

# Análisis prospectivo del sector industrial de plásticos en la ciudad de Bogotá D.C. bajo metodo Delphi•

Grupo de investigación: Centro de investigación y Desarrollo Empresarial

Línea de Investigación: Lean manufacturing

Andrés Giovanni Guarín Salinas•• Jenipher Catalina Califa Castro/ Laura Lucia Peralta Gutiérrez•••

Recibido: 19 de septiembre de 2012    Aceptado: Marzo 22 de 2.013

## RESUMEN

El artículo recoge los resultados del trabajo de investigación llevado a cabo para determinar los factores estratégicos que debe tener en cuenta el *clúster* de plásticos en la ciudad de Bogotá, para la construcción de escenarios futuros hacia el año 2019 y de esta forma orientar las decisiones empresariales hacia un mejor comportamiento de la productividad. El documento hace una introducción al proceso prospectivo, donde se identifica sus características y bondades para, posteriormente, elegir el método Delphi como la mejor técnica para lograr un consenso entre un selecto panel de expertos y conocer sus ideas frente a la problemática planteada. De esta manera, se configura un conjunto de variables claves, que mediante un análisis estructural, alcanzan un ordenamiento lógico, coherente y confiable, que sirve de insumo para plantear un conjunto de eventos relevantes, relacionados entre sí, para marcar una tendencia significativa que condicione el comportamiento futuro del sector industrial de estudio.

**Palabras Claves:** Delphi, Prospectiva, Plásticos, Clúster.

## ABSTRACT

The article presents the results of the research conducted to determine the strategic factors to keep in mind by the plastics cluster in the city of Bogotá, for the construction of future scenarios to the year 2019 and thus guide the business decisions towards better productivity performance. The paper gives an introduction to the prospective process, which identifies its characteristics and advantages, to then choose the Delphi method as the best technique to achieve consensus among a panel of experts and know their ideas in front of the issues raised. This will set up a set of key variables, which by a structural analysis reach a logical consistent and reliable ordering, which serves as an input for a set of relevant events, interrelated to mark a significant trend that conditions the future behavior of the study industrial sector.

**Key Words:** Delphi, Prospective, Plastics, Cluster.

• Artículo de investigación científica y tecnológica, resultado del proyecto Estudio Prospectivo Estratégico y Tecnológico del clúster de plásticos en Bogotá D.C., ejecutado por el Centro de Investigación y Desarrollo Empresarial -CINDE- Universidad de América 2012.

•• Ingeniero Industrial. Investigador Principal. Universidad de América. andres.guarin@profesores.uamerica.edu.co

••• Estudiantes Co-Investigadores. Ingeniería Industrial. Universidad de América.

## INTRODUCCIÓN

### Marco contextual de la prospectiva

La prospectiva se ha venido consolidando cada vez más como un elemento clave para intentar conocer en cierta forma el futuro; particularmente, aquellas situaciones que pueden llegar acaecer dentro de hechos específicos que contemplan un conjunto amplio de posibilidades y condicionan el comportamiento de las organizaciones y de las personas. La prospectiva, por lo tanto, es usada para ir más allá, para sencillamente no dejarse llevar por una apariencia fría que ofrece la realidad cotidiana y, por el contrario, arriesgarse a proyectar para un periodo de tiempo dado, posibles soluciones a problemáticas que se encuentra en curso y demandan un interés general.

En el diseño y construcción del futuro, prima una visión holística que hace énfasis tanto el modo en que las cosas interactúan como las cosas en si mismas, con el objeto de acercarse a la comprensión del todo. Hay que destacar la importancia del manejo de la información, atendiendo a criterios de relevancia y de alcance, que a los de profundidad. Igualmente, otro elemento fundamental del proceso prospectivo es la capacidad de dar origen a ideas nuevas que se traduzcan en tangibles valiosos al lograr una transformación en la manera de hacer las cosas, así la creatividad se convierte en un atributo inherente y debe estar presente durante todo el proceso.

Con estos elementos puestos en marcha, la prospectiva intenta alcanzar un consenso o al menos un compromiso, mediante la participación de diferentes actores sociales, asociados a una problemática específica, para promover el intercambio de ideas y crear, de este accionar, una oportunidad para solucionar conflictos y corregir interpretaciones erróneas entre las partes involucradas. De esta forma, el proceso prospectivo se vuelve cíclico y permanente, inicia con la discusión de los diferentes puntos de vista (divergencia), hasta optar por un determinado

escenario que demanda un análisis estratégico iterativo (convergencia).

## METODOLOGÍA

### Descripción

El proceso prospectivo se caracteriza porque tiene distintos métodos para ser aplicables en varias ramas de estudio, según sea su enfoque y su respectiva práctica. En este sentido, se identifican dos tipos de técnicas que encierran recursos metodológicos particulares, derivados de la incorporación de diferentes ámbitos; el inventario de técnicas, por lo tanto, se clasifica en dos categorías, a saber: en técnicas subjetivas y técnicas objetivas. En el primer conjunto de técnicas, las aproximaciones se hacen de forma cualitativa, donde los insumos son integrados a la investigación por medio de marcos de referencia sólidamente construidos con anticipación, para lograr una aproximación al conocimiento de una problemática particular, vinculando y analizando una serie de factores (o fuerzas), que están alrededor de una situación específica y que como resultado del análisis individual de estas fuerzas, se establezcan tendencias que marquen una ruta que se va a seguir; entre las prácticas más comunes, se tienen el análisis morfológico, el Delphi, el Ariole y el TKJ.

El segundo grupo de técnicas contempla un análisis cuantitativo de factores para establecer la probabilidad de ocurrencia de una serie de eventos, mediante el estudio de las interrelaciones existentes en una problemática específica o situación particular. El resultado final es una modelación a partir de la medición de los elementos de entrada (insumos), puestos a prueba bajo ciertas condiciones o restricciones que impactan en los elementos de salida (productos); entre las prácticas más comunes está la matriz de impactos cruzados y la relación insumo-producto.

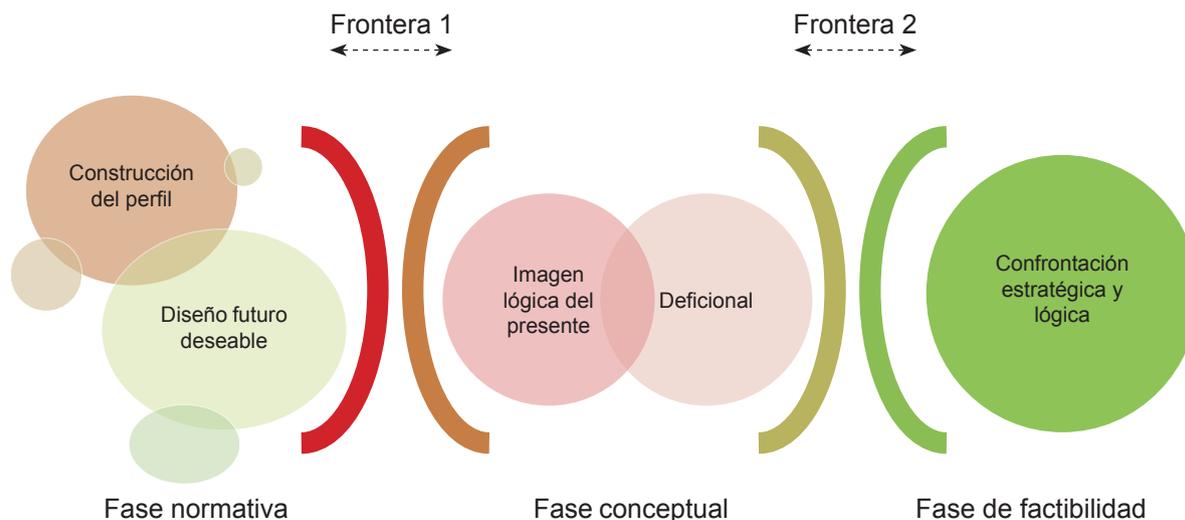
### Esquema del Proceso Prospectivo

Independiente de la técnica utilizada en el proceso prospectivo, éste por sí mismo contempla una serie de fases, las cuales están en una constante interacción (Figura 1), para posibilitar la materialización de un futuro acorde con las expectativas. La primera fase, llamada normativa, consolida, a su vez, dos momentos; el primero establece el diseño del futuro deseable respondiendo el interrogante de ¿cuál es el futuro que se quiere?, el segundo momento contrasta el diseño anterior mediante la construcción de un perfil lógico del futuro, al plan-

tear un estado situacional particular orientado a ¿qué pasaría si se continuase en la actual dirección?

La segunda fase, llamada conceptual, extra-pola la realidad hacia el futuro, mediante la construcción, en primera instancia, de una imagen lógica del presente, asociada a la percepción actual de la situación, donde se identifican de forma clara la incidencia de fuerzas y/o debilidades vigentes; al usar proyecciones de referencia que se consolidan en una segunda instancia en un modelo deficional de la realidad, que sirve de punto de partida para edificar el futuro.

Figura 1. Proceso prospectivo planteado para la investigación



Fuente: Autores

La tercera y última fase, llamada de factibilidad, plantea una confrontación estratégica, donde se contrastan los resultados de las fases anteriores, con esta se provoca una convergencia para definir el marco de referencia global al responder el interrogante de ¿cuál debe ser el perfil para que exista la convergencia entre el polo prospectivo y la situación?; esta fase tiene un carácter valorativo, ya que en ella se produce cierto tipo de evaluación, elemento primordial en la determinación de los escenarios futuribles y representa la determinación del trayecto entre el futuro y el presente. Esta fase implica la sín-

tesis de imágenes (deseable, lógica y real) con el objeto de proporcionar una guía de valores para la determinación de una estrategia que se va a seguir.

Pero quizás donde radica la mayor fuerza del proceso prospectivo, está en el intercambio de información que nace de la dinámica iterativa entre las fases, allí se han identificado claramente dos fronteras que obedecen a una estructura de planteamiento de proposiciones al interior de una naturaleza de inferencia lógica donde existe un intercambio muy dinámico de enunciados

que intentan definir el escenario futurible más probable, a partir del uso de un lenguaje lógicamente armonizado, basado en simbolismos. En la práctica, el lenguaje es más o menos vago, ya que lo que se afirma no alcanza a ser totalmente preciso y los símbolos utilizados para tal fin, se ven enfrascados en lograr propiciar las condiciones necesarias para dar el mejor sentido a sus múltiples combinaciones y que exista unicidad de significado.

### **Análisis de la técnica seleccionada**

Para efectos de esta investigación, se escogió el método Delphi como técnica prospectiva, porque representa una mayor versatilidad a la hora de proyectar el comportamiento del objeto de estudio, ya que se logra una estandarización de las ideas por medio de los planteamientos de un grupo de expertos que tienen conocimientos profundos acerca del sector industrial de plásticos en la ciudad de Bogotá y sus problemáticas. El desarrollo del método se llevó a cabo inicialmente mediante el diseño de dos cuestionarios sucesivos y su posterior aplicación de forma alternada y espaciada; con esto se buscó medir un nivel de consenso para, finalmente, después de una previa sistematización de los instrumentos, determinar y asociar características relevantes en la evolución futura del sector, permitiendo con esto valorar alternativas de decisión.

Delphi es la metodología que mejor se acopla para conocer el comportamiento que tendrá una situación determinada en un horizonte de tiempo específico; para llegar a esto hay que tener en cuenta varias características que influyen de manera directa en la realización del proceso; primero, el método es un proceso continuo, llevado a cabo desde el mismo instante de la primera opinión de los expertos, hasta lograr un nivel óptimo de estabilización, dando la alternativa para que se reconsideren posturas, gracias a los planteamientos propios o ajenos. Segundo, existe un alto nivel de anonimato, ya que ningún miembro del grupo debe conocer las respuestas de los otros expertos, hasta llegar al extremo en que ni siquiera se conoce quiénes son los

participantes; con esto se busca que opinen sin que sus ideas se inhiban. Tercero, es primordial que exista un *feedback* controlado antes de iniciar la siguiente interacción ya que es necesario facilitar y dar a conocer los razonamientos dados por los expertos, así como también la información adicional solicitada o aportada por el grupo investigador; y, por último, es necesario establecer una respuesta estadística confiable, con el fin de realizar un cálculo numérico, en el que la respuesta global del grupo está dada por la mediana individual; con esto se garantiza que las opiniones de los expertos sean consideradas en la posición final y al igual que cada uno de los aspectos planteados, minimice la conformidad.

### **Tratamiento del problema**

El objeto de la investigación, esta centrado en lograr establecer las causas que están confluyendo para que el *clúster* de plásticos en la ciudad de Bogotá D.C. y su área metropolitana, no disponga de una mayor injerencia en el país; sobre todo en el desarrollo de productos sofisticados, orientados hacia mercados emergentes como el agroindustrial o el cosmético, en términos de empaques, envases y embalajes. Igualmente se busca determinar cuáles son las causas que están llevando al *clúster* de plásticos a que no evidencie un mejor nivel de competitividad, visto desde la medición de su productividad, con el fin de responder a la hipótesis principal del estudio, la cual plantea que el *clúster* de plástico en la ciudad de Bogotá, para el año 2019, tendrá un comportamiento de clase mundial mediante un desarrollo tecnológico e industrial acorde con los estándares internacionales, con la puesta en ejecución de innovaciones tanto en procesos como en productos, al incorporar Tecnologías de Información y Comunicación (TIC).

De acuerdo con informes de la Asociación Colombiana de Industrias Plásticas (Acoplásticos), la cadena presenta desventajas competitivas frente a cadenas similares en otros países, debido, entre varios factores, a la falta de personal especializado con formación superior y capacidad para emprender desarrollos produc-

## LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: LEAN MANUFACTURING

tivos, al igual que por la fuerte dependencia externa de materias primas, insumos, bienes de capital y tecnología. Se considera que el sector del plástico, particularmente el de Bogotá, presenta deficiencias en infraestructura que ocasiona un bloqueo para que se dé una transferencia tecnológica acorde con las necesidades del mercado; lo anterior se corrobora al revisar la capacidad instalada de la industria del plástico, la cual se ha mantenido estable desde el año 2007.

### Selección y localización de expertos

De acuerdo con el método Delphi hay tres tipos de expertos, están los especialistas, los afectados y los facilitadores. Los especialistas son quienes aportan conocimientos, experiencias, objetividad y capacidad predictiva; los afectados son aquellos expertos que están implicados, de alguna manera, en el área objeto de estudio y los facilitadores quienes están en la capacidad para clasificar, sintetizar, organizar, estimular y

no deben pertenecer a las dos categorías anteriores. En la investigación se determinó que los expertos estarán conformados por los especialistas, quienes son los académicos y los afectados, quienes son los representantes de las empresas Mipymes pertenecientes al sector de plásticos.

La localización de los expertos potenciales, a participar en la investigación, se llevó a cabo mediante una exhaustiva exploración y búsqueda de los perfiles más acordes al objeto de la investigación; se sopesaron factores claves tales como conocimiento del área y sus problemas, disponibilidad e interés para participar en el estudio y su fácil ubicación en el momento de solicitarles su contribución. El grupo investigador determinó las estrategias necesarias para ubicar y tratar a las personas expertas con posibilidad de participar en el proceso, que tuvieran los requisitos anteriormente mencionados; la localización y caracterización, se muestra en la Tabla 1.

**Tabla 1. Caracterización y localización de expertos**

No.	Nombres y Apellidos	Profesión	Vinculación Laboral
		Académico (A) Empresario (E)	
1	Ricardo Forero	(A) Ing. Mecánico. Investigador de U. América/U. Santo Tomas	
2	Janeth Sanchez	(E) Gerente Comercial de la empresa COOPNALPLASTICOS LTDA	
3	Johnny Valencia	(E) Ingeniero de Producción en INMEVAL Ltda.	
4	Iván Martínez	(A) Ingeniero en Plásticos Servicio Nacional de Aprendizaje SENA	
5	Jorge Medina	(A) Investigador U. Andes/CIPP/Grupo Materiales y Manufactura	
6	Jaime A. Puentes	(A) Ing. Industrial Laboratorios Escuela Colombiana de Ingeniería	
7	Luz M. Guayazan	(E) Asistente Administrativo	
8	Antonio Castro	(E) Gerente General Intecmecol y Cia Ltda.	
9	Carolina Guido	(E) Analista de Empaques Prinsa S.A.	
10	Raúl Reyes	(E) Jefe de Producción	
11	Luis A. Ortiz	(A) Docente Escuela Colombiana de Carreras Industriales (ECCI)	
12	Jairo Perilla	(A) Dir. programa de Ingeniería Química Universidad Nacional	
13	Julieth Reyes	(E) Asesora Administrativa CM Superplásticos	
14	Andrea Jiménez	(E) Director Departamento Comercial Airvag Technology Ltda	
15	Sergio Plazas	(A) Ingeniero Escuela Colombiana de Carreras Industriales (ECCI)	

Una vez localizados y caracterizados los expertos potenciales, se aplicó un instrumento de medición del perfil de cada uno, se les asignó un puntaje en relación a cinco (5) categorías específicas (Tabla 2) que comprenden: (I) características personales; (II) las cualidades de su profesión u oficio; (III) los conocimientos de la ciudad en términos de productividad y competitividad; (IV) conocimiento del *clúster* de plásticos en Bogotá y (V) estudios e investigaciones en la ciudad de Bogotá. A su vez, el resultado de la ponderación se clasificó en tres niveles con sus respectivos rangos, así: Excelente de 40 a 50 pts; Bueno de 30 a 39 pts; Regulares de 0 a 29pts.

Una vez concluida la clasificación y evaluación de los perfiles de los expertos preliminares, se determinó el número de personas que serían consultadas en la investigación, de acuerdo

con los criterios metodológicos establecidos e incorporados por *THE RAND CORPORATION*, quien establece un rango mínimo de siete (7) y máximo de treinta (30) integrantes, con el fin de evitar un alto grado de diversificación en las respuestas. De tal forma que se construyó un escalafón de los mejores puntajes obtenidos por los expertos, ver Tabla 3.

Posteriormente, se explicó a cada uno de los expertos seleccionados, los objetivos y el alcance de la investigación; la importancia de su vinculación al estudio; el número de cuestionarios que se tenían que completar; el tiempo aproximado que se debía destinar a cada uno; la duración aproximada del proceso y el potencial uso de la información recibida, con el fin de conseguir la aceptación de su participación.

**Tabla 2: Medición del perfil de los expertos**

Categorías	Aspectos Considerados	Puntaje
I.	Características Personales	
	Personas residentes fuera de Bogotá	1
	Residencia por más de 10 años en Bogotá	2
	Persona líder en el sector de plásticos (Empresario)	4
	Persona reconocida por conocimiento en el clúster (Académico)	3
II.	Cualidades de la profesión y oficio	
	Docente enfocado en procesos de manufactura en plástico	3
	Empresarios Mipyme de plásticos en Bogotá	4
	Ejercer profesión docente y empresarial > a 2 años	2
	Profesión y oficio con una dedicación de medio tiempo	1
III.	Conocimiento de la productividad y competitividad de Bogotá	
	Conocimiento de factores que intervienen en productividad	3
	Conocimiento de sectores de mayor y menor productividad	3
	Conocimiento de los sectores más favorables para Bogotá	1
	Conocimientos bases del sector con capacidad de predicción	3
IV.	Conocimientos del clúster de plásticos en Bogotá	
	Conocimientos de la competitividad del sector plásticos Btá.	3
	Conocimientos de la productividad del sector plásticos Btá.	3
	Conocimientos de la infraestructura del sector plásticos Btá.	2
	Conocimientos de los niveles de calidad del sector plásticos Btá.	2
V.	Estudios e Investigaciones en la ciudad de Bogotá	
	Participación en investigaciones o trabajos de campo en Bogotá	1
	Participación en la elaboración de documentos sobre productividad en Btá.	3
	Participación en investigaciones enfocadas al sector plásticos en Btá.	4
	Participación en trabajos de investigación enfocadas al desarrollo productivo	2

**Tabla 3. Escalafón de expertos**

No.	Nombres	Puntaje Perfil	Clasificación	
			Excelente	Bueno
1	Jorge Medina Perilla	40	X	
2	Ricardo Forero Rubiano	35		X
3	Iván Martínez Mora	35		X
4	Johnny Valencia Avellaneda	37		X
5	Janeth Sánchez Castro	37		X
6	Antonio Castro Santamaría	36		X
7	Jairo Perilla Perilla	40	X	
8	Jaime Alejandro Puentes	36		X
9	Raúl Reyes	35		X
10	Sergio Plazas Jiménez	37		X

### Cuestionarios de recolección de información

Los cuestionarios utilizados para consultar la opinión de los expertos frente a la problemática establecida, constituyeron un instrumento necesario y bastante útil para la recolección de información, que se llevó a cabo en dos etapas o rondas. Inicialmente, se plantearon 21 preguntas de tipo abierto, bastante claras en su formulación y concisas en su relación con el tema indagado y, sobre todo, afines con la hipótesis central de la investigación, que buscaron tocar aspectos como la calidad de los productos; la infraestructura utilizada en los procesos de manufactura; el nivel de productividad y de innovación tecnológica en toda la cadena de operaciones.

El segundo cuestionario, aplicado en la ronda 2, planteó 11 preguntas de tipo cerrado, que condicionaron las respuestas a rangos específicos y alternativas limitadas, construidas a partir de las apreciaciones del primer cuestionario, que demandaron un compromiso más directo por parte de los expertos en los temas de la investigación, al no dejar margen para divagaciones en las respuestas, lo que aumentó el grado de precisión de las conclusiones.

En general, los cuestionarios fueron de fácil diligenciamiento y contemplaron una secuencia

lógica adecuada que permitió a todos los expertos responder de forma clara las preguntas y defender sus argumentos. En la construcción de los cuestionarios no se incluyeron preguntas sobre información que ya se tenía por otras fuentes externas, solamente se formularon preguntas que contenían temas actuales que orientaron hacia dónde se podría situar el comportamiento del *clúster* de plásticos en la ciudad de Bogotá para el año 2019. Los cuestionarios fueron diligenciados por los expertos en los siguientes intervalos de fechas: cuestionario No. 1, se respondió entre el 10 de noviembre y el 26 de diciembre de 2011 y el cuestionario No. 2 se respondió entre el 11 y 24 de enero de 2012.

### ANÁLISIS DE RESULTADOS

#### Primer cuestionario

Los resultados obtenidos a partir de la aplicación a los expertos del primer cuestionario (primera ronda), arrojaron los siguientes análisis:

El 78% de los expertos afirma que para el año 2019 existirán más polímeros a partir de otras fuentes diferentes al petróleo, la mayoría coincide en que serán a partir de fuentes renovables y de materias primas naturales. Con respecto a la incidencia en el mercado de los productos biodegradables, todos los expertos

encuestados consideran que tendrá mayor incidencia debido a la creciente conciencia ambiental de los consumidores; igualmente, sostienen que los productos biodegradables más relevantes serán los de uso común en los hogares y los empaques de tipo industrial.

La totalidad de los expertos consideran que la tendencia a nivel productivo en los próximos años en el sector del plástico es de relativo crecimiento pero de poco desarrollo, ya que los productos que se manufacturan actualmente seguirán teniendo demanda y espacio en los mercados, pero las industrias no están generando ventajas competitivas a partir de innovaciones en materiales, procesos y niveles de usabilidad, lo que va a frenar su expansión y, por el contrario, hará que el precio sea el único factor diferenciador; de esta forma, el aumento de la capacidad productiva está fuertemente asociada al desarrollo tecnológico.

Los controles de calidad, las materias primas y la optimización de las mismas son los principales factores que inciden en el nivel de ingresos de las Mipymes del sector del plástico en la ciudad de Bogotá; de esta forma, los expertos opinan que la innovación y el desarrollo de nuevos productos, debe ser parte de la estrategia para el crecimiento de la productividad del sector, considerándolos eslabones claves para tal fin.

Sin embargo, al indagar a los expertos sobre el área de I+D, enfocada al desarrollo de nuevos productos o procesos, el 78% de los expertos afirma que las Mipymes del sector no cuentan con dicha área, que es una situación poco frecuente que se dé ya que se necesita de mucha inversión y, por lo tanto, las estrategias de mejoramiento continuo a partir de resultados de investigación no son un tema claro para las empresas del sector, muchas de las industrias no pueden contar con herramientas de ingeniería aplicada de vanguardia, que coadyuven en mejorar los niveles de productividad.

El 63% de los encuestados consideran que los niveles de calidad del sector son bajos, que las empresas, salvo contadas excepciones,

no cuentan con la tecnología e infraestructura suficiente para competir con procesos más sofisticados y esperan que para el 2019 exista algún tipo de asociatividad técnica, que brinde un mayor respaldo a iniciativas de investigación en nuevos materiales y procesos.

Al hablar de los factores que mejorarán el sector de plásticos en la ciudad de Bogotá para el año 2019, los expertos consideran que con la llegada de Tratados de Libre Comercio (TLC), deben mejorar la calidad, el fomento al desarrollo tecnológico y el aumento de las velocidades de producción.

El 67% de los expertos encuestados sostienen que para el año 2019 el *clúster* del plástico en Bogotá, no tendrá un comportamiento de clase mundial con un desarrollo tecnológico e industrial acorde con los estándares internacionales, debido a que aún le falta demasiado estudio e investigación que apoye el crecimiento y el fortalecimiento del mismo, debido a la baja inversión y a la falta de asociaciones que representen a este tipo de iniciativas.

## Segundo cuestionario

Una vez procesados los resultados al primer cuestionario, se diseñó un segundo paquete de preguntas, de las cuales se obtuvieron los siguientes resultados:

Con respecto a la incidencia de los cinco factores evaluados (calidad, infraestructura, innovación, capacidad de producción y tecnología) los expertos sostienen que la innovación con un 89%, la calidad con un 78%, y la capacidad de producción con un 67%, son los factores de mayor importancia, seguido se encuentra la tecnología con un 56%, y la infraestructura con un resultado del 11%.

El 44% de los expertos encuestados consideran que el número de entidades de apoyo a las Mipymes del sector del plástico en Bogotá, se mantendrá estable. Más apoyo de instituciones de investigación que aporten conociemien-

tos y brinden capacitaciones al personal, es para la expertos la opción más viable para que las industrias puedan invertir en I+D para el año 2019. En cuanto a la proporción aproximada de Mipymes bogotanas del sector de plásticos, que implementarán el desarrollo de nuevos productos en los próximos 7 años, el 67% de los encuestados consideran que será una minoría de éstas.

Con respecto a las principales problemáticas que presenta el sector según su grado de importancia, los expertos afirman que el problema No. 1, es la reducida gama de materias primas empleadas en Colombia debido al error en la escogencia de los proveedores; el problema No. 2, es que no se tienen los recursos suficientes para invertir en tecnología que ayude a incrementar la calidad de los productos; el problema No. 3, es la muy poca alianza entre empresas e instituciones que garanticen el financiamiento y apoyo al mejoramiento continuo; el problema No. 4 es la falta de capacitación enfocada al aprendizaje en la rama de los plásticos. El 78% de los expertos encuestados consideran que estos problemas estarán satisfactoriamente resueltos después del 2019.

### Listado y evaluación de factores

Teniendo en cuenta los resultados de los dos cuestionarios aplicados, el grupo investigador determinó un conjunto de factores principales que fueron comunes en las respuestas de los expertos y que se consideraron relevantes para el alcance de la investigación. En estos factores se agruparon la mayoría de ideas expuestas por el panel, con la finalidad de constatar sus interrelaciones dentro de un sistema y así verificar los vínculos de causalidad y calcular la fuerza de movimiento de los factores entre sí para identificar el peso de los fenómenos y la gobernabilidad que se tendría sobre ellos (Mojica, 2005).

A continuación se definen los factores que serán tenidos en cuenta para la medición de la influencia que cada uno de ellos puede ejercer (motricidad) y la incidencia de los fenómenos encontrados sobre los mismos (dependencia).

- **Dependencia Tecnológica.** Constituye la variable generadora de cambios tanto en la situación actual como en la futura del *clúster*. En un mundo en el que la tecnología se convierte en eslabón principal para el crecimiento de las empresas, una tecnología obsoleta no puede ayudar y esto es con lo que las Mipymes diariamente tienen que afrontar para seguir en el mercado. Sin embargo, dentro de las ayudas fomentadas por el Estado se encuentra el Instituto de Capacitación e Investigación del Plástico y del Caucho, que adelanta investigación en el sector y realiza transferencias tecnológicas para mejorar significativamente el impacto dentro de los costos de producción de cada una de las empresas. Se tiene en cuenta que dentro de las formas de transferencia de tecnología más frecuentes en Colombia, se encuentran las licencias para la venta y uso de tecnología, la inversión extranjera, la asistencia de expertos externos conocedores del tema y la adquisición de bienes de capital.
- **Infraestructura.** Débil e ineficiente capacidad instalada, que impide el crecimiento y el desarrollo de las Mipymes, así como también el no ingreso a mercados potenciales.
- **Apertura de Mercado.** El riesgo de desaparición de las empresas tradicionales del sector por efecto de la apertura de nuevos mercados y la necesidad de innovar como fuente de nuevos negocios de mayor especialidad, versatilidad y sustentabilidad.
- **Diversidad de Productos.** Con el fin de pertenecer a mercados competitivos, es indispensable que las Mipymes realicen inversión en investigación y desarrollo, pero no se cuenta con recursos financieros para lograrlo.
- **Recurso Humano.** Las Mipymes del sector plástico en Bogotá, contratan personal no calificado que no cumple con las competencias específicas para realizar labores de alto contenido técnico.

- **Financiamiento.** Los bajos ingresos, de la gran mayoría de Mipymes, impide que entidades financieras brinden créditos a este tipo de empresas por la falta de seguridad de retorno del préstamo.
- **Individualismo.** Actualmente las empresas del sector de plásticos trabajan y velan por su supervivencia de manera individual. Todavía no existe la interconexión necesaria para la conformación de un clúster, ni tampoco el acople, ni el apoyo necesario para proyectarse de manera conjunta.
- **Medio Ambiente.** Con la llegada de nuevos productos al mercado, la preocupación por el medio ambiente se convierte en una prioridad; por esta razón, los productos biodegradables son los más indicados para soportar este impacto.
- **Calidad en los productos.** La calidad en los productos de plástico es funcional; sin embargo, no cuenta todavía con el cumplimiento de estándares internacionales, lo que impide el crecimiento y la competitividad del sector.
- **Inversión en Investigación y Desarrollo (I+D).** La mayoría de las empresas Mipymes no invierten en investigación, ni poseen procesos enfocados al mejoramiento productivo, debido a la falta de recursos financieros y físicos destinados a tal fin.
- **Entidades de apoyo.** La falta de asociación entre centros de investigación con empresas de este sector y la falta de conocimiento que tienen las Mipymes acerca de entidades colaboradoras existentes en la ciudad de Bogotá, hacen parte de los factores negativos que afectan al sector.

### Análisis Estructural

Esta técnica busca leer la realidad como un fenómeno complejo, establecido en una estruc-

tura que puede ser reconocida como un todo al estar compuesta por elementos que ejercen funciones de solidaridad e interdependencia (Levi-Strauss, 1948). Bajo el enfoque sistémico, todos los elementos se caracterizan por su gran dinamismo y a partir de la teoría de la complejidad, se establece que un análisis es incompleto, si los elementos no están alojados dentro de un contexto (Morin, 1991).

La técnica está basada en el establecimiento de relaciones de causalidad entre los factores expuestos anteriormente, identificados por parte del panel de expertos, para verificar el grado de afectación de un factor sobre otro; es decir, si lo está modificando de alguna manera. Así, los expertos calificaron el impacto de cada factor sobre los otros, mediante una apreciación dentro de la siguiente escala, F= Fuerte, M= Moderada, D= Débil, N= Nula, P= Potencial, lo que permite establecer un nivel de subordinación de un factor al impacto de los demás. El análisis se encuentra explicitado en la Tabla 4, donde se muestra la relación causal de los factores anotados en la primera columna, sobre los relacionados a través de la primera fila.

La matriz anterior se convierte en numérica, al asignar valores a las letras, mediante la siguiente escala: F= 5; P= 4; M=3; D=1 y N=0. De esta forma es posible estimar las sumatorias de motricidad y dependencia de la matriz relacional, ver Tabla 5.

De esta forma, cada factor tiene dos calificaciones, una de dependencia (x) y otra de motricidad (y), que se convierten en un conjunto de coordenadas, que al ser llevadas a un plano cartesiano (ver figura 2) y al determinar el eje de simetría mediante el cálculo del valor máximo y del valor mínimo del conjunto de datos, ubican las coordenadas de los factores en cuatro zonas específicas, al estar por encima o por debajo de la línea de promedio, al igual que su distancia del intercepto, como se indica en la Tabla 6.

**Tabla 4. Matriz de relación causal**

Ítem	Factores internos	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	0.10	0.11
0.1	Dependencia tecnológica		F	F	F	F	M	N	F	F	F	N
0.2	Infraestructura	F		M	M	M	D	N	D	N	M	N
0.3	Apertura de mercado	F	M		M	M	D	F	D	M	P	N
0.4	Diversidad de productos	F	M	M		M	D	N	M	N	F	N
0.5	Recurso humano	F	M	N	D		N	F	M	M	N	N
0.6	Financiamiento	M	D	D	F	N		N	N	D	M	F
0.7	Individualismo	N	N	F	F	M	N		N	M	D	N
0.8	Medio Ambiente	F	D	D	N	N	N	N		N	N	N
0.9	Calidad de los productos	F	N	F	M	M	N	N	N		N	N
0.10	Inversión en I+D	F	M	P	F	M	M	N	P	F		N
0.11	Entidades de Apoyo	M	N	P	N	N	F	N	N	N	M	

**Tabla 5. Matriz relacional cuantitativa**

Ítem	Factores internos generales	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	0.10	0.11	Σ	%
0.1	Depend. Tecnológica		5	5	5	5	3	0	5	5	5	0	38	16,2
0.2	Infraestructura	5		3	3	3	1	0	1	0	3	0	19	8,12
0.3	Apertura de mercado	5	3		3	3	1	5	1	3	4	0	28	12
0.4	Diversidad de productos	5	3	3		3	1	0	3	0	5	0	23	9,83
0.5	Recurso humano	5	3	0	1		0	5	3	3	0	0	20	8,55
0.6	Financiamiento	3	1	1	5	0		0	0	1	3	5	19	8,12
0.7	Individualismo	0	0	5	5	3	0		0	3	1	0	17	7,26
0.8	Medio Ambiente	5	1	1	0	0	0	0		0	0	0	7	2,99
0.9	Calidad de productos	5	0	5	3	3	0	0	0		0	0	16	6,84
0.10	Inversión en I+D	5	3	4	5	3	3	0	4	5		0	32	13,7
0.11	Entidades de Apoyo	3	0	4	0	0	5	0	0	0	3		15	6,41
Σ		41	19	31	30	23	14	10	17	20	24	5	234	100
%		17,5	8,12	13,2	12,8	9,8	5,9	4,2	7,2	8,5	10,2	2,1	100	

**DEPENDENCIA**

**Tabla 6. Calificaciones de Dependencia y Motricidad**

Ítem	Factores internos generales	X	Y	D	R
0.1	Dependencia tecnológica	41	38	23,8	1
0.2	Infraestructura	19	19	0,0	6
0.3	Apertura de mercado	31	28	9,7	2
0.4	Diversidad de productos	30	23	7,0	4
0.5	Recurso humano	23	20	0,0	5
0.6	Financiamiento	14	19	0,0	7
0.7	Individualismo	10	17	0,0	8
0.8	Medio Ambiente	17	7	0,0	11
0.9	Calidad de los productos	20	16	0,0	9
0.10	Inversión en I+D	24	32	9,6	3
0.11	Entidades de Apoyo	5	15	0,0	10
Coordenadas de Intercepto		23	23		

Una vez cuantificada la motricidad y dependencia de los factores, se constituyen cuatro zonas (poder, conflicto, factores autónomos y de salida) donde se ubican los factores analizados y referenciados en la investigación; la descripción de cada zona después de la construcción de las matrices se hace a continuación.

En la zona de poder aparecen factores de alta motricidad y baja dependencia, que influyen mucho sobre los demás y que a su vez son poco afectados; por lo tanto, estos factores son los más importantes. Sin embargo, al no presentarse ningún factor de los analizados en la investigación en esta zona, convierte por defecto a los demás factores en elementos muy gobernables por parte de los actores e interesados en el *clúster* de plásticos.

En la zona de conflicto se ubican los factores muy motrices y al mismo tiempo muy dependientes, los cuales se caracterizan por que siendo muy influyentes son al mismo tiempo muy influidos, lo que los convierte en significativos y al no estar subordinados a factores de la zona de poder toman mayor protagonismo y son los que más interesan para la investigación por ser de fácil control.

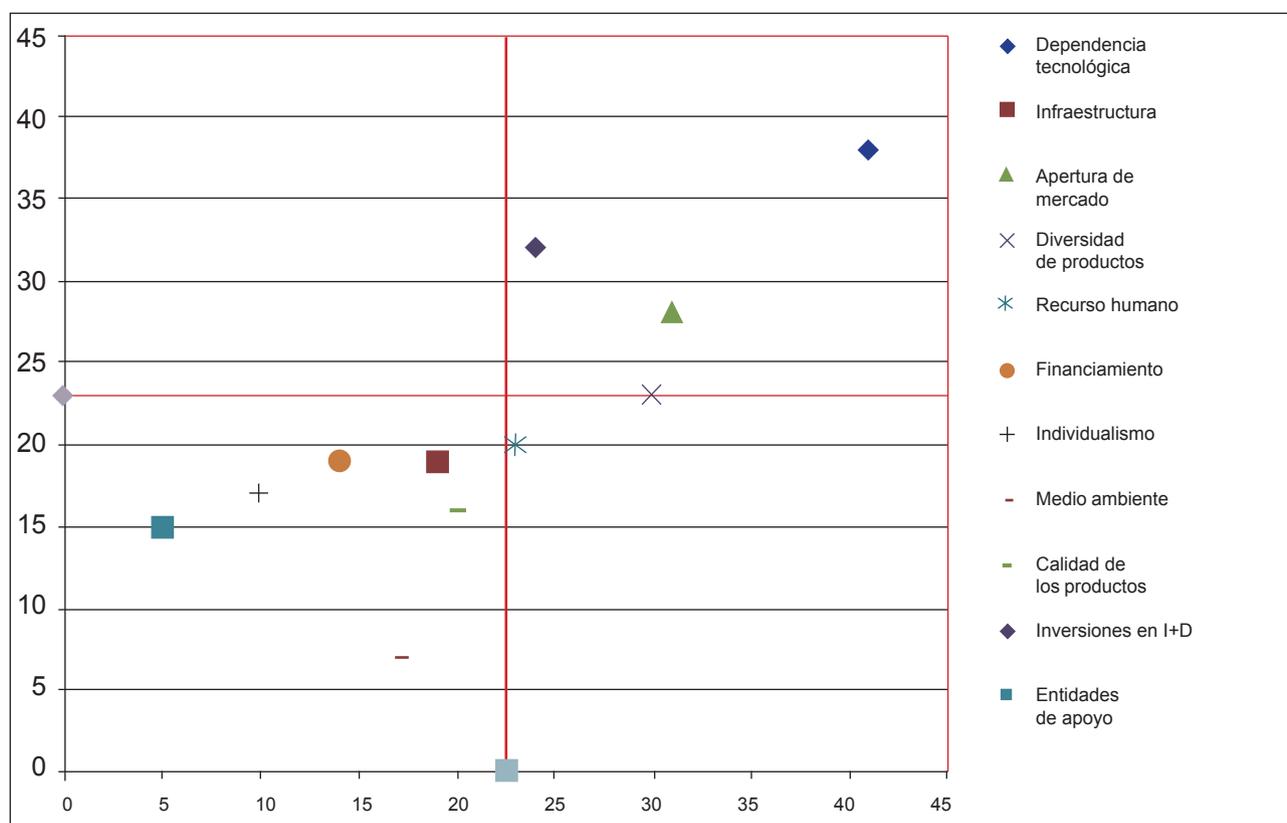
En la zona de salida se sitúan los factores que, por su alta dependencia y menos influencia, se consideran resultados o efectos de los

movimientos de las zonas anteriores. La zona de factores autónomos enmarca fenómenos de muy débil motricidad y muy poca dependencia lo que los convierte en catalizadores que cumplen un papel de control de calidad, al disponer de elementos de corrección y amplificación interna que imprimen seguridad al sistema.

Conforme con lo anterior, el conjunto de factores planteados por el panel de expertos, toma un ordenamiento acorde con las zonas en la cuales quedó ubicado para posteriormente orientar la investigación hacia determinar las probabilidades de ocurrencia de eventos asociados a cada uno de los factores. El ordenamiento en consecuencia quedo establecido de la siguiente manera: (1) Dependencia Tecnológica, (2) Apertura de Mercado, (3) Inversión en I+D, (4) Diversidad de Productos, (5) Recurso Humano, (6) Infraestructura, (7) Financiamiento, (8) Individualismo, (9) Calidad de los Productos, (10) Entidades de Apoyo, (11) Medio Ambiente.

Tras la realización del análisis estructural y como complemento a los resultados obtenidos, se puede afinar la medición mediante la aplicación del método MACTOR (Matriz de Alianzas y Conflictos: Tácticas, Objetivos y Recomendaciones), como una herramienta de complemento, planteada por la escuela francesa de prospectiva, que permite calibrar la posición de cada fac-

**Figura 2. Plano de Zonas de Distribución de Factores**



tor, según la complejidad esperada que pueda desarrollar el sistema. La puesta en marcha de esta técnica queda como recomendación para afinar la investigación.

En proceso se encuentra la construcción de los posibles escenarios futuros hacia donde puede orientarse el clúster objeto de estudio, teniendo como horizonte de tiempo el año 2019; a partir del cálculo del impacto de cada uno de los factores planteados, según los resultados que se deriven de desarrollar los métodos KSIM de Kane y MICMAC de Godet.

## CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos muestran que el clúster del plástico en la ciudad de Bogotá, a nivel general, presenta un comportamiento lineal, caracterizado por la escasa inversión en inves-

tigación y desarrollo que se ve reflejado en la presencia de productos de poco valor agregado, altos volúmenes y baja innovación. Con respecto a los niveles de calidad del sector, los expertos consideran que son bajos y que las Mipymes no cuentan con la tecnología e infraestructura requerida. En la actualidad las Mipymes desconocen la existencia de las entidades actuales de apoyo presentes en Bogotá y, por esta razón, no acceden a los beneficios que éstas les brindan.

Los factores estratégicos que influyen para la elaboración de escenarios futuros del sector de plásticos y que inciden en su baja productividad, son la tecnología, la apertura de mercados, la diversidad de productos y la inversión en I+D. Estos factores constituyen un marco de referencia idóneo bajo el cual es posible plantear un abanico de opciones y situaciones probables con el ánimo de motivar decisiones estratégicas al interior de las organizaciones, que hoy ven con incertidumbre su futuro.

**REFERENCIAS  
BIBLIOGRÁFICAS**

- Miklos, T. & Tello, M. (2005) *Planeación prospectiva: una estrategia para el diseño*. Bogotá: Limusa. 204 p
- Landeta, J. (1999) *Método Delphi: Una técnica de previsión para la incertidumbre*. Barcelona: Ariel.
- Mojica, F. (2005). *La Construcción del Futuro*. Bogotá: Universidad Externado de Colombia-Convenio Andrés Bello.
- Arcade, J., Godet, M., Meunier, F., & Roubelat, F. (2004). *Análisis Estructural con el método MICMAC y estrategia de los actores con el método MACTOR*. Buenos Aires, Argentina.
- Baena, G. (2008). *Aplicaciones de la prospectiva a la política*. Convenio Andrés Bello – Universidad Autónoma de México, Bogotá.
- Coelho, G.M. (2003), *Prospección tecnológica: metodologías e experiências nacionais e internacionais*, INT/FINEP/ANP, Rio de Janeiro.
- Colciencias (2007), *Plan Estratégico del Programa Nacional de Prospectiva en Ciencia, Tecnología e Innovación: 2007-2010*; Bogotá.
- De Jouvenel, H. (2004). *Invitación a la prospectiva*. Concytec - Futuribles, Lima - Paris.
- Eto, H. (2003), *The suitability of technology forecasting/ foresight methods for decision systems and strategy* - A Japanese view, *Technological Forecasting and Social Change*, Volume 70, Issue 3, March, Pages 231-249.
- Medina, J. & Ortegón, E. (2006). *Manual de Prospectiva y Decisión Estratégica: bases teóricas e instrumentos para América Latina y el Caribe*. Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social – Comisión Económica para América Latina, Serie Manuales, No. 51, Santiago.
- Guarín A. (2012). *Cálculo de los factores de concentración del empleo, de prosperidad económica y de dependencia del clúster de plásticos en Bogotá D.C.* *Revista de Investigación Universidad de América*, 1 ed. vol 5, pp.52-66, Enero- Junio 2012.