

---

# DIAGNOSTICO DE LA CAPACIDAD TECNOLOGICA DE LAS EMPRESAS

## DEL SECTOR QUIMICO INDUSTRIAL EN SANTAFÉ DE BOGOTÁ, Y DEMANDA DE SERVICIOS DE INVESTIGACION Y DESARROLLO TECNOLÓGICO (I&D)

José JAVIER Aguilar Zambrano<sup>1</sup>

Los procesos de internacionalización y apertura de las economías transformaron las condiciones de competencia, producción y gestión empresarial de la industria manufacturera, a tal punto, que el éxito o la sobrevivencia de ellas, está supeditado a una incorporación creciente del conocimiento<sup>2</sup>, esto es, del progreso técnico

La industria química nacional no escapa a las tendencias globales que plantea este nuevo paradigma. Estas tendencias le plantean al sector el reto

de mejorar su capacidad de resistir mejor la competencia externa; le obligan a replantear su estrategia industrial en ámbitos de reestructuración y modernización; y le exige la producción de nuevos bienes con mayor grado de complejidad tecnológica innovadores y competitivos.

El aumento o disminución de la producción y la posibilidad de orientar a la empresa química hacia un estadio de competitividad permanente, necesariamente debe ir acompañada de procesos que impliquen adopción, difusión,

---

<sup>1</sup> El autor agradece los comentarios del Ing. Carlos A. Garzón, docente del Departamento de Ingeniería Química de la Universidad Nacional.

<sup>2</sup> De esta forma, «el conocimiento expresado en educación ciencia y tecnología, ha pasado a ser la clave del desarrollo económico y social y el principal código organizador de la sociedad de fines del siglo XX» (Rosales, 1994). Citado en: MALAVER, Florentino y PERDOMO, Jesús. Efectos de los procesos de apertura e integración en la dinámica del sector textil. Documento para comentarios. Santafé de Bogotá D.C.: CES, Universidad Nacional de Colombia, Febrero de 1995.

generación y desarrollo de productos y procesos innovadores. Todas estas actividades de alguna manera implican investigación y desarrollo tecnológico. El crecimiento del sector químico<sup>3</sup> permite prever la posibilidad de realizar procesos de cambio técnico que impliquen innovación en los procesos y los productos industriales que realiza el sector.

El presente artículo muestra los resultados de un diagnóstico de la situación actual de la industria química colombiana, respecto a su capacidad para la realización de Investigación y Desarrollo tecnológico, y particularmente, precisar las necesidades de servicios industriales manifestados por los empresarios del sector, para consolidar la creación de un Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico para el sector.

La metodología aplicada para llevar a cabo este propósito fue la realización de una encuesta dirigida a los productores del sector, la cual permitió identificar la demanda de servicios de investigación y desarrollo tecnológico.

La encuesta se dividió en cuatro partes: Una primera parte orientada a definir una información general de infraestructura tecnológica entendida ésta como capacidad tecnológica encaminada a fortalecer procesos y programas de investigación. Una segunda parte dirigida a mostrar los programas de investigación y desarrollo que poseen las empresas con los respectivos recursos humanos, físicos y económicos, que para tal efecto poseen las empresas encuestadas en la actualidad. La terce-

ra parte, que intenta mostrar una caracterización de los productos y procesos innovadores que desarrollan las empresas; las principales fuentes de tecnología utilizadas por ellas y las principales fuentes de financiación para el desarrollo de las mismas. La cuarta y última parte, orientada a definir las características de la demanda de las empresas encuestadas en cuanto a Investigación y Desarrollo Tecnológico; esto es, demanda específica de servicios, los intereses motivacionales para la realización de programas de investigación, las estructuras organizacionales deseables y las barreras que ellas encuentran para el desarrollo de programas o proyectos de investigación.

## **1. INFRAESTRUCTURA PARA INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DEL SECTOR QUÍMICO**

Una primera consideración sobre la valoración y el manejo de la capacidad tecnológica en cuanto a infraestructura para Investigación y Desarrollo Tecnológico (I&D) en el sector, se realizó sobre la base de la importancia que tiene como capacidad para el desarrollo de procesos investigativos. Los centros de acopio de información; la actualización permanente de las mismas o circulación de conocimiento a través de cursos, conferencias, ferias etc, hace que exista una permanente interacción con la tecnología y el reconocimiento de la misma como factor de cambio técnico.

<sup>3</sup> Aguilar, José Javier. *Dinámica del Sector Químico (1974 - 1995): una aproximación*. Mimeo, 1996.

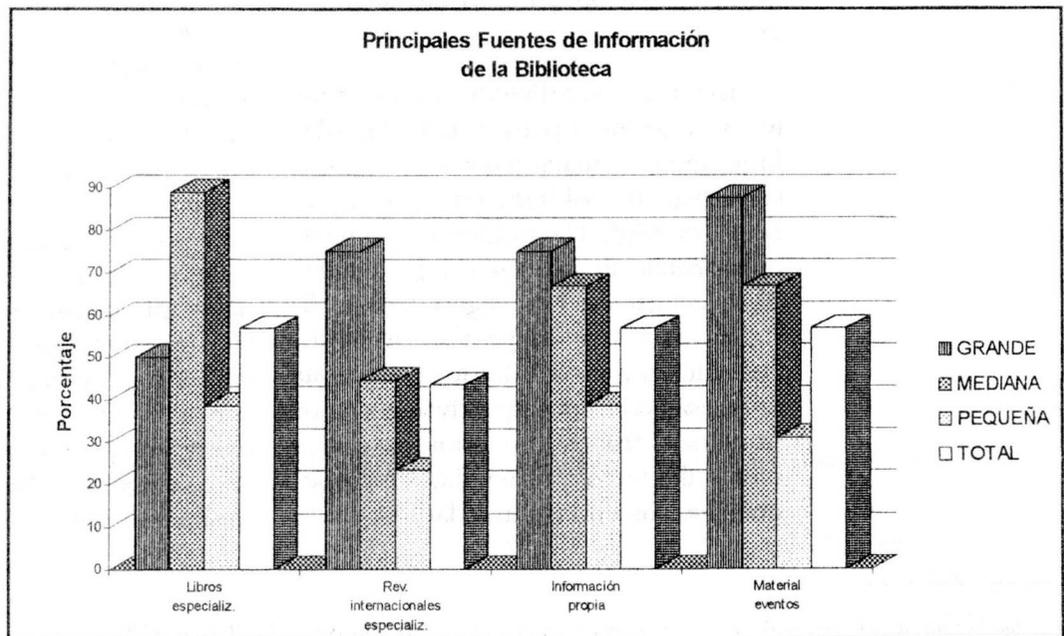
Este tipo de capacidad tecnológica para el desarrollo de I&D, corresponde a una primer acercamiento para dilucidar cómo las empresas del sector asimilan e incorporan la tecnología.

En la encuesta realizada a los empresarios del sector químico, se destaca que en un 73% del total de las empresas encuestadas existe una biblioteca o centro de acopio de información. Es de anotar que este comentario se ajusta más a las grandes empresas que a las pequeñas. La información a través de libros especializados; la información desarrollada por la experiencia empresarial, y la suministrada a través de terceros (cursos, conferencias, etc.), son las mayores fuentes que fortalecen las bibliotecas a que se hace referencia (gráfica 1). Las enciclopedias especializadas, como una fuente que abastece a los centros de acopio de información de las empresas, únicamente está orientada a la mediana y a la gran empresa. La pequeña empresa, no se provee de este tipo de información en sus bibliotecas. La utilización de patentes como fuente de información tecnológica apenas se reduce a un 7% del total de las empresas encuestadas (todas grandes empresas). La utilización de revistas especializadas representa el 43.3% de todas las empresas encuestadas poseen este tipo de información que abastece sus bibliotecas.

## 1.1 Capacidad en Laboratorios

Tal vez este aspecto es el que con mayor interés se aborda cuando de capacidad para Investigación y Desarrollo Tecnológico se refiere. Su especialización; su capacidad en recurso humano calificado para su manejo (normalmente desde nivel intermedio a nivel profesional), y sus amplias posibilidades para generar procesos de innovación en tecnología, son aspectos que deben analizarse aquí.

El 100% de las medianas empresas encuestadas, poseen laboratorios. Para la totalidad de empresas encuestadas, la capacidad de los laboratorios está orientada especialmente al control de calidad de materia prima y al control de calidad de productos finales; pero en el 88.9% de las medianas empresas que respondieron la encuesta, su utilización está orientada al control de calidad en pasos intermedios de proceso, lo que significaría una concepción superior de la calidad, esto no sucede en la gran empresa (75%).



---

Vale la pena resaltar la importancia que la mediana empresa da a la utilización de la capacidad del laboratorio en el desarrollo de nuevos productos (77.8 de las medianas empresas encuestadas), frente a la gran empresa (50% de las grandes empresas encuestadas).

## **1.2 Grado de avance tecnológico de las empresas encuestadas.**

El grado de avance tecnológico nos propone una relación directa con el liderazgo tecnológico. Los empresarios intentan mostrar su grado de acercamiento a la frontera del conocimiento en que se encuentra con respecto a su sector. Este aspecto de la encuesta está directamente relacionada con la capacidad de innovación de la empresa, así como, su posición frente a su rapidez de seguimiento a los últimos avances en la tecnología o a la rapidez de seguimiento al líder en su mismo sector.

Con relación a este aspecto, los empresarios son bastante optimistas. El 50% de las empresas encuestadas consideran que están en un nivel alto con respecto a las empresas de su mismo sector en Colombia. Igualmente el 50% del total de las empresas encuestadas consideran que están en un nivel medio con respecto a las empresas del mismo sector en los países desarrollados.

Realizando el respectivo análisis por tamaño de empresa, la gran empresa considera en su totalidad que su avance tecnológico es alto con relación a las empresas del mismo sector en Colombia y un 62% de ellas consideran que su nivel tecnológico es comparablemente alto con relación a las empresas de Latinoamérica.

A su vez, el 66.7% de la mediana empresa considera que está en un nivel alto con relación a las empresas de su mismo sector en Colombia, y el mismo porcentaje opina que está en un nivel medio con relación a las empresas de su mismo sector en Latinoamérica.

El 70% de la pequeña empresa a su vez considera que su grado de avance tecnológico es de nivel medio con relación a las empresas de su mismo sector en Colombia.

El análisis de los resultados de esta pregunta es particular, en el sentido de que los empresarios consideran que los niveles tecnológicos de sus empresas son comparables con las de su sector únicamente en Santafé de Bogotá; pero si el análisis se hace con relación al país, ellos podrían considerar que están muy por encima de ellas. Esto quiere decir que muchas empresas pueden estar en un nivel bajo de avance tecnológico frente a las empresas del mismo sector en Santafé de Bogotá; pero están en un nivel medio de avance frente a las empresas del mismo sector en todo el país. Así que su nivel comparativo es particularmente regional.

## **2. ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO**

A pesar de que la gran empresa realiza en gran proporción las tres actividades de investigación ( Investigación básica, investigación aplicada y desarrollo experimental), claramente -a tra-

---

vés de las respuestas a las preguntas abiertas y del análisis abajo descrito-, se puede observar que la gran empresa aunque realiza investigación básica, la realización de ella está a cargo, en un 90%, de sus filiales, las cuales están por fuera del país.

Es así como se aprecia una mayor actividad, en acciones relacionadas con la investigación y el desarrollo tecnológico, en la mediana empresa.

### **2.1 Recursos y personal para investigación**

El análisis del personal que la empresa utiliza para las distintas actividades de Investigación y Desarrollo, pretende identificar otros mecanismos de acumulación y difusión de tecnología.

Junto con los recursos en información (bibliotecas y centros de acopio de información), el recurso humano calificado en investigación corresponde a las bases tecnológica/cognitiva<sup>4</sup> que le permiten a la empresa estar en capacidad de utilizar información disponible externamente, así como la acumulación de conocimiento como canal eficaz de aprendizaje tecnológico.

La utilización de Laboratorios, Biblioteca y Personal Especializado, son los recursos que la totalidad de las empresas encuestadas utilizan para la generación de procesos de Investigación y Desarrollo Tecnológico. A su vez, el mayor porcentaje de las medianas empresas encuestadas tienden a utilizar el laboratorio de forma más amplia, como recurso para investigación.

### **2.2 Personal encargado de investigación**

Es en la mediana empresa donde más se utiliza personal para los procesos de investigación (11.4 personas en promedio por empresa) a diferencia de la gran empresa (11) y la pequeña empresa (5.1).

Con relación al número de personas que trabajan en las distintas áreas de investigación (Básica, Aplicada y Desarrollo Experimental), la mayor dedicación está orientada a la Investigación Aplicada y al Desarrollo Experimental.

Si se ven con detenimiento los valores absolutos, se puede mirar aún más claramente que la proporción de personal que la gran empresa dedica a Investigación es mínimo, considerando que el número de empleados que posee la gran empresa es mucho mayor que la pequeña y la mediana empresa. La razón de ser de esta afirmación, la encontramos en la relación descrita anteriormente entre la subsidiaria en Colombia y las filiales o casas matrices.

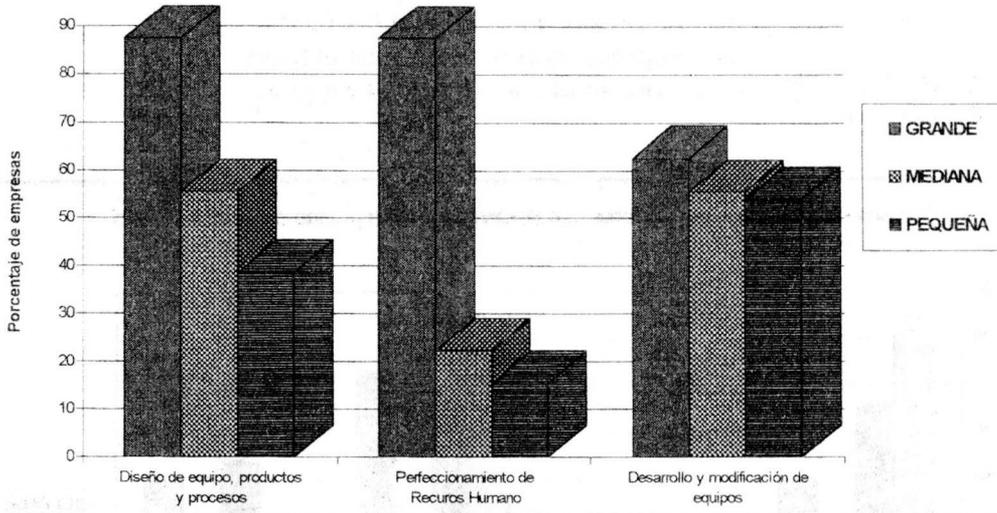
### **2.3 Contratación de servicios por terceros**

La tendencia para la mayor parte de las empresas encuestadas es que ellas mismas realizan actividades de Desarrollo de Nuevos Productos; Mejoramiento de Procesos, y Mejoramiento de Productos principalmente (gráfica 2). Estas tres actividades se presentan en un 90, 86.7 y 83.3% respectivamente de la totalidad de las empresas encuestadas. Las activi-

---

<sup>4</sup> Robledo Velásquez Jorge. Estrategia tecnológica empresarial. Nota de nota. (OECD, 1992) *Technology and economy. Paris. En V seminario de gestión tecnológica. ALTEC. Septiembre 1993.*

Principales actividades técnicas realizadas por las empresas encuestadas



dades de Desarrollo de Nuevos Productos son de mayor importancia para la gran y mediana empresa.

Particularmente para la pequeña empresa, la mayor actividad que realiza es el Mejoramiento de Procesos y el Mejoramiento de Productos, antes que el Desarrollo de Nuevos Productos, ya que en teoría, su ventaja comparativa se centra más en el sostenimiento de su producción en el mercado y el mejoramiento de precios a través de economías de escala. Las ventajas competitivas a través de diferenciación de productos (innovación), significaría para las empresas mayores inversiones en tiempo y recursos para la flexibilización de procesos y generación de programas de investigación y desarrollo tecnológico; actividades que exigen infraestructura en gestión; algo de lo cual adolecen las pequeñas empresas y de las que más adelante se hablará.

La actividad que es realizada en menor proporción y para todas las empresas encuestadas, es el desarrollo de

diagnósticos y perfiles tecnológicos. Esto se puede explicar sobre la poca credibilidad de los industriales en los programas de gestión de tecnología que están orientados hacia actividades encaminadas a fortalecer procesos de innovación y desarrollo tecnológico.

#### 2.4 Contratación de servicios por parte de la gran empresa

La Cualificación del Recurso Humano (70%), el Diseño, Desarrollo y Modificación de Equipos, Productos y Procesos, son en su orden las actividades que las grandes empresas encuestadas contratan con entidades nacionales.

El 25% de las grandes empresas encuestadas respondieron que las actividades de Diseño y Modificación de Equipos; Mejoramiento de Procesos, y Perfeccionamiento de Recursos Humanos, son las actividades con las cuales contrata con entidades extranjeras.

#### 2.5 Contratación de servicios por parte de la mediana y pequeña empresa

Para la mediana empresa, la Cualificación del Recurso Humano, el Diseño, Desarrollo y Modificación de

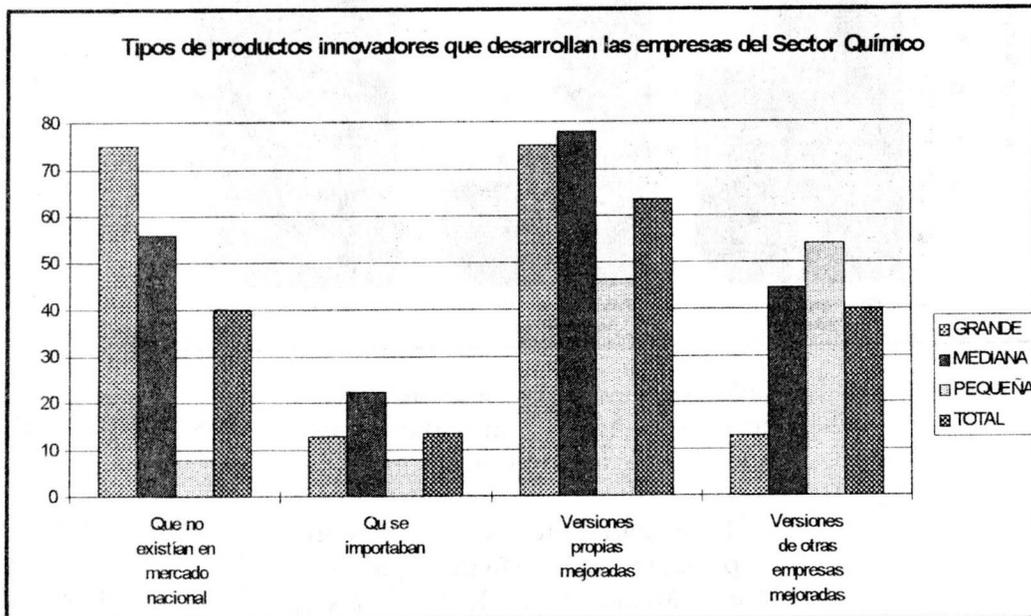
Equipos, Productos y Procesos, son en su orden las actividades que las medianas empresas encuestadas contratan con entidades nacionales.

La contratación de servicios de Perfeccionamiento de Recurso Humano por parte de la pequeña empresa es su mayor actividad de contratación con entidades nacionales.

La pequeña y mediana empresa no contrata servicios con entidades extranjeras. Esto se debe según la opinión de los encuestados al desconocimiento de empresas que ofrezcan este tipo de servicios y a los altos costos que suponen, conllevarían estas actividades.

En términos generales se puede afirmar que las fuentes de conocimiento externas a la empresa adquieren mayor importancia en la medida en que aumenta el tamaño de ésta.

años. En su gran mayoría fueron productos que son versiones mejoradas de los mismos ya fabricados por las mismas empresas. El 77.8% de las medianas empresas son quienes más utilizan esta modalidad e innovación (Ver gráfica 3).



Este aspecto está muy relacionado con la capacidad en laboratorios y el acopio de información, organizada y especializada, que tienen estas empresas. Con esto se resalta la importancia de la información como fuente de acumulación de conocimiento y como potencial para el desarrollo de productos y procesos.

### 3. INNOVACIÓN DE PRODUCTOS Y PROCESOS

El 93% de la totalidad de empresas encuestadas, lanzaron al mercado productos innovadores en los últimos 3

#### 3.1 Fuentes utilizadas para innovación de productos y procesos

La fuente más importante para innovación de productos y procesos es el Personal de la Empresa No Agrupados Formalmente en área funcional específica; la segunda fuente son los provee-

dores de materia prima. Para la gran empresa, la casa matriz es la fuente más importante para el desarrollo de nuevos productos.

### 3.2 Financiación de la Innovación

El 80% de la totalidad de empresas encuestadas financia productos y procesos innovadores a través de recursos propios; y un 26.7% de la totalidad de empresas encuestadas, reconocen también que lo hacen con créditos con bancos o instituciones financieras nacionales.

Discriminando el tamaño, la mediana y pequeña empresa utilizan recursos propios para productos y procesos de innovación.

Particularmente la mediana empresa recurre en segundo lugar a la alianza (asociación) con otras empresas. Pa-

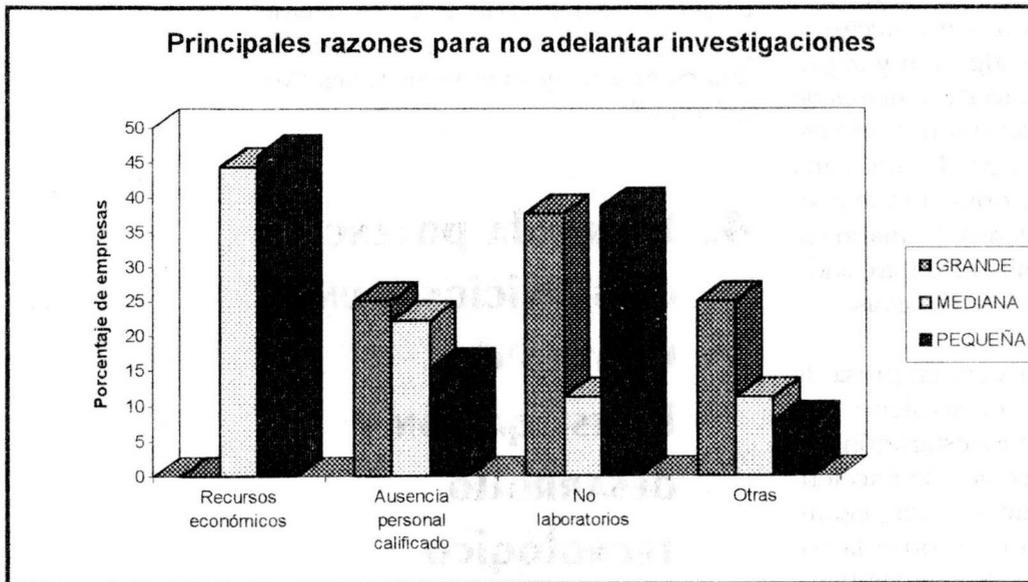
recería que la creación de redes de apoyo empresariales se está convirtiendo implícitamente en un mecanismo que les permite crear ventajas competitivas en el período post-apertura (1992-1995), que sustenta gran parte del análisis de crecimiento continuo de las exportaciones y mayores niveles de competencia<sup>5</sup>.

### 3.3 Limitantes al desarrollo tecnológico

El 60% del total de las empresas encuestadas consideran que sí existen proyectos de investigación al interior de las empresas que han querido realizar y que no han podido llevar a cabo. De estos, la más alta proporción corresponde a la pequeña y mediana empresa encuestadas, 70 y 56%, respectivamente.

Las tres principales razones por las cuales no pueden realizar estas investigaciones son: La escasez de recursos económicos, la poca capacidad en infraestructura tecnológica de laboratorios y la falta de recurso humano especializado (Ver gráfica 4).

Para la pequeña y mediana empresa son los recursos económicos y en segundo lugar los laboratorios. Esto nos lleva a pen-



<sup>5</sup> ACOPI. *Visión General de la importancia de la pequeña y mediana industria en el conjunto industrial colombiano.* Santafé de Bogotá, D.C.: Fonade, DNP, junio 1994 (mimeo).

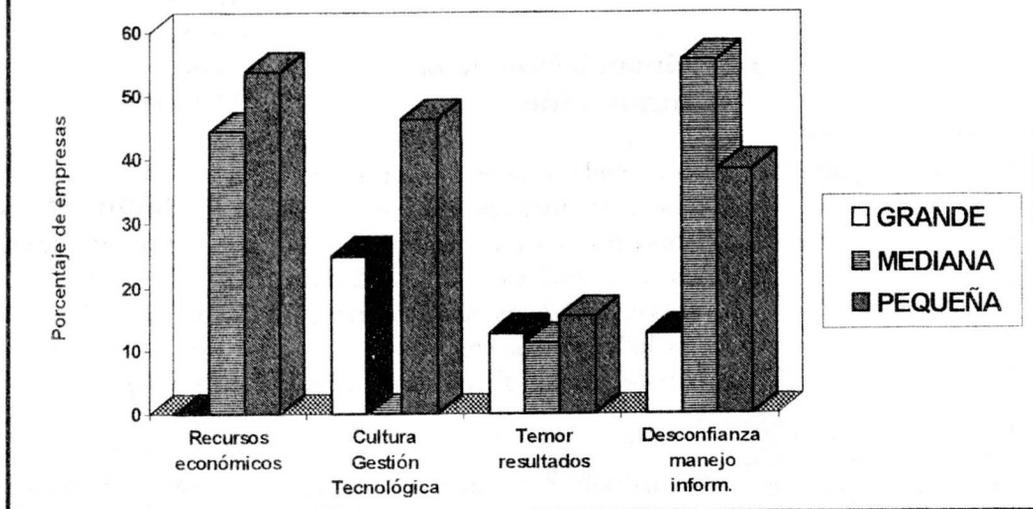
sar que a pesar de que la mediana empresa posee laboratorios, su capacidad tecnológica especializada es mínima.

Es particularmente importante que el temor al fracaso en la investigaciones es el aspecto menos importante para la totalidad de empresas encuestadas, en el desarrollo de investigación.

Los aspectos que motivarían a las pequeñas empresas encuestadas a iniciar procesos de investigación con Centros de Investigación, son: el Soporte Técnico de Excelencia, tener Acceso a Instalaciones de Investigación y el poder Resolver Problemas Particulares de las empresas u obtener información específica (Ver gráfica 5). La mediana empresa en cambio, orienta la importancia al acceso de recurso humano calificado y a la posibilidad de creación de tecnologías totalmente nuevas.

A su vez, para la gran empresa, la mayor motivación para establecer vínculos con centros de investigación, radica en el Soporte Técnico de Excelencia que estos puedan ofrecer; en un segundo orden, su motivación es la posibilidad de Resolver Problemas Particulares, y en el tercer aspecto, el Acceso a Instalaciones de Investigación.

**Mayores barreras para la asociación en procesos de Investigación**

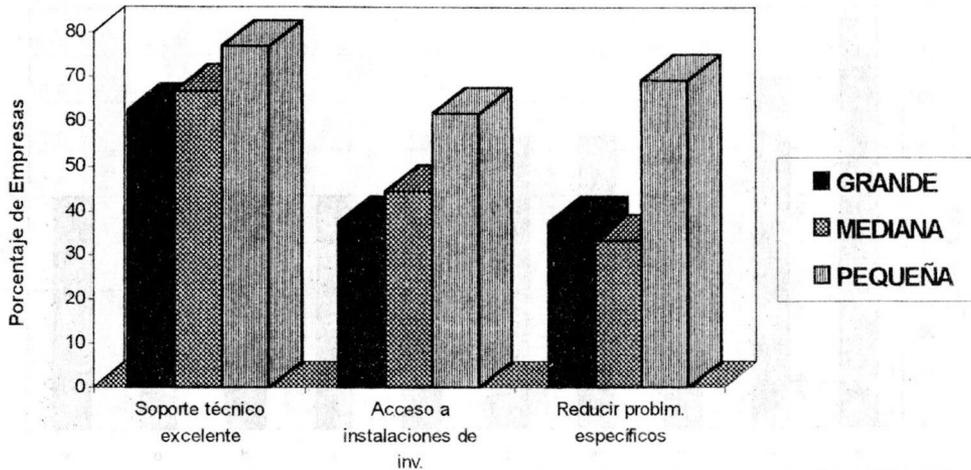


Con respecto a las barreras de asociación, las empresas encuestadas desconfían en los relacionado con la reserva de la información y la insuficiencia de recursos económicos. En la mediana empresa, esa desconfianza es mayor; pero igual destacan la insuficiencia de una cultura de gestión tecnológica (Ver gráfica 6).

## 4. DEMANDA POTENCIAL DE SERVICIOS A UN CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO

Para establecer una aproximación a la demanda potencial de servicios de un Centro de Investigación y Desarrollo

### Mayores motivaciones para establecer vínculos con centros de Investigación



llo Tecnológico como el que se evalúa en este trabajo, se indagó a las empresas encuestadas sobre la intención de solicitar servicios en varios aspectos en donde se discrimina la investigación, diseño y mejoramiento de productos y procesos productivos; programas de perfeccionamiento y capacitación; información; servicios de laboratorio y estudios en ingeniería.

Por la amplitud que ofrece cada una de las áreas, sólo se realizaron las preguntas en un ámbito general, que permita en el análisis abordar aspectos que este estudio permite.

Como resultado del análisis de esas cifras, se puede concluir que los servicios que a continuación se relacionan son los que mayor aceptación tendrían dentro del sector empresarial:

En general, el mejoramiento de la eficiencia de los procesos existentes; la investigación para sustitución de mate-

rias primas y el mejoramiento de los productos existentes, son los servicios que en el total de las respuestas, las empresas esperarían que un Centro de Investigación les prestara.

Si se discriminan estos temas por tamaño de las empresas, podemos encontrar aspectos muy importantes:

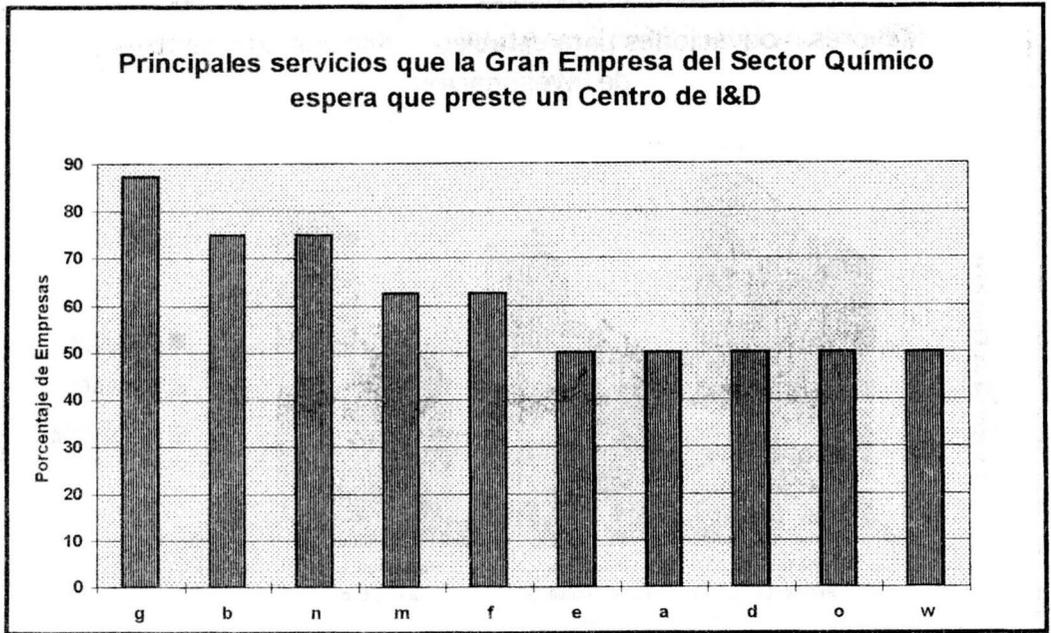
Para la gran empresa (Ver gráfica 7),

la investigación y estudios sobre tratamiento de desechos industriales sólidos líquidos o gaseosos; el mejoramiento de procesos existentes y los programas técnicos de manejo ambiental, son las áreas en las cuales requieren servicios de un centro de investigación y desarrollo tecnológico.

Para la mediana empresa (Ver gráfica 8), los servicios de laboratorio, el mejoramiento de procesos y la utilización de subproductos, junto con el perfeccionamiento del recurso humano son los más importantes.

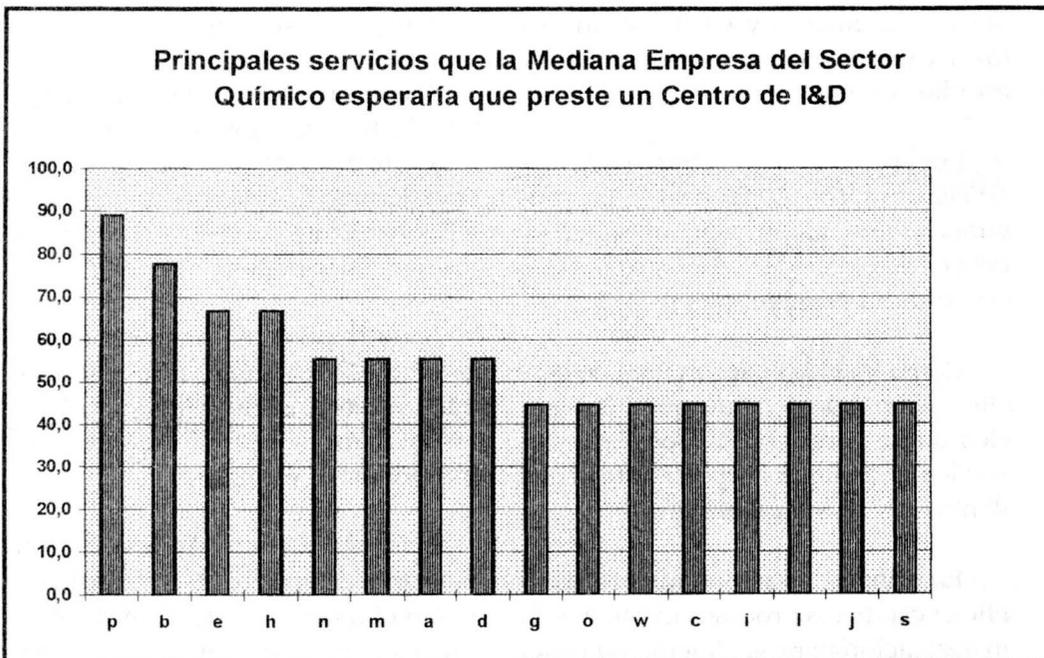
Para la pequeña: mejoramiento de productos existentes, la investigación para sustitución de materias primas y los servicios de laboratorio son los más importantes (Ver gráfica 9).

Para la pequeña empresa es importante enfrentar debilidades que poseen como el mejoramiento de nuevos productos y procesos. Esta motivación por

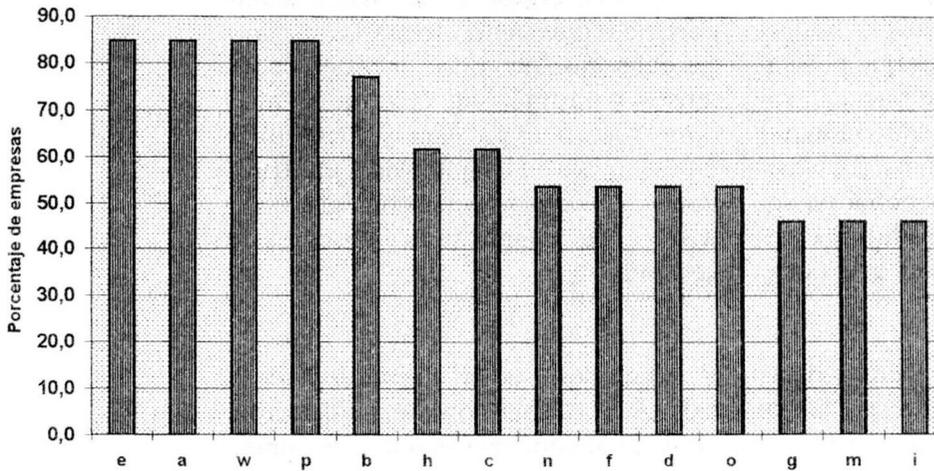


innovar parece abrirse paso dentro de un esquema nacional por el desarrollo de productos competitivos que los mercados internos y externos exigen. De igual manera, la cultura de la gestión

tecnológica, es una exigencia de la mediana empresa para con la pequeña empresa, sobre todo para abrir espacios de asociación en programas de investigación y transferencia tecnológica. Se



### Principales servicios que la Pequeña Empresa del Sector Químico esperaría que preste un Centro de I&D



destaca en este aspecto el desconocimiento de la gestión tecnológica por parte de la pequeña empresa.

#### 4.1 Importancia de Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico

Al 70% de las empresas encuestadas consideran importante la creación de un Centro de Investigación. Por su parte, la pequeña y mediana empresa son quienes más interés muestran en él (84.6 y 66.7% de las pequeñas y medianas empresas encuestadas, respectivamente). El 50% de las empresas grandes consideran que el nivel de importancia es medio, y el 6.7% lo consideran bajo.

La importancia de establecer nuevos mecanismos para la incorporación de cambio técnico en el sector sigue siendo prioridad. Productos y procesos innovadores, nuevas formas de or-

ganización, capacidad tecnológica y flexibilización de procesos, serán los productos por desarrollar hacia el futuro de la industria, de tal manera que sea posible aprovechar las inversiones que el sector realizó durante los primeros años de la apertura y cuyos resultados en términos de productividad aún no se han hecho realidad.

## 5. CONCLUSIONES

La importancia que la mediana y pequeña empresa le dan a la capacidad tecnológica en cuanto a la infraestructura y su capacidad para la generación de productos y procesos innovadores, hacen que una posible orientación de los servicios que preste un Centro de investigación estaría dirigido a este tipo de empresas.

En cuanto a la demanda de servicios, estos se deben orientar en un primer nivel hacia servicios de laboratorio,

---

el mejoramiento de la eficiencia de los procesos existentes, la investigación para la sustitución de materias primas y el mejoramiento de productos existentes.

Para la pequeña empresa es importante enfrentar debilidades que poseen como el mejoramiento de nuevos productos y procesos. Esta predilección por soporte para la innovación parece abrirse paso dentro de un esquema nacional por el desarrollo de productos competitivos que los mercados internos y externos exigen.

De igual manera, la cultura de la gestión tecnológica es una exigencia de la mediana empresa para con la pequeña empresa, sobre todo para abrir espacios de asociación en programas de investigación y transferencia tecnológica. Se destaca en este aspecto el desconocimiento de la función de gestión tecnológica por parte de la pequeña empresa.

En un segundo nivel se encuentran los servicios solicitados más por la gran empresa. La investigación y estudios sobre tratamiento de desechos industriales sólidos líquidos o gaseosos; el mejoramiento de procesos existentes y los programas técnicos de manejo ambien-

tal, son las áreas en las cuales requieren servicios de un centro de investigación y desarrollo tecnológico.

Se hace énfasis en la marcada importancia que tienen todas las empresas del sector, en construir procesos intensos y rápidos de cambio técnico orientados a consolidar y desarrollar innovaciones en tecnologías duras (productos y procesos) y en tecnologías blandas (formas organizativas y procesos de gestión).

La modernización empresarial reducida a la adquisición de maquinaria, equipo e ingeniería (tecnologías duras), no implica el logro de una modernización industrial; si no se acompaña de desarrollos organizativos, de gestión y cultura empresarial (tecnologías blandas). De hecho, la persistencia de viejas estructuras, prácticas y mentalidades, dificultan la asimilación del cambio técnico, el desarrollo de la capacidad tecnológica y la innovación al interior de las empresas. De aquí la importancia de que la Universidad desarrolle programas de apoyo técnico-científico y de gestión a las industrias del sector químico, que contribuya al permanente desarrollo innovador de las mismas.