia de organización, logística de operaciones, todas esas herramientas de modelización. Ingeniería Industrial tiene siete u ocho materias que no están en ninguna otra carrera de ingeniería ni en ninguna otra carrera de ninguna otra especialidad, con lo cual el foco está en la modelización de situaciones, en toda la multiplicación, según las universidades, en materias de estadística, operativa, simulación, dinámica de sistemas y otras herramientas matemáticas tan vigentes que son absolutamente propiedad de ingeniería industrial, sumado a aspectos como calidad, comercialización, ventas, recursos humanos. Pero hay dos ejes que me parece que son modernos y que es un área de vacancia en la que los ingenieros industriales están apareciendo, pero que no hay nadie que lo vea interdisciplinariamente. La primera es todo lo que es el concepto de innovación: producto, proceso y gestión; no solo gestión tecnológica, que es lo que nos atribuyen a los industriales, sino también estar empujando para que la empresa incorpore un nuevo proceso industrial, un nuevo material. Yo tengo un doctorando ahora entre la UBA y Bolonia, un chino ingeniero industrial que es del ITBA, que está haciendo procesos industriales para automatizar la producción de piezas en materiales compuestos sobre la base de fibra de carbono. El tipo no es un experto en materiales compuestos, eso sería un tema de químicos, pero el proceso industrial de todo lo que es materiales compuestos es lo que se imaginan: resina poliéster, fibra, a mano, pinceles, ¿cómo hago yo para hacer autopartes con ese proceso? Él está haciendo el doctorado en Bolonia, radicado en una empresa, la más grande del mundo en materiales compuestos, haciendo componentes para la próxima Ferrari que va a salir y que va a tener el techo de fibra de carbono. En Bolonia, y lo tiro como tema porque es algo que tenemos que definir respecto de esta definición de investigaciones de ciencias más básicas o no, no podés ser doctor en ingeniería si no tenés una pata en la industria. Yo en la UBA planteé que quisiera tener experiencia en la industria y me dijeron “eso no es un doctorado”, o sea 180 grados: en un lugar dicen que si no tenés la pata, eso no es un doctorado en ingeniería y en otro lugar, cuando lo planteás, te dicen “eso es una tesis profesional”. Entonces también creo que hay definiciones un ratito antes, pero claramente hay un tono regional. No creo que lo podamos plantear en cada distrito en el que estamos ubicados, pero hay un tema sectorial y regional que debería potenciar las carreras y, al potenciar las carreras, debería potenciar los problemas de transferencia e investigación. De hecho, de los créditos que pide la CONEAU, creo que el 54% de la exigencia en horas está regida por la acreditación. El otro 46% es de libre disponibilidad. Y no es lo

mismo la UTN Villa María, donde es todo lechero, que la UTN Pacheco, que acaba de lanzar una carrera de automotores, que la UTN que está en Río Gallegos... Hacemos investigación, porque tenemos poca historia, en lo que podemos, en lo que queremos. Creo que hay que empezar a anclar la investigación en la estrategia de la universidad y la región en la que estamos localizados. Y ahí sí se va a separar, como decía Lucas, y coincido totalmente, se van a empezar a dar especializaciones relacionadas con la necesidad local. Si yo enseño un tema, investigo un tema con el que puedo hacer transferencia en mi área de cobertura. Entonces me parece que es imprescindible el tema de la necesidad de las definiciones estratégicas, si no vamos a seguir siendo los ingenieros gestionales que, según dicen los italianos, sirven para manejar un Excel sofisticado y no podemos evaluar valores de conocimiento. No podemos perder de vista esto. La Argentina tiene hoy, como ninguna carrera de ingeniería y como casi ninguna profesión, un conglomerado de congresos de estudiantes, congresos de ingeniería industrial, seminarios, jornadas (los JOSEII, la SEMEII, la EPIO tiene sus temas de investigación operativa). No es que no hay actividades que le pasan cerca de esto y que sirven para integración; lo que pasa es que hay que buscar que cada uno ocupe su lugar, me parece que este foro ocupa un lugar que no se ha tomado del todo y que podría ser una propuesta. Hay un montón de actividades, no es que realmente no se están haciendo las cosas, me da la sensación de que lo que pasa es que trabajamos más desde la oferta que desde la demanda. Como decían por acá, había una materia Geografía Económica I y II, en segundo y tercer año del primer plan de estudio de ingeniería industrial, que es como decir: ¿Vos trabajás para un desarrollo coherente con tu localización? Lo que pasa es que hay que pensar más en la demanda que nos va a ayudar a ordenar nuestra oferta, por supuesto de acuerdo con capacidades propias, pero mirándolo de ese lado, porque cada vez que queremos meter a un alumno de ayudante de cátedra, Siderar y la empresa del barrio nos lo devuelven a las ocho de la noche cada día y no dicen: “no lo podemos tener ni de ayudante”. Entonces me parece que hay que adaptar cada terminal, cada carrera y eso va a ayudar a facilitar la organización.

Lucas Giménez

(UTN-FRA)

➤ El otro día me tocó participar en una reunión en la que se explicaba la necesidad de ingenieros. Hoy en día, la industria tiene una demanda de 12.000 ingenieros por año y entre todas las universidades del país estamos abasteciendo solamente 6.000 ingenieros, con lo cual estamos en la mitad. Pero, por otro lado, hay 36.000 estudiantes que están a menos de cuatro materias de recibirse y no lo hacen. Entonces, por un lado, la industria exige ingenieros, pero por otro lado, esos 36.000 estudiantes que están a solo cuatro materias de recibirse y no lo hacen ¿por qué no lo hacen? Porque la misma industria no los deja, porque tienen mano de obra más

barata y ya la tienen adentro, o sea, a ellos ya los tienen, necesitan otros más. Y aunque parece mentira, eso también es un problema para la investigación porque cuando nosotros formamos, se nos van y ahí está la cadena, la pesa que yo decía, de qué manera podemos armar un anclaje si es que tenemos un cuadro bueno y que tenga investigación. Yo no digo que no vaya a trabajar en la industria, pero que este ayudante que va a trabajar y que la industria nos lo devuelve en una caja de zapatos hecho bolsa, por lo menos que siga viniendo, que no lo perdamos del todo.

Nancy Quaranta

(UTN-FRSN)

➤ Yo quería contarles un poco sobre mi experiencia en la Tecnológica y en el programa de materiales que coordino en la Tecnológica y espero no olvidarme de ninguna de las cosas que fui anotando. Mi primera experiencia es que estuve trabajando 15 años en la Universidad Nacional no Tecnológica, y ahora hace 15 que trabajo en la Tecnológica, con lo cual estuve justo en ese cambio del no hacer casi nada de investigación de la Tecnológica a sentir la necesidad de tener que hacerlo. Un golpe duro: de pasar de la Nacional con tradición de investigación a una que tenía poca. Gracias a Dios, caí en San Nicolás, donde había gente que ya tenía tradición de investigación y que estaba muy relacionada con el rectorado. De hecho, el doctor Callegaris fue la base de mi grupo acá y él me relacionó directamente con los grupos de gestión en la secretaria de Ciencia y Tecnológica de la Tecnológica. Y se ha avanzado muchísimo trabajando con los distintos secretarios que han ido pasando; en este momento, con Walter Legnani. De hecho, ustedes podrán ver si se presentaron en las categorizaciones del CIN, hace 10 años atrás la palabra tecnología no existía en los formularios que había que llenar para categorizarse. Hoy en día, existe y es un esfuerzo muy grande de la Universidad Tecnológica, del ITBA, de aquellos institutos que tienen la palabra tecnología en su concepto y que no encontraban un lugar en el mundo, por decirlo de alguna manera. Investigación va a seguir siendo siempre el concepto de generar conocimientos, pero ¿se pueden generar conocimientos desde la tecnología? De hecho, es la investigación científica y la tecnológica como separación. Entonces, la Tecnológica, en particular, se ha dedicado mucho a tratar de darles un paraguas a todos los investigadores que han querido trabajar en los distintos temas. Esos paraguas son los programas de investigación en áreas temáticas que, en este momento, como dijo Lucas Giménez, son 12. Yo soy de una rama mucho más estructurada de las cosas que he estado escuchando de lo que investigan ustedes, pero me parece que la mayoría de esos temas están en el programa que vos coordina Lucas, pero algunos tiene también interrelación, por ejemplo, con el programa de procesos, con el programa de estructuras, con el programa de modelización y diseños matemáticos. Es decir, hay varios programas que podrían llegar a interrelacionarse. Pero acá también hay universidades que no son de la Tecnológica, entonces, yo no sé si esos cuatro

temas que nombraron que podrían llegar a unirse son todos de la Tecnológica o hay alguno que sea de otra universidad. No son todas, bueno. En la Tecnológica se tiene la posibilidad de hacer varios tipos de proyectos distintos. Están los proyectos individuales, que van a cada programa y son evaluados por cada programa, están los proyectos integradores, que son de una temática en particular (varios grupos de la Tecnológica trabajan en eso, que pueden estar dentro del mismo programa o pueden tener participantes de varios programas), pero también están los proyectos interinstitucionales en los que grupos de la Tecnológica, aunque más no sea uno, se relacionan con grupos de otras universidades. ¿Qué ventajas tienen estos proyectos que se pueden presentar? Que tienen subsidios aparte del proyecto. Por ejemplo, en este momento, presento un proyecto y este año me dieron 6.000 pesos como máximo para el proyecto, es decir, no hubo una evaluación de si necesitás más o menos porque el presupuesto era muy resumido. Entonces, ¿qué ventajas tienen estos otros proyectos? Que van por un camino lateral, que se evalúan de una manera específica porque la universidad tiene más interés en ese tipo de proyectos porque son los que mejores resultados tienen y porque, al unir varios grupos internos o con los de afuera, se puede conseguir el peso del investigador formado y activo que se necesita para poder pedir dinero a los agentes externos, como podría ser la Agencia, como podría ser el CONICET. Y esa es una traba grande de la Tecnológica. Es decir, primero no conseguir directores, porque los que estamos categorizados para hacerlo ya no damos abasto o tenemos un cupo para dirigir, y lo otro es cómo pedir dinero afuera porque hay proyectos que necesitan mucho más de 6.000 pesos por año. Entonces, es lo único que queda; para hacerlo se necesita al investigador formado y activo en ese tema particular, sea de la Universidad Tecnológica o sea de otra universidad. Y, además, el investigador que recién empieza lo que necesita es a alguien que sepa más que él para poder aprender, porque uno puede ir aprendiendo solo y haciendo las cosas, pero aprende a los golpes. Siempre es mucho más fácil tener a alguien que esté un poquito más formado y que simplemente tenga tiempo de tirar una idea, un concepto, un consejo de cómo seguir. Se necesita a la persona que ya está formada, aunque más no sea como esa figura, cuando uno llega a los proyectos de investigación, del consejero científico, aunque sea como esa figura; en el tema que uno investiga, busca a alguien a quien consultar, de cualquier universidad o de cualquier parte del mundo, no importa, conocerlo, contactarlo y decirle: “¿Puedo llamarte para tal cosa? ¿Me podés servir de asesor científico en este tema?”. Uno puede ser asesor científico de 800 proyectos, es decir, eso lo limita a uno en cuestión de tiempo y la dedicación que le puede dar. Como director de proyecto, uno no puede tener más de dos o tres como director de tesis. Es decir, estamos limitados en esas cuestiones. Pero siempre se puede, y la Tecnológica da mucha apertura a eso, investigadores que no son formados, sí activos, pero todavía no son considerados formados, pueden lograr lo mismo que los otros, conseguir proyectos financiados por la secretaría, con un asesor científico que los sepa guiar en el tema. Yo creo que, por lo que estuve escuchando en el día de ayer y hoy, la figura del proyecto interinstitucional es una de las

más adecuadas siempre puesta en un programa en el que la mayor parte de los integrantes de ese proyecto esté con la temática de ese programa. Y también puede ser como comunicación de programas. En mi programa particular, yo no he tenido la experiencia que Lucas comentaba de los celos de los investigadores. A mí me resultó bastante fácil lograr que se comuniquen entre ellos y armen proyectos de estas características. También puede depender del tema o el grado de conocimiento que uno tenga de ellos y quién va a querer hacerlo. Pero hay mucho interés en trabajar en ese tipo de grupos y fundamentalmente el que intenta trabajar es el que tiene que tener el interés, es decir, el director de la carrera dice estos temas. De hecho, cuando vino la acreditación, el director de la carrera salió a ver qué se estaba investigando para poner el tema, porque si ponía los temas que a él le parecía no encontraba a nadie. Es lo más lógico, “a ver qué tengo”. De hecho, son todos los proyectos de investigación con los que me dan van vía a la Secretaría de Ciencia y Tecnológica. Por supuesto que el director tiene que estar de acuerdo, pero en cuanto a la temática y el aporte para que lo haga de manera exitosa, la figura del secretario de Ciencia y Tecnológica o de algún viejo investigador que pueda dar una mano para armarlo. Pero siempre hay que buscar la experiencia del que ya armó proyectos, del que ya fue evaluado, de cómo presentar las cosas y es la única manera de aprender. No se termina nunca, es decir, por más que uno esté en la categoría de la carrera superior, siempre hay otro que sabe más que uno y a quien hay que recurrir. Así de simple. Así que yo creo que, en este caso, la manera sería bajo el ala de los programas. De hecho, los programas tienen posibilidades de hacer dentro de la Tecnológica reuniones de programas y también hay dinero para realizarlas; y a esas reuniones, vos podés invitar gente de otras universidades que esté trabajando en esas temáticas. Entonces, ese marco, para mí, le daría el cuadro ideal para que no solamente los que están acá, sino todos los otros proyectos que tenés en el programa, presenten sus resultados y la idea va a surgir de contactos, seguramente, independientemente de los temores y los recelos. Pero de ahí es de donde surge.

Eber González

(CAI)

➤ Yo creo que hemos estado en el segundo o tercer escalón hablando. Por ejemplo, ordenado como dijo el ingeniero Formento y como lo hizo nuestro amigo Giménez, se dieron pasos lógicos de cómo seguir los proyectos y yo no estoy de acuerdo. Yo creo que hay que pensar un poco más arriba, en la política de Estado, es decir, cuando el país no tiene una política de Estado hacia la investigación, es dependiente definitivamente. Hay un libro muy interesante que se llama *Basta de historia*, de Andrés Oppenheimer, que dice que Israel gasta el 7,1 del producto bruto interno en investigación que vende; Finlandia es un país que tiene 14 meses bajo el hielo, entonces, tiene todos los laboratorios y fábricas soterrados 20 metros bajo tierra,

trabajan todo el año. ¿Qué es lo que hace Finlandia? Vende investigación y desarrollo; y Corea del Sur, que hace 50 años atrás estaban peleándose en el paralelo 42 con China y con Corea del Norte, hoy gasta 5,3 del producto bruto interno para investigación y desarrollo. Primero, tiene que haber una política de Estado. Nosotros tenemos un ministerio.

Lucas Giménez

(UTN-FRA)

➤ Si a mí en el 2001 me decían que íbamos a estar hablando de esto, yo les decía que estábamos todos locos. Yo creo que lo que ha pasado, tenemos un Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva que no teníamos. Tenemos un montón de avances, y esto lo hago público: yo soy de Ciencia con Cristina y pueden entrar a una página (yo soy uno de los fundadores) en la que pueden ver todo lo que se ha hecho en ciencia y tecnología en los últimos años y les puedo asegurar que se van a sorprender. Decir que no tenemos política en este sentido, ahí sí que podemos debatir muchísimo; que podemos tener mucho más, estoy completamente de acuerdo y yo soy el primero en decir: “Debatamos mucho más. Vamos a ver cómo lo podemos mejorar”. Pero lo que se ha hecho en ciencia y tecnología, en investigación, en los últimos años no se hizo nunca este país.

Eber González

(CAI)

➤ Hace 5 años que estoy trabajando en la comisión de Enseñanza de la Ingeniería en el Centro Argentino de Ingenieros y manejamos mucha información, con la CONEAU en constante contacto, y tenemos todavía muchos decanos que no quieren saber nada con la investigación y eso muchos de ustedes lo saben. Eso es política dentro de una universidad y de ahí no sale. Pero cuando vienen los evaluadores, aparece que no se hace investigación y lo que se hace es muy limitado. No tenemos incorporado el concepto de investigación en nuestras universidades todavía.

Carlos Gómez

(UTN-FRSN)

➤ Primero, lo que quiero decir es que el objeto de esta reunión no es discutir las políticas de Estado. El segundo punto es que realmente siempre es echarle la culpa a las políticas de Estado, no ahora, sino que es una constante. El tema de que no hacemos investigación porque no hay políticas de Estado es una manera de tirar la pelota afuera sobre nuestra responsabilidad

y me parece que no es conveniente. Me parece que tenemos que discutir todo lo que podemos hacer, hacia dónde podemos ir, cómo vamos a seguir trabajando, qué va a aportar cada uno de los departamentos de ingeniería industrial, qué vamos a hacer los investigadores, pero abandonar la justificación de que no existen políticas de Estado y ver qué vamos a hacer nosotros. O sea, me parece que esta discusión libre y extensa acerca de las políticas de Estado de investigación no nos lleva, en última instancia, a aportar algún tipo de solución a los problemas que tenemos cotidianamente. Me parece que vamos a entrar en una de las largas divagaciones que venimos teniendo siempre y que no nos permiten hacer ancla en cuáles son los problemas reales que tenemos que trabajar. Me parece que ese es el tema que tenemos que tratar; qué vamos a hacer nosotros; si vamos a echarle la culpa a las políticas de Estado en la investigación, o vamos a empezar a hablar de lo bonito que lo hace Noruega o lo hace Corea, o vamos a meternos en el tema de nuestros problemas concretos de investigación. Lo digo para no entrar en un debate que va a generar uno más de esos conflictos que, por otra parte, son un poco artificiales.

Diego Sierra

(UNLZ)

➤ Mi nombre es Diego Sierra, soy de la Facultad de Ingeniería de Lomas de Zamora. Colaboro con la Secretaría de Investigaciones desde fines del año 2008 y desde hace poquito estoy como subsecretario de la Facultad de Ingeniería. Simplemente quería hacer un aporte: nosotros, al igual que conversamos todos acá, no tenemos una gran tradición en investigación, estamos en ingeniería. De hecho, la investigación nace a la luz de los procesos de acreditación de las carreras, en el caso nuestro, mecánica, en el 2003 y posteriormente en industrial en el 2006; y la universidad tampoco tiene tradición en el área de investigación salvo una de las facultades, la Facultad de Ciencias Agrarias, que es el germen de la universidad y es un desprendimiento de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad Nacional de La Plata, del Instituto Fitotécnico Santa Catalina, puntualmente. Es la única facultad que tenía antecedentes y que, de hecho, nos sirvió de modelo para poder empezar a establecer las primeras actividades, las primeras líneas y aprender después el tema de las gestiones de investigación y realmente estamos aprendiendo al día de hoy muchísimo y nos falta mucho todavía por aprender y mucho camino por recorrer. Simplemente, quería hacer un aporte en cuanto a dos cuestiones: una es la definición de las líneas de investigación. En el caso nuestro, puntualmente, atendimos mucho a la demanda regional. En esto nos ayudó mucho Agrarias porque ellos ya tenían una tradición en esto, trabajan en la agricultura periurbana. En el caso de Agrarias, es la única facultad de Ciencias Agrarias ubicada en el conurbano, con las características propias que tiene el conurbano, en el que hay una especie de transición entre el

campo y la ciudad, y es una agricultura de unas características particulares y sus líneas de investigación están en función de estas cuestiones. En el caso nuestro, para definir las básicamente, son cinco líneas; una tiene que ver con ingeniería de la calidad, otra que tiene que ver con la cuestión ambiental, nosotros estamos en el segundo cordón, estamos asentados en la última laguna que queda de la cuenca Matanza-Riachuelo, la última laguna medianamente natural todavía, sigue a 300 hectáreas, en Santa Catalina, la laguna de Rocha. Entonces, para nosotros también es una prioridad la cuestión de la ingeniería ambiental. Después, básicamente tenemos en el área de mecánica (mi facultad da dos carreras: mecánica e industrial). En el caso de mecánica, estamos trabajando en el área de soldadura, y en esta área, puntualmente, tenemos un proyecto institucional; la facultad en realidad tiene cinco proyectos interinstitucionales en este momento, pero en el área puntual de soldadura se ha conformado un grupo que ya tiene unos cuantos años en el que inclusive participa la UTN de San Nicolás, la profesora Mabel Ramini junto con el ingeniero Deveria, de la USAM, junto con la licenciada Suriande, de Lomas. Ellos han conformado un grupo que les ha permitido aprovechar la sinergia que se genera en las distintas universidades, que de otra forma para nosotros hubiese sido imposible realmente poder doctorar a los dos muchachos que ya se han doctorado en la Universidad de Buenos Aires y un tercero que se está formando. Entonces, para mí, es fundamental que en el caso de ingeniería industrial podamos llegar a encarar en algún momento proyectos de tipo interinstitucional para poder aprovechar las sinergias que se generan de este tipo de actividades. En el caso de industrial, estamos trabajando en un proyecto con la Universidad Nacional de La Matanza, por una cuestión de cercanía (estamos apenas a 20 kilómetros o incluso menos), en un proyecto que tiene que ver con calidad en el proceso de desarrollo de software. La Matanza tiene el 70% de sus alumnos en la carrera de software y en el caso nuestro, el 60% es de la carrera de Ingeniería Industrial, son las dos carreras más fuertes. Un proyecto muy incipiente, tal vez un tanto tangencial a la actividad específica de la ingeniería industrial, más allá de que nosotros hacemos nuestros aportes en cuestiones de modelos. Ahora estamos bastante familiarizados con la CMMI, con la 90003, que conocía, y actualmente con la CMMI, que era algo nuevo, lo mismo con el modelo Moprosoft. Es interesante, finalmente, tratar de generar, en el caso de ingeniería industrial, proyectos interinstitucionales. En nuestra universidad tenemos un inconveniente: solamente el 5% de los directores de proyectos puede ser externo y eso es un condicionante porque la única forma de generar masa crítica, cuando no tenemos gente con la categoría como para poder dirigir proyectos (tenemos doce docentes en condiciones de dirigir proyectos), nos condiciona para poder armar esta masa crítica que algún día nos permita contar con los recursos humanos propios para poder generar proyectos, pero, en principio, hoy los tenemos que conseguir de alguna manera del exterior; y es un limitante grande este 5% porque, además, Agraria, de ese 5%, se queda con unos cuantos porque tiene una masa de proyectos y de actividades de investigación muy grande, por eso a nosotros nos quedan pocos cupos. Pero,

en este sentido, avalo esta idea de tratar de vincularnos y establecer proyectos de tipo interinstitucional, no solamente porque la CONEAU los avala, le gustan y los considera muy bien en el momento de la acreditación, sino también porque nos permite suplir las falencias que cada institución tiene, porque es impensable que una institución por sí misma pueda abarcar la gran complejidad de temas y de cuestiones que se necesitan para los proyectos en cualquier ingeniería, no solamente en industrial, pero puntualmente en industrial, y a partir de la exitosa experiencia del grupo de ingeniería mecánica, del grupo multiinstitucional de soldadura, que ha sido, por lo menos a nuestro humilde entender, muy exitosa. En el caso de ambiental también hemos trabajado, fue más complejo porque cuando decidimos implementar la línea de ambiental, la verdad que lo único que había era un laboratorio de seguridad e higiene y no mucho más que eso. Y en este caso tuvimos que radicar un docente a través de PIDRI, radicamos un docente del área de Ecología y bueno, ahí fue un poco más difícil; hoy el grupo recién se está consolidando, está la Universidad Maimónides también y el Museo de Ciencias Naturales de la Universidad de Buenos Aires. Simplemente era avalar esta idea de desarrollo de grupos que, a su vez, tengan programas y que sean de tipo multiinstitucional porque abre fuentes de financiamiento, abre oportunidades, completa acciones. La verdad, creo que ese es el camino, por lo menos me parece a mí en el caso de industrial que ese debería ser el camino. Gracias.

Franco Chiodi

(UNGS)

➤ Creo que escuché varias cosas que hemos venido hablando con el Comité Organizador de este encuentro. Creo que hemos intentado darle un cierre a esta jornada. Creo que pasamos de una etapa de preocupaciones individuales a una ocupación del tema. Con todo lo que hemos charlado, este tema nos preocupa y vemos que tenemos debilidades y desafíos que afrontar y me parece auspicioso este segundo encuentro y esta encuesta tecnológica de continuidad y lógica de tener este espacio para debatir estos temas que nos preocupan. Agrego un desafío más: en el área de ingeniería industrial tenemos pocos profesionales doctorados, pocos investigadores docentes con nivel de doctorado. La Argentina tiene doctorados en ingeniería, en algunas disciplinas específicas, en algunos casos, doctorados en ingeniería con alguna mención, un caso totalmente diferente al que tiene Brasil; nuestros becarios de investigación son estudiantes y no son graduados o no son estudiantes de postgrado, pero con una salvedad con el sistema que aplica Brasil, ellos tienen una beca para hacer el doctorado o para hacer su maestría, con lo cual les permite hacer dedicación *full time* a eso. Si uno quiere hacer una maestría o un doctorado, lo hace sumándolo al conjunto de actividades que tiene que hacer. Uno da clases, investiga, tiene

su actividad de gestión y aparte está estudiando su maestría. Eso también es una complejidad, tener cuadros altamente calificados con nivel de maestría y con nivel de doctorado. Nosotros venimos de un instituto de industria en el que en las áreas de economía y de administración gran parte del *staff* es doctorado y de una ingeniería, tenemos 10 o 12 profesores *full time*, no tenemos ningún doctor y más o menos la mitad, o un poco más, tendrá el nivel de maestría. Eso es una dificultad, no tenemos nivel de calificación de nuestros investigadores para dirigir, para llevar a cabo esas investigaciones. Eso es un desafío en cual nos tenemos que sumar y decir: cómo levantamos o cómo mejoramos este nivel de calificación de nuestros investigadores docentes. Nancy es doctora, pero me imagino que no es doctora en ingeniería industrial, será doctora en otra disciplina. También esta transversalidad de la ingeniería industrial nos permite adoptar doctores de otras disciplinas para dirigir nuestros proyectos; muchas veces, estamos supliendo con gente con mucha experiencia en el campo profesional o en el campo de la investigación, pero sin esa formalidad de estudios de posgrado, ya sea maestrías o doctorados específicos. Creo que algunos de ustedes están participando o conocen la idea de la creación de un doctorado en ingeniería industrial. Ninguna universidad por sí sola tiene la capacidad, entonces, ese doctorado se tiene que hacer en una red y las gestiones en red pasan internamente en la UTN, pasan internamente en cualquier gestión de una red interinstitucional o interdepartamental de diferentes actores para ponerse de acuerdo para ejecutar una acción de estas características. Es un proceso que va a llevar su tiempo y yo creo que en algún momento se va a concretar esta propuesta y vamos a poder tener este doctorado y trabajar para la formación de doctores siempre en pos de las dificultades y los desafíos que tenemos para hacer crecer la ingeniería. Aprovechemos todos los espacios de difusión que tengamos, sea el COINI, sea la EPIO, sea este encuentro al cual le vamos a dar continuidad y, como decía al principio de esta charla: dejemos la preocupación que tenemos individualmente y sigamos con esta estrategia de ocuparnos efectivamente de mantener estos debates y seguir construyendo bases de datos, proyectos en los que estamos trabajando, intercambiar información. De a poco vamos a ir construyendo este espacio común de la ingeniería industrial; primero, para empezar a conocernos y, después, para empezar a compartir e integrarnos. Varios de los proyectos que se presentaron ayer eran interuniversidades. Eso es muy rico; muchas veces no tenemos los recursos propios, hay que interactuar. Así que me parece auspicioso habernos encontrado, haber pasado por la jornada con una variedad muy diversa de proyectos, temáticas, enfoques en nuestro campo, y haber tenido esta mesa de debate hoy.

Carlos Gómez
(UTN-FRSN)

➤ Básicamente, quería cerrar, agradecerles a todos que han estado aquí en nombre de la Facultad Regional San Nicolás de la UTN. Creo que empezamos un camino interesante. La discusión me parece que estuvo focalizada en los problemas reales que estamos teniendo y dirigida a las posibles soluciones, quizás incipientes, para arrancar. Se nota que tenemos muchos problemas, muchas cosas pendientes, pero creo que de alguna manera hay que empezar a moverse y a trabajar para encontrarnos en investigación en ingeniería industrial más seguido y estar en contacto permanentemente porque creo que esto ha generado una serie de inicios de contactos que tenemos que continuar, persistir, porque la persistencia es un poco la base de todo esto: no tener reuniones aisladas cada dos años y después nos volvemos a ver, a encontrarnos, sino ya la semana que viene seguir trabajando en actividades posibles, recoger el espíritu de lo que hemos planteado aquí en este encuentro. Por lo tanto, les agradezco mucho que hayan venido.

Participantes

Apellido y Nombre	Institución
Abrevaya, Claudio M.	Universidad Nacional de General Sarmiento (UNGS)
Abt, Evangelina	UTN-Facultad Regional San Nicolás (FRSN)
Altube, Lucas	Universidad Nacional de General Sarmiento (UNGS)
Álvarez Gelvez, Diego	Universidad Nacional de La Plata (UNLP)
Arcusin, Leticia Milena	Universidad Nacional del Litoral (UNL)
Blanc, Rafael	UTN-Facultad Regional Concepción del Uruguay (FRCU)
Braidot, Néstor	Universidad Nacional de General Sarmiento (UNGS)
Brex, Juan Ignacio	UTN-Facultad Regional San Nicolás (FRSN)
Cantero, Javier H.	Universidad Nacional de General Sarmiento (UNGS)
Carbia, María Esther	Universidad Nacional de la Patagonia S.J. Bosco (UNP)
Cardoza, Edwin	Universidade Estadual de Maringá (UEM)
Carrizo, Blanca	UTN-Facultad Regional Córdoba (FRC)
Cerrano, Marta Liliana	Universidad Nacional de Rosario (UNR)
Charrier, Paola	UTN-Facultad Regional Concepción del Uruguay (FRCU)
Chiodi, Franco	Universidad Nacional de General Sarmiento (UNGS)
Cofone, Aníbal	Universidad de Buenos Aires (UBA)
Corso, Cynthia	UTN-Facultad Regional Córdoba (FRC)
Craveri, Ana	UTN-Facultad Regional San Nicolás (FRSN)
Cusolito, Fernando	Universidad Nacional de General Sarmiento (UNGS)
Detarsio, Ricardo	Universidad Nacional de Rosario (UNR)
Díaz, Daiana	Universidad Nacional de General Sarmiento (UNGS)
Dorta, Renato Philippi	Universidade Estadual de Maringá (UEM)
Fardelli, Claudio	Universidad Nacional de General Sarmiento (UNGS)
Feraboli, Luis	Universidad Nacional de Rosario (UNR)
Formento, Héctor	Universidad Nacional de General Sarmiento (UNGS)
Fulgueira, Sandra	Universidad Nacional de Rosario (UNR)
Gallegos, Héctor	UTN-Facultad Regional San Nicolás (FRSN)
Gatti, Sebastián	Universidad Nacional de General Sarmiento (UNGS)
Gil, Marcelo R.	UTN-Facultad Regional La Plata (FRLP)
Giménez, Lucas	UTN-Facultad Regional Avellaneda (FRA)
Giovanzone, Pablo	UTN-Facultad Regional La Plata (FRLP)
Gómez, Ana Inés	UTN-Facultad Regional San Nicolás (FRSN)
Gómez, Carlos	UTN-Facultad Regional San Nicolás (FRSN)
Gómez, Daniela	Universidad Nacional de Rosario (UNR)
Gómez, Leonardo	UTN-Facultad Regional San Nicolás (FRSN)
González, Natalia	Universidad Nacional de General Sarmiento (UNGS)
González García, Heber	UTN-Facultad Regional San Nicolás (FRSN)
Hegglin, Daniel	UTN-Facultad Regional Concepción del Uruguay (FRCU)
Ishii, Fernanda Tammy	Universidade Estadual de Maringá (UEM)
Jaureguiberry, Mario E.	Universidad Nac. del Centro de la Prov. de Buenos Aires (UNICEN)
Lapasini Leal, Gislaine C.	Universidade Estadual de Maringá (UEM)

Lazzaroni Garat, Eugenia	Universidad Nacional del Litoral (UNL)
Lepratte, Leandro	UTN-Facultad Regional Concepción del Uruguay (FRCU)
Lobo, Adriano	Universidade Estadual de Maringá (UEM)
López Ivernm, Santiago	Universidad Nacional de Rosario (UNR)
Martínez Ferretti, Miguel	UTN-Facultad Regional San Nicolás (FRSN)
Meretta, Javier	UTN-Facultad Regional San Nicolás (FRSN)
Morales, Daniel Martín	Universidad Nacional Arturo Jauretche (UNAJ)
Natale, Lucía	Universidad Nacional de General Sarmiento (UNGS)
Navarro, Federico	Universidad Nacional de General Sarmiento (UNGS)
Neuman, Marcelo	Universidad Nacional de General Sarmiento (UNGS)
Noya, Graciela	Universidad Nacional de la Patagonia S.J. Bosco (UNP)
Odetti, Iván	Universidad Nacional del Litoral (UNL)
Ortega, Suray	Universidad Nacional de Rosario (UNR)
Paludi, Mariana I.	Universidad Nacional de General Sarmiento (UNGS)
Paravié, Diana I.	Universidad Nac. del Centro de la Prov. de Buenos Aires (UNICEN)
Pelozo, Gisela	UTN-Facultad Regional San Nicolás (FRSN)
Quaranta, Nancy	UTN-Facultad Regional San Nicolás (FRSN)
Quiroga, Oscar Daniel	Universidad Nacional del Litoral (UNL)
Roark, Geraldina	Universidad Nac. del Centro de la Prov. de Buenos Aires (UNICEN)
Rohvein, Claudia	Universidad Nac. del Centro de la Prov. de Buenos Aires (UNICEN)
Rojo, Horacio	Universidad de Buenos Aires (UBA)
Sanseverinatti, María E.	Universidad Nacional del Litoral (UNL)
Sarasin, Tomás	Universidad Nacional del Litoral (UNL)
Seijo, Gustavo L.	Universidad Nacional de General Sarmiento (UNGS)/CONICET
Sellers, Diego	UTN-Facultad Regional San Nicolás (FRSN)
Serra, Diego Gastón	Universidad Nacional de Lomas de Zamora (UNLZ)
Stagnaro, Daniela	Universidad Nacional de General Sarmiento (UNGS)
Staniscia, David Ángel	UTN-Facultad Regional San Nicolás (FRSN)
Szlechter, Diego	Universidad Nacional de General Sarmiento (UNGS)
Tureniec, Candela	UTN-Facultad Regional San Nicolás (FRSN)
Unsen, Miguel	UTN-Facultad Regional San Nicolás (FRSN)
Urrutia, Silvia B.	Universidad Nac. del Centro de la Prov. de Buenos Aires (UNICEN)
Varriano, Nicolás	UTN-Facultad Regional La Plata (FRLP)
Viera, Ana Daniela	Universidad de Buenos Aires (UBA)
Walas, Federico	Universidad Nacional Arturo Jauretche (UNAJ)