



Estudio Prospectivo del Sector Metalmeccánico en la Región Caribe Colombiana

Tema: Políticas públicas, organización industrial y desarrollo tecnológico.

Categoría: Trabajo académico

Paola Andrea Amar Sepúlveda
Universidad del Atlántico
E-mail: paolaamar@hotmail.com
Jose David Quintero
Centro De Innovacion Del Caribe
E-mail: jdquint@hotmail.com

Gerardo Angulo
Corporacion Centro de Innovacion del Caribe
E-mail: gerardo_angulo@yahoo.com
Milena Ortega Buelvas
Centro De Innovacion Del Caribe
E-mail: mileortega@yahoo.es

Resumo:

Hoy día el sector metalmeccánico de la región Caribe colombiana tiene una participación del 20% en la industria metalmeccánica nacional; se encuentra especialmente diversificado entre empresas pequeñas y medianas, constituyendo las industrias de manufacturas metálicas las de mayor participación (45% del total), seguido por la construcción de maquinaria eléctrica con el 21%. (DANE, 2004). Teniendo en cuenta la importancia del sector, se hizo necesario caracterizar su evolución posible con el fin de trazar políticas y diseñar estrategias que permitan dinamizar sus capacidades tecnológicas e innovativas y de esta forma incrementar sus niveles de competitividad. Como metodología se utilizó la Prospectiva, por que ésta no solo permite generar espacios de reflexión participativa hacia la construcción social de un futuro compartido, sino que también facilita su documentación y exploración de futuros posibles por métodos cuali- cuantitativos. Se realizó un ejercicio de análisis estructural se establecieron las variables claves que determinarán la evolución del sistema en estudio. Con dichas variables fue posible estudiar virtualmente el comportamiento del sector, al explorar sistemáticamente 4 escenarios o imágenes de futuro a los cuales se le determinó su conveniencia y probabilidad de ocurrencia. De lo anterior, fue seleccionado un escenario apuesta y uno alternativo sobre los que se construyó la base del plan de acción para la aparición del futuro más probable y conveniente para los actores. Dicho plan consta de siete proyectos que se articulan de manera estratégica en el horizonte de los próximos diez años y que apuntan a la modernización de la plataforma tecnológica, a la construcción y apropiación social del conocimiento, al intercambio de capital intelectual y la construcción de una red de vigilancia tecnológica y de mercados para la región.

Palavras-chave: innovacion, metalmeccanico, prospectiva



1. Introducción

Como consecuencia de la globalización, la industria metalmecánica mundial está pasando de una economía basada en los principios de la administración científica a una economía que se caracteriza por la flexibilidad y la rápida reacción a la evolución de los mercados.

La influencia de las corrientes mundiales del comercio en el desempeño económico sectorial y empresarial afecta directamente su competitividad y productividad. En estudios de comercio internacional uno de los elementos más relevantes de la competitividad de las naciones y/o regiones son los niveles relativos de productividad y de tasas salariales. Una mejora en los niveles de productividad beneficia a los agentes que participan de la producción, como lo son: trabajadores, empresas y consumidores.

Por esta razón, cobra cada vez más importancia el análisis prospectivo como herramienta para que los diferentes sectores económicos sean más competitivos en un contexto donde la globalización, los avances tecnológicos imponen un proceso de ajuste y abren nuevos mercados. En la actualidad sólo las industrias que se anticipan y/o prevén los cambios socioeconómicos que se producen en el entorno son las que sobreviven.

La prospectiva es la identificación de un futuro probable y de un futuro deseable, diferente de la fatalidad y que depende únicamente del conocimiento que se tiene sobre las condiciones, tanto positivas como negativas, que ofrece el entorno. En los últimos años la prospectiva se ha convertido en una importante herramienta de apoyo para una variedad de estudios en los diferentes sectores de la economía de una nación, más si se tiene en cuenta la marcada variación de tendencias tecnológicas y productivas debidas a la globalización de la economía.

Hoy día el sector metalmecánico de la región Caribe colombiana tiene una participación del 20% en la industria metalmecánica nacional; se encuentra especialmente diversificado entre empresas pequeñas y medianas, constituyendo las industrias de manufacturas metálicas las de mayor participación (45% del total), seguido por la construcción de maquinaria eléctrica con el 21%. (DANE, 2000)

Teniendo en cuenta la importancia que tiene la industria metalmecánica en el desarrollo de la región y las necesidades de los consumidores y de las empresas se hace necesario caracterizar la evolución posible del sector metalmecánico de la Región Caribe Colombiana para trazar políticas y diseñar estrategias que atraigan la cooperación internacional de los países líderes en estos sectores.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo General

Determinar la evolución posible del sector metalmecánico por medio de herramientas prospectivas, que permita trazar políticas y diseñar estrategias que atraigan la cooperación internacional de los países líderes en este sector.

1.1.2. Objetivos Específicos

- Describir la influencia que ejercen las tendencias mundiales sobre el sector Metalmecánico de la Región Caribe.
- Determinar el panorama de oportunidades, amenazas, debilidades y fortalezas el sector Metalmecánico de la Región Caribe.
- Identificar los actores claves, tanto nacionales como internacionales, que contribuyen al desarrollo de los escenarios probables
- Construir los escenarios probables y deseables para el sector Metalmecánico de la Región Caribe.



- Formular estrategias para alcanzar el escenario que garantice el desarrollo de la productividad y la competitividad del sector Metalmecánico de la Región Caribe.

2. Metodología

2.1. Procedimiento

Fase 1: Acercamiento Institucional

Actividad 1: Identificación de los actores sociales que participarían en el ejercicio prospectivo. Este paso consiste en la conformación de un grupo de personas integrado por actores internos del sistema y expertos de los diferentes sectores de actividad de la región, con el objeto de reunirse y reflexionar sobre diversos temas que ayudaran a la ejecución del proyecto.

Actividad 2: Planeación e integración del equipo de trabajo. El grupo de trabajo fue conformado por personas pertenecientes a instituciones tanto públicas como privadas que a nivel regional desarrollan actividades científicas y tecnológicas. Apoyado por percepciones de otros actores considerados relevantes dentro del proceso, a los cuales se llegó a través de entrevistas semiestructuradas que permitieron recoger sus percepciones sobre el desarrollo regional del sector

Fase 2: Análisis Estructural

Actividad 1: Realización del análisis de tendencias y rupturas. Estos criterios son las tendencias mundiales o locales, hechos portadores del futuro y otros fenómenos que apoyan o ponen resistencia al logro de eventos.

Actividad 2: Análisis de la situación actual del sistema. A partir del documento de diagnóstico del sector, se propende por resumir la información más relevante respectiva a la Región Caribe.

Actividad 3: Determinación de la lista de variables. El objetivo buscado no era otro que la elaboración de una lista, lo más exhaustiva posible, de las variables que caracterizan el sector metalmecánico de la región Caribe y su contexto.

Actividad 4: Puesta en relación de las variables. Las relaciones de cada una de las variables con el resto son estudiadas a través de una representación matricial, en un cuadro de doble entrada denominado matriz de análisis estructural. El procedimiento utilizado para el relleno de la matriz consiste en la interrogación sistemática sobre las relaciones que se observan entre cada una de las variables y todas las demás.

Actividad 5: Identificación de las variables claves. Esta fase consiste en la identificación de variables claves, es decir esenciales a la evolución del sistema mediante una clasificación directa. Para esta identificación y clasificación se introducen los conceptos de motricidad y dependencia. La motricidad de una variable es la medida en la que una variable influye en el sistema, es decir en el resto de las variables. Por ende, una variable será tanto más dependiente en la medida que se comporte de manera más sensible a las modificaciones que se operen en el sistema. Los indicadores de motricidad y de dependencia se obtienen de forma grafica, con el correspondiente listado, a partir de las relaciones directas entre las variables (matriz de análisis estructural).

Fase 3: Construcción de Escenarios. Aquí se construyen los escenarios posibles del sistema con base en las tendencias y rupturas externas e internas, es decir, se identificaron los desenlaces posibles para las variables clave según la opinión más objetiva que puedan emitir los expertos.



3. Análisis de Resultados

3.1. Tendencias y Retos Mundiales que Afectan al Sector Metalmeccánico

En este capítulo se pretende abordar los hechos o gérmenes portadores de futuro que posiblemente determinen la evolución del sector a nivel mundial en los próximos 10 años.

Las tendencias obtenidas a través de instrumentos y herramientas de vigilancia tecnológica, así como también de disciplinas bibliométricas fueron agrupadas en los siguientes cuatro grupos según su afinidad.

- El Medio Ambiente Como Factor De Competitividad
- Globalización De La Economía
- Tendencias Económicas y De Mercado
- Tendencias Tecnológicas

3.1.1. El Medio Ambiente como Factor de Competitividad

Superada la visión tradicional de las actuaciones medioambientales como un factor únicamente de costo para la empresa, se empieza a considerar la sensibilidad medioambiental como un factor de competitividad en la medida que supone una variable a considerar en la estrategia de cualquier organización. Además, la exigencia social de un desarrollo sostenible está propiciando la aparición de importantes oportunidades de negocio en el sector medioambiental.

Se pueden destacar las siguientes tendencias:

- *Biolubricantes para Reducir los Vertidos*. Los biolubricantes, aceites o grasas biodegradables, van estrechando el cerco a los lubricantes convencionales. Esta novedosa alternativa consiste en aportar a las superficies lubricadas capas de unas pocas micras de espesor, obtenidas mediante técnicas de deposición física en fase vapor, de una amplia gama de composiciones, según la aplicación considerada. Se espera que el resultado de estos nuevos desarrollos sea tan satisfactorio que no sólo iguale los hasta ahora alcanzados mediante aditivos, sino que los supere netamente. Hay expectativas de reducir la fricción, el desgaste y las vibraciones hasta un 20 por ciento, alargando la vida útil de los componentes en un 25 por ciento (WEB1, 2003).
- *Concientización Social de la Escasez de Recursos*. La escasez de recursos está propiciando el desarrollo de energías alternativas y una mayor concientización de la exigencia en cuanto a eficiencia energética en los procesos, una forma de aumentar la eficiencia consiste en mantener el calor a lo largo del proceso.
- *Reciclaje de Metales*. Producir acero nuevo cuesta 4 veces más que reciclarlo. Reciclar el aluminio representa un ahorro del 91% de la energía que se requiere para su obtención primaria, además evita las altas emanaciones de gases a la atmósfera y con ello se reduce la contaminación del aire. Las propiedades magnéticas del acero posibilitan una recuperación sencilla y de bajo coste en cualquiera de los procesos de tratamiento de los residuos domésticos, incluso de la basura no separada en los hogares. La aparición de miniaceras en los países de mayor consumo de acero confirma la tendencia del reciclaje de metales como factor de competitividad.

3.1.2. Globalización de la Economía

El mundo atraviesa un proceso acelerado de transformaciones, en el que desaparecen las fronteras económicas y los mercados se ensanchan. Algunas tendencias que implica la globalización son:



- *Nuevos Modelos de Gestión.* En la economía global, los capitales se trasladan, las tecnologías se transfieren y las materias primas y mercancías se adquieren a bajo costo. La ventaja competitiva en el futuro inmediato residirá en el conocimiento, las habilidades y la creatividad y la capacidad de las personas para innovar. Las empresas están propiciando nuevos modelos de gestión, en donde la capacidad de innovación se incentiva y se aprovecha.
- *Economía Digital.* El rápido desarrollo de la sociedad de la información va a tener un fuerte impacto sobre los sectores económicos, produciendo, en algunos de ellos, una transformación radical, una nueva forma de concebir el negocio.
- *Desplazamiento y Concentración de los Centros de Decisión.* La necesidad, con carácter general, de disponer de una dimensión crítica para competir en este mercado global propicia procesos de adquisición de empresas por grandes grupos, produciéndose, en algunos casos, traslados de los centros de decisión local, por lo que se hace necesario abordar nuevas formas del redimensionamiento empresarial.

3.1.3. Tendencias Económicas y de Mercado

- *Terciarización de la Economía.* Las empresas se están concentrando cada vez más en aquello que saben hacer mejor en el “corazón de su negocio”, y van externalizando una serie de servicios que antes tenían integrados. La competitividad de las empresas pasa por la disposición de una oferta de servicios de calidad y por el establecimiento de modelos de cooperación o funcionamiento en red.
- *Integración de Mercados Regionales/Continental.* Una de las principales motivaciones que tienen los países que conforman la zona Euro se constituye en la creación de un escenario de crecimiento estable y sostenido con bajos tipos de interés, inflación relativamente moderada y disminución del déficit público.
- *Certificación por Normas de Calidad, Protección al Ambiente y a la Salud Humana.* Cumplir normas de calidad, de protección al medio ambiente o a la salud humana, ya no solo constituyen una forma de publicidad, sino que se convierte en garantía de que el producto puede ser libremente distribuido y no sufrir algún tipo de veto en los países donde estas son aceptadas.
- *Redefinición de las Relaciones con los Clientes.* En la nueva definición de las relaciones con los clientes habrán de considerarse los siguientes aspectos (COTEC 1.998): necesidad de flexibilidad para atender los frecuentes cambios de demanda de los clientes; exigencias de plazos de suministro más cortos y fiables; los Centros de Servicio y los almacenes distribuidos están ofreciendo servicio técnico y de atención al cliente como forma de diferenciación; tendencia hacia productos y servicios con mayor valor añadido exigiendo una mayor integración de la cadena de suministros; alineación de los procesos de gestión hacia el cliente; exigencia de calidad más alta.
- *Gestión De Recursos Empresariales.* En la gestión de los recursos de la empresa tendrán especial relevancia los siguientes factores: fluctuación en el precio de la materia prima; en momentos de altos costes de materias primas, los fabricantes integrales tendrán ventajas competitivas; incrementos considerables de los precios del coque y las chatarras; los sustitutos de la chatarra de acero no han alcanzado el crecimiento esperado; impacto de la escasez de chatarras en el coste de las miniaceras; incremento de la importancia de aspectos de servicio.
- *Gestión del Conocimiento.* Para una correcta asimilación, y un aprovechamiento óptimo de las oportunidades que ofrecen las tecnologías emergentes, se requieren estrategias de



formación y reclutamiento que posibiliten y potencialicen la creación, adquisición, distribución del conocimiento en los parámetros de tiempo y espacio que las empresas requieren.

- *Gestión del Ciclo de Vida del Producto (PLM)*. El PLM es un enfoque de negocios estratégico que se aplica a un conjunto de soluciones de negocios que asisten a la creación, administración y diseminación colaborativa, y utilizan información para la definición de productos a lo largo de grandes empresas, desde la etapa conceptual hasta la culminación del ciclo de vida integrando gente, procesos e información. PLM combina los mejores elementos de los sistemas CAD¹, PDM², cPDM³ y CPC⁴, e incorpora la metodología para la administración de la información de un producto dado, desde inicio a fin de su vida útil.

3.1.4. Tendencias Tecnológicas

- *Dispositivos más Pequeños, más Livianos y con Menor Número de Piezas*. Los procesos propios del sector metalmeccánico apuntan a una reducción de tamaño y de peso en las maquinas y herramientas. La reducción del peso de las piezas trae ventajas como menor fricción, mayor rendimiento energético y fácil transporte y manipulación, entre otras. Entre algunos ejemplos que confirman esta tendencia se tienen: micro y nano-tecnologías, crecimiento sostenido del consumo de aluminio, eliminación de ensamblados.
- *Aplicaciones Láser en la Industria*. Algunas aplicaciones que están consolidando al láser como practica mas común son soldadura láser y fundición mediante láser
- *Fabricación Concurrente*. Las siguientes técnicas y herramientas están confirmando la tendencia hacia una fabricación concurrente⁵: software de diseño colaborativo, sectorización de los software cad/cam/cae, digitalización 3d (ingeniería inversa), prototipado rápido, prototipado virtual.
- *Nuevos Materiales: Aceros de Alta Resistencia y Materiales Compuestos*. Las iniciativas que confirman esta tendencia son las siguientes. Materiales compuestos: plásticos y metales; aceros de alta resistencia; tratamientos térmicos, superficiales y recubrimientos para alargar la vida de piezas⁶.

3.2. Situación Actual del Sector Metalmeccánico de la Región Caribe

3.2.1. Identificación del Sector Metalmeccánico bajo la Clasificación Internacional Industrial Uniforme (Ciiu) Revisión 2.

El sector metalmeccánico abarca las empresas que desarrollan su actividad en la industria metálica básica (37) y la metalmeccánica (38). Dentro de la industria metálica básica se tiene:

Industrias básicas de hierro y acero (371): Esta comprende la producción de ferromniquel y sus derivados, productos primarios en hierro y acero, barras y varillas, ángulos y perfiles, chapas de hierro o acero laminada, galvanizada, etc.

Industrias básicas de metales no ferrosos (372): Comprende la recuperación y fundición del cobre, aluminio, plomo, zinc, soldadura de estaño, latón y barras y perfiles de bronce.

Productos metálicos elaborados (381): Fabricación de cuchillos, herramientas manuales y artículos de ferretería en general, muebles y accesorios excepto lámparas eléctricas, elementos estructurales metálicos, artículos de fontanería y calefacción

¹ Computer Aided Design

² Product Data Management

³ Collaborative Product Data Management

⁴ Collaborative Product Commerce

⁵ OPTI 2.002.

⁶ Ibidem.



Maquinaria no eléctrica (382): Construcción de motores y turbinas, maquinaria y equipo para la agricultura, maquinaria para trabajar metales y madera, máquinas de oficina, cálculo y contabilidad.

Maquinaria eléctrica (383): Construcción de maquinarias y aparatos eléctricos industriales, aparatos de radio, de televisión y de telecomunicaciones, accesorios eléctricos de uso doméstico, aparatos y suministros eléctricos (3839).

Material y equipo de transporte (384): Construcciones navales y reparaciones de barcos, equipos ferroviarios, vehículos, carrocerías y accesorios, motocicletas y bicicletas, aeronaves, material de transporte.

Equipo profesional y científico (385): Fabricación de material profesional y científico, instrumentos de medida, aparatos fotográficos e instrumentos de óptica, relojes.

3.2.2. Antecedentes.

En la Región Caribe los comienzos de la industria metalmeccánica fueron muy lentos. La ausencia de mineral excluía la posibilidad de montar una herrería, la escasez de fuentes de energía era otro limitante enorme, y finalmente la muy acentuada vocación mercantil de Barranquilla daba un peso desproporcionado al sector comercio sobre el de la industria. Todas estas desventajas hicieron que esta ciudad quedara, durante el siglo XIX, muy rezagada en comparación con el desarrollo de la industria metalmeccánica en Cundinamarca, Antioquia y Santander.

Históricamente, desde el siglo XIX la maquinaria empleada en los trapiches, molinos de algodón, aserraderos y ladrilleras fue importada. Dentro de las primeras iniciativas en la industria metalmeccánica de la región surge el nombre de UNIAL (Unión Industrial y Astilleros), en la ciudad de Barranquilla. Con el paso de los años la mayoría de las empresas se concentraron de una manera vertiginosa en la ciudad de Barranquilla logrando así agrupar un número considerable de talleres, mejorar las capacidades técnicas de la mano de obra y fortalecer la oferta de servicios para la creciente demanda generada a partir del fortalecimiento de la industria regional. En la actualidad el sector metalmeccánico de la Región Caribe se encuentra ubicado en las ciudades de Barranquilla y Cartagena. En ellas se concentra el 90% de la actividad manufacturera regional con epicentro en la capital del Atlántico (80%) y el 20% restante en la capital de Bolívar.⁷

3.2.3. Productividad del Sector Metalmeccánico de la Región Caribe.

El análisis de los indicadores de productividad por subsectores clasificados por los 3 primeros dígitos de su código CIIU permitió concluir tres aspectos claves: primero, la región Caribe es determinante en los niveles de productividad del sector metalmeccánico de todo el país; segundo, la productividad de la región se encuentra correlacionada con la del departamento del Atlántico y tercero, en los últimos años del periodo de análisis, Bolívar muestra mayor productividad en los subsectores donde ambos participan.

3.2.4. Administración de Recursos Humanos.

En la mayoría de las organizaciones, ciertas actividades son agrupadas bajo la administración de recursos humanos, y son realizadas frecuentemente por especialistas en personal. Sin embargo, el 57% de las empresas del sector no cuentan con departamento de recursos humanos (Toncel, 2001).

3.2.5. Gestión de la Innovación

⁷ Esta información se sustenta en datos suministrados por las Cámaras de Comercio de Barranquilla, Cartagena, Santa Marta, Montería, Sincelejo, Valledupar, San Andrés y de la Guajira.



Para el año 2001, (Toncel, 2001) encuentra que en el 84.6% de las empresas del sector en la ciudad de Barranquilla, donde se concentran el 90% de las empresas, no existía un departamento de I+D o un similar, lo que refleja el desconocimiento de propiciar la innovación como una de las funciones básicas de cualquier organización. La creación de estos departamentos aún se percibe como una fuente de costos y egresos innecesarios más que como un avance hacia la solución de las necesidades y de planificar la empresa a un medio y largo plazo. Otro hecho destacado es observar que un 0.13% de los empleados están involucrados directamente en cargos de innovación tecnológica. Por otro lado únicamente el 20.5% de las empresas estudiadas poseen dentro de sus políticas empresariales, objetivos definidos para la función de I+D, de las grandes compañías, tan sólo el 42.8% los tienen. Estas políticas no se encuentran definidas para las microempresas.

3.2.6. Gestión del Conocimiento.

En las empresas estudiadas no se encontró ningún sistema de gestión del conocimiento implementado. Sin embargo auscultando sobre la importancia del conocimiento para éstas, se encontró que se considera importante la experiencia de los empleados y es un requisito fundamental a la hora de hacer cambio de personal.

3.2.7. Manufactura Integrada por Computador (CIM) en las Empresas del Sector Metalmecánico de la Región Caribe.

El CAD/CAM⁸ se puede considerar como uno de los elementos básicos para el mejoramiento de la productividad, en cuanto a los procesos de diseño y manufactura de los productos dentro de las empresas, pues representan un ahorro de recursos, tanto de materia prima como de recurso humano. En la región Caribe para el 2002 ocurría que el 73% de las empresas metalmecánicas no utilizaban ningún sistema CAD/CAM. Se destaca que 44% de las empresas que no han implementado sistemas CAD/CAM, no lo han hecho porque desconocen o poseen poca información sobre estos, un 33% por los costos que estos implican y un 22% no se encuentra interesado en adquirirlos.

También se reafirma el hecho que la experiencia y el auto aprendizaje son intrínsecos a la actividad del sector, ya que 75% de los empleados que manejan sistemas CAD/CAM han adquirido los conocimientos por sus propios medios, de estos empleados el 75% tiene nivel de formación de ingeniero y el 25% restante formación técnica.

3.2.8. Exportaciones.

La participación nacional de la región Caribe en las exportaciones de industrias básicas de hierro y acero (371) durante el periodo 1998-2002 ha oscilado entre el 88% y el 92%, alcanzando este punto máximo hacia el año 1999, de aquí en adelante la participación de la región ha ido cayendo aproximadamente un punto porcentual anual llegando a su punto más bajo en el año 2002 donde alcanzó un 88%.

Las exportaciones de industrias básicas de metales no ferrosos (372) de la región Caribe han aportado en los últimos 5 años en promedio el 7% de las exportaciones totales del país por este concepto. En los años 2000 y 2001 éstas alcanzaron una participación del 11%. Las exportaciones colombianas en el subsector industria metalmecánica excluida la maquinaria (381) ascienden cada año a 150 millones de dólares, de los cuales un 11% corresponde a productos elaborados en departamentos de la región Caribe. El departamento del Atlántico también es líder exportador en este subsector, ya que casi en su totalidad las exportaciones de la región Caribe son producidas en él.

⁸ Computer Aided Manufacturing. Manufactura asistida por computadora.



La región Caribe contribuye anualmente con 16 millones de dólares de los 140 millones que el país coloca en los mercados internacionales de maquinaria excluida la eléctrica (382). Como mayor exportador aparece el departamento del Atlántico con casi el 56% de las exportaciones de la región, en segunda instancia Bolívar con un 20%. Colombia exporta este tipo de productos principalmente a los países del grupo andino (60% de las exportaciones) y a los Estados Unidos (13%). Colombia exporta en promedio anual unos 280 millones de dólares americanos por concepto de material de transporte (384). La participación de la región Caribe en las exportaciones colombianas por este concepto es realmente baja, comercia 5 millones de dólares anuales (2% de total) y se concentra en productos elaborados principalmente en Atlántico y Bolívar.

3.2.9. Fuentes de Financiamiento.

Para el año 2000, el sector privado financió el 48% del gasto en ciencia y tecnología en Colombia, el sector público solo financió el 27%. Para ese mismo año la inversión en CyT corresponde al 0.41% del PIB. En contraste con estas cifras, el sector público demuestra mayor interés en financiar y/o cofinanciar proyectos de desarrollo tecnológico y/o empresarial, ya que ha trazado políticas y desarrollado estructuras destinadas explícitamente a apoyar iniciativas de este tipo. El sector privado por el contrario solo esta dispuesto a financiar (exclusivamente bajo modalidad de crédito) iniciativas de I+D de bajo riesgo y para empresas que cuenten con un respaldo financiero fuerte.

3.2.10. I+D en las Universidades.

En la región Caribe se cuenta con 13 grupos de investigación en el seno de las universidades que generan o potencialmente generarían conocimiento o desarrollos tecnológicos para el sector. Los grupos en consolidado tienen investigando a 16 doctores, 27 magíster, 6 especialistas y 4 profesionales con pregrado. En la tabla 1 se puede observar las líneas de investigación más frecuentes de interés estratégico para el sector en los grupos de investigación identificados.

Tabla 1: Frecuencia de las líneas de investigación de interés estratégico para el sector en los grupos de investigación de la región Caribe colombiana.

LINEA DE INVESTIGACIÓN	FRECUENCIA
Automatización de procesos	4
Gas natural	3
Nuevos materiales	2
Uso eficiente de energía	2
Robótica	2
Bio – combustibles	1

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Colciencias 2002.

3.2.11. Entorno Tecnológico

Este entorno está representado por escasos centros de desarrollo tecnológico, que cuentan con gran potencial, pero que recién comienzan a incorporarse al tejido productivo. También se observa un reducido número de empresas fabricantes de bienes y equipos, de ingeniería y consultoría tecnológica y de servicios avanzados, lo cual limita la transferencia de conocimientos cuantificables en asistencias técnicas, venta de servicios de laboratorio, apoyo a las Pymes tradicionales, certificaciones y homologaciones.

3.2.12. Asociatividad del Sector Metalmeccánico



El sector metalmeccánico de la región Caribe tiende a ser asociativo, esto se debe en gran medida a dos factores: en primer lugar la mayoría de los dueños de talleres se educaron para la misma época en cursos y programas de capacitación que impartía el SENA, de ahí surgieron negocios en sociedad, que aunque muchos se hayan disuelto, entre antiguos socios mantienen activas relaciones comerciales como también de transferencia de conocimientos.

3.3. Construcción y Análisis del Modelo de Desarrollo para el Sector Metalmeccánico de la Región Caribe Colombiana

3.3.1. Análisis Estructural

Para el análisis estructural, que fue realizado bajo la supervisión y asesoría de expertos en el sistema sector metalmeccánico de la región Caribe, fueron identificadas 26 variables o factores críticos como se muestra en la tabla 2. Fue preciso utilizar la herramienta informática MICMAC® desarrollada por Michel Godet y François Bourse.

Tabla 2: Variables del sistema.

ID	VARIABLE/FACTOR	ID	VARIABLE/FACTOR
V1	Bajo desarrollo del entorno tecnológico	V14	Inexistencia de un sistema integrado de transporte (carreteras)
V2	Programa nacional de compras estatales	V15	Maquinaria Lenta, obsoleta y Líneas de producción poco flexibles
V3	Tratados comerciales internacionales y los mercados potenciales que ellos conllevan (ALCA, ATPDEA)	V16	Situación financiera débil y riesgosa
V4	Transferencia de Conocimiento	V17	Escasez de Materia Prima.
V5	Construcción de un Puerto de aguas profundas en la ciudad de Barranquilla.	V18	Alta dependencia y orientación a mercado interno
V6	Financiamiento publico de iniciativas de innovación.	V19	Alto grado de empirismo de la Mano de Obra
V7	Reciclaje y Re-manufacturación de piezas y Materiales	V20	Bajo nivel de innovación
V8	Desarrollo de micro tecnologías en la industria regional	V21	Alto costo de la formación de la Mano de Obra especializada.
V9	Urbanización del conflicto armado.	V22	Pocas empresas con sistemas de gestión integrados (calidad, ambiental, innovación, conocimiento, salud ocupacional.)
V10	Altos costos energéticos y baja fiabilidad de la infraestructura eléctrica	V23	Baja utilización de sistemas CAD/CAM.
V11	Política Inestable de impuestos	V24	Reservas de Gas Natural en la RC.
V12	Precios no competitivos ámbito internacional	V25	Asociatividad del sector.
V13	Inexistencia de un centro de diseño y prototipado rápido.	V26	Producción de ferro níquel en Cerro matoso

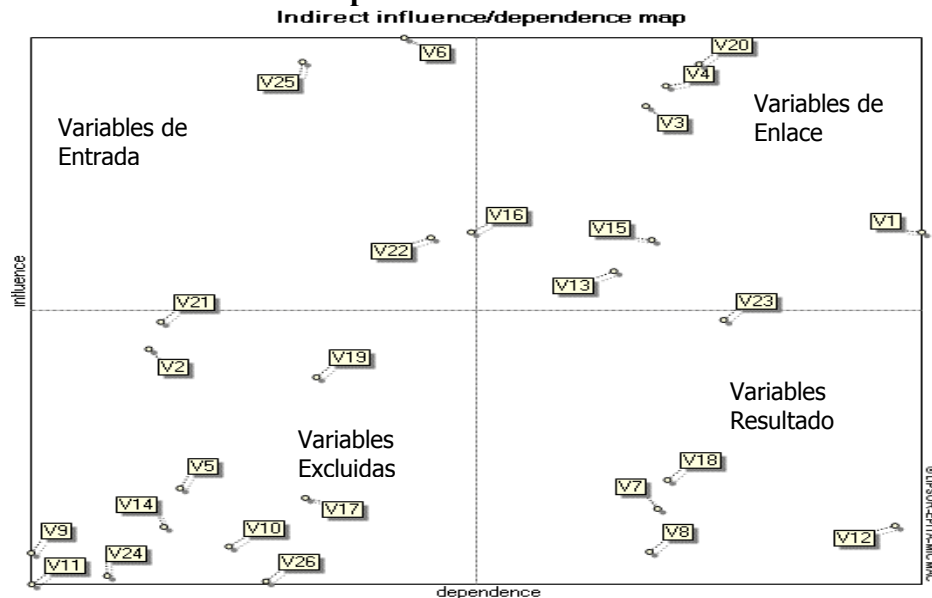
**Tabla 3: Intensidad de la influencia de una variable sobre otra.**

VALOR ASOCIADO	INFLUENCIA
0	Nula
1	Débil o potencial
2	Media
3	Fuerte

Fuente: Elaboración propia a partir de (Godet, 1999).

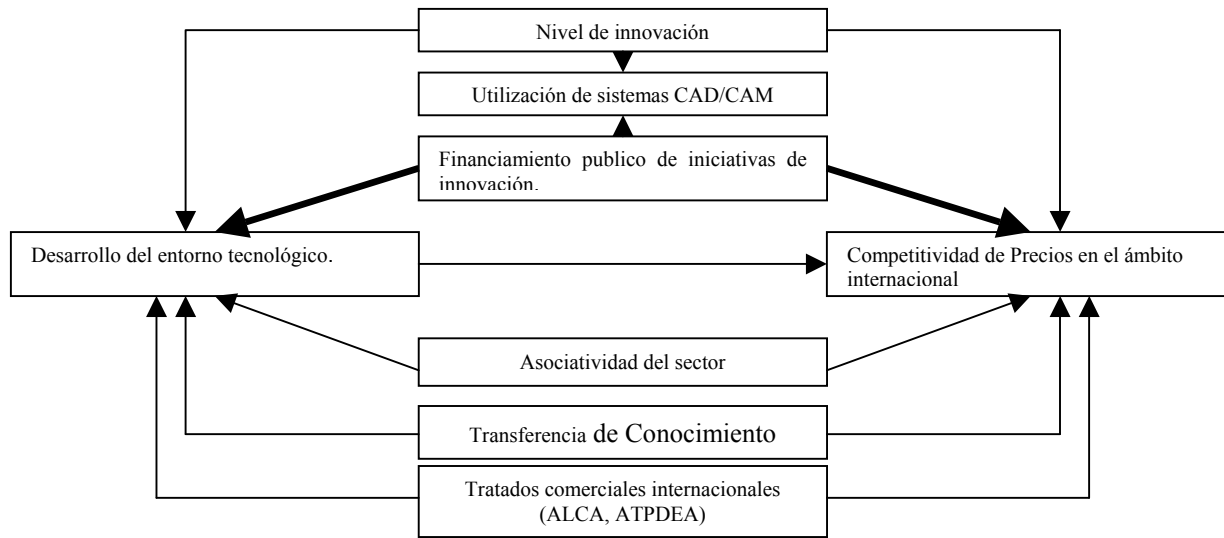
En el análisis estructural se estudia la influencia de una variable/factor sobre otro, según el criterio consensuado de los expertos en el sistema. La influencia puede ser de cuatro diferentes intensidades cada una asociada a un valor numérico como se muestra en la tabla 3.

Como resultado del *análisis estructural* se obtuvo una clasificación directa de las variables como se muestra en el gráfico 1, a partir de éste se escogen las variables claves que corresponden a las más motrices y a las más dependientes. Estas variables aparecen en el plano de motricidad vs dependencia principalmente en las regiones denominadas como variables de entrada y variables de salida, sin embargo en sistemas inestables se ubicarán algunas en las variables de enlace.

Gráfico 1: Plano de influencias / dependencias indirectas.

Fuente: Elaboración propia con el soporte de MICMAC ®

Para validar las variables claves se procede a explorar como son esas relaciones de influencia en el gráfico de relaciones indirectas y se construye el modelo de desarrollo para el sistema estudiado. (Ver Gráfico 2).

**Grafico 2: Modelo de desarrollo para el sector metalmeccánico de la región Caribe.**

Fuente: Elaboración propia

3.3.2. Redacción de los Escenarios.

Para la construcción de los escenarios se utilizó la técnica de los ejes de Schwartz. Para ello se dividieron las variables claves según su afinidad en dos grupos:

Tabla 4: Clasificación de las variables clave por afinidad

Variables Tecnológicas	Variables Socioeconómicas
Nivel de innovación	Financiamiento publico de iniciativas de innovación
Transferencia de Conocimiento	Asociatividad del sector
Utilización de sistemas CAD/CAM	Tratados comerciales internacionales
Desarrollo del entorno tecnológico	Competitividad de Precios en el ámbito internacional

Fuente: Elaboración propia.

Estas a su vez fueron redactadas en forma de premisas de forma tal que representarán una evolución positiva o su forma contraria que se puede expresar como un estancamiento o empeoramiento de la situación. De la aplicación de esta técnica surgen cuatro (4) escenarios al combinar las posibles evoluciones de los dos grupos de variables:

Tabla 5: Tipología de escenarios futuros a partir de los ejes de Schwartz

ESCENARIO	Tipo de evolución del grupo de variables	
	Tecnológicas	Socioeconómicas
Optimismo total	positiva	positiva
Innovación sin financiación	positiva	negativa
Orientación al mercado local	negativa	Positiva
Crisis en el sector metalmeccánico	negativa	negativa

Fuente: Elaboración propia.



Optimismo Total

Las empresas del sector metalmeccánico de la Región Caribe cuentan con el apoyo de un sistema de financiación que ofrece los mecanismos y recursos necesarios para el fomento de la actividad científica y tecnológica. Esto se ha reflejado en un nivel superior de desarrollo tecnológico con la consecuente competitividad de los productos del sector en mercados internacionales. El fomento por parte de Estado y por entidades economía mixta, de la asociatividad, la innovación y transferencia de conocimiento fueron claves para el aumento de las capacidades y el nivel de innovación. En estas circunstancias fue posible entrar a competir en condiciones de igualdad con los demás miembros del ALCA, ya que fue el sector se pudo preparar para los retos que este suponía.

Innovación sin Financiación

La falta de apoyo a la financiación de iniciativas de innovación ha sido un retardante del proceso innovador del sector metalmeccánico. La preponderante necesidad de avanzar y en un mercado de libre comercio influenciado por tratados como el ALCA que afectan gravemente la sostenibilidad de las empresas que conforman el sector, obligan a éste a recurrir al fortalecimiento de las capacidades tecnológicas locales y aprovechar los estímulos generados con la consolidación del Centro de Apoyo Tecnológico a la Industria del Sector Metalmeccánico como agente facilitador de desarrollo para la industria y la promoción de la transferencia de conocimiento, trayendo como consecuencia el diseño de nuevos productos y procesos, evidenciando un incremento en su nivel de desarrollo tecnológico.

Orientado al Mercado Local

Las empresas del sector metalmeccánico, a través de esquemas como los clusters industriales se fortalecieron como asociaciones empresariales y adquieren mayor acceso a financiamiento para iniciativas de innovación de procesos. Sin embargo; la poca transferencia de conocimiento no ha permitido mejorar los niveles de innovación lo que se ha traducido en un estancamiento del entorno tecnológico. Dadas estas circunstancias, y aunque se ha hecho presencia en los mercados internacionales no ha sido posible lograr precios competitivos en estos mercados.

Crisis En El Sector Metalmeccánico.

Debido al desconocimiento de las empresas sobre los fondos de financiamiento de iniciativas de innovación y a que cada vez los requisitos que estos exigen se vuelven inalcanzables para ellas, se sigue observando un preocupante bajo nivel de innovación, lo que hizo imposible aprovechar las pocas ventajas que se pudieron identificar al momento de entrar en vigencia el ALCA. El ALCA inundó el mercado suramericano de productos y servicios competitivos a bajo costo. La disminución de las transferencias de conocimiento en el sector y la consecuente desarticulación de la asociatividad del mismo no permitió responder rápida y coherentemente a estas amenazas, lo que profundizó la debilidad financiera y aumentó el riesgo de invertir en esta actividad económica.

3.3.3. Clasificación de Escenarios

Luego de la presentación de los escenarios a los expertos, tanto del sector académico, como del sector empresarial, en el sistema y en consenso con los actores se determinó la siguiente clasificación de los escenarios:

**Tabla 6. Clasificación de escenarios según conveniencia**

ESCENARIO	CLASIFICACION	
	Conveniencia	Ocurrencia
Optimismo total	deseable	poco probable
Innovación sin financiación	aceptable	probable
El sector sigue orientado al mercado local	indeseable	probable
Crisis en el sector metalmeccánico.	indeseable	medianamente probable

Fuente: elaboración propia

Por sus condiciones de conveniencia y ocurrencia se declara como escenario apuesta aquel denominado *Innovación sin Financiación*. Para que el escenario apuesta se materialice y con miras a que se posibilite la aparición del escenario *Optimismo Total* se presenta el siguiente plan de acción donde se articulan proyectos estratégicos para verificar el despliegue del escenario apuesta y en alguna medida el escenario deseable.

3.4. Plan de Acción

El presente plan de acción describe siete (7) proyectos claves que posibilitan la aparición del escenario apuesta (Innovación sin Financiación). Sin embargo, en el corto plazo emprende un proyecto cuyo objetivo es obtener fuentes de financiación para la innovación.

La siguiente tabla permite visualizar los proyectos en el horizonte de tiempo:

Tabla 7. Descripción de proyectos de ejecución para el sector

Proyectos Prioritarios	Horizonte
Creación de una EDI para la exploración, sistematización y gestión de alternativas de inversión para iniciativas empresariales	corto plazo
Red de vigilancia tecnológica y de mercados del sector metalmeccánico de la región caribe.	mediano plazo
Foro de integración e intercambio tecnológico del sector metalmeccánico de la región caribe.	mediano plazo
Creación del centro tecnológico del sector metalmeccánico del caribe	mediano plazo
Modernización de la plataforma tecnológica de las mipymes del sector metalmeccánico de la región caribe.	largo plazo
Modernización de la plataforma de tecnologías blandas para las mipymes del sector metalmeccánico de la región caribe.	largo plazo
Red de intercambio de capital intelectual	largo plazo



4. Conclusiones

- La mayor barrera en la búsqueda de incrementar sus niveles de productividad y competitividad con la que se han encontrado los empresarios del sector bajo estudio ha sido la falta de recursos para abordar proyectos de investigación y desarrollo tecnológico. Por esta razón se hace necesario la creación de una estructura de interfaz para la exploración, sistematización y gestión de alternativas de inversión para iniciativas empresariales.
- El sector presenta una brecha tecnológica considerable con los países líderes en esta actividad. Para disminuir esta brecha se considera conveniente y efectivo establecer alianzas estratégicas con institutos y centros de desarrollo tecnológicos de dichos países.
- Debido a los altos costos y a la escasez de profesionales preparados para el montaje de unidades de vigilancia tecnológica en todas las empresas del sector; una alternativa viable a esta situación es el diseño e implementación de una red de vigilancia tecnológica, con responsabilidades distribuidas, que les permita de manera confiable y objetiva detectar los cambios del entorno con la suficiente antelación para poder evaluar las nuevas tecnologías y prepararse para su adaptación explotación o bien, para su conocimiento.
- A pesar de la tendencia a la asociatividad que se presenta en el sector, esta no ha sido suficiente para que la transferencia tecnológica y de conocimientos posibiliten el desarrollo tecnológico que lo haga competitivo a escala global
- Los Centros de desarrollo tecnológico son un factor determinante en el desarrollo regional y la conversión de las cadenas productivas y conglomerados en clusters competitivos y descentralizados. Los CDT constituyen el soporte tecnológico de la consolidación y articulación de las cadenas productivas sectoriales. La ausencia de un centro de desarrollo tecnológico para el sector en la región Caribe ha generado su estancamiento.
- Las Mipymes del sector metalmecánico de la región Caribe se encuentran en seria desventaja competitiva con sus homologas en todas las escalas geográficas, por otro lado, los escasos ingresos son destinados casi exclusivamente a la supervivencia de la empresa.



Referencias Bibliográficas

- ABELLO LLANOS, RAIMUNDO; AMAR SEPÚLVEDA, Paola, Ramos Ruíz, José. Innovación Tecnológica en el Contexto del Desarrollo Económico y Social de las Regiones. El Caso del Caribe Colombiano. Ediciones Uninorte. Barranquilla, Colombia 2002.
- ANDI. CÁMARA FEDEMÉTAL. BOGOTÁ D.C. Análisis de la Cadena Siderúrgica y Metalmecánica Frente a la Negociación del ALCA. 2002.
- CÁMARA DE COMERCIO DE BARRANQUILLA – OMEGA ALPHA. Misión Comercial Metalmecánica. 2002.
- CENTRO RED TECNOLÓGICO METALMECÁNICO. Microcluster De Piezas Y Elementos Bajo El Proceso De Fundición. 2001.
- COLCIENCIAS. Plan estratégico del programa nacional de Desarrollo Tecnológico, Industrial y Calidad 2000 – 2010 Bogotá. 2000
- DANE. Encuesta Nacional Manufacturera. 2000.
- FERNÁNDEZ DE LUCIO, I y GUTIERREZ GRACIA, A. El potencial de innovación de la comunidad valenciana. Revista valenciana d'Estudis Autònoms No 27. 1999.
- FUNDACIÓN COTEC. Innovación en los procesos y tecnologías logísticas. España 1998.
- GABIÑA. JUANJO. Prospectiva y planificación territorial: Hacia un proyecto de futuro. Alfa omega editores. 1999.
- GODET, MICHEL. De la anticipación a la acción. Manual de prospectiva y estrategia. Alfaomega Marcombo . México D.F. 1999.
- GODET, MICHEL. Manuel de prospective strategique. Vol.1. un dicipline intellectuelle. Dunod editorial. 1997
- MARTÍNEZ, CARLOS Y SOLANO, ELENA. Caracterización de la gestión del conocimiento en la industria metalmecánica del Atlántico, 2002. Tesis dirigida por Paola Amar Sepúlveda. Universidad del Atlántico. Facultad de ingeniería.
- MEDINA, JAVIER y ORTEGÓN, EDGARD Prospectiva: construcción social del futuro. Universidad del Valle-Ilpes. 1997
- MEDINA, JAVIER. Los estudios de previsión tecnológica en el mundo contemporáneo y la iniciativa de ONUDI para Latinoamérica y el Caribe. En: la industria colombiana ante los desafíos del futuro. Ministerio de desarrollo económico. 2002
- MIKLOS, TOMÁS Y TELLO, MA. ELENA. Planeación Prospectiva. Una estrategia para el diseño del futuro. Editorial Limusa, 2001.
- MINISTERIO DE COMERCIO, INDUSTRIA Y TURISMO. Estrategia Política Industrial de Desarrollo Productivo Para Elevar la Competitividad. 2002
- MORIN, J. L'excellence technologique, Publiç Union, París, 1985.
- OPTI: OBSERVATORIO DE PROSPECTIVA TECNOLÓGICA INDUSTRIAL. Tecnologías de diseño y producción. Tendencias tecnológicas a medio y largo plazo. Ministerio de ciencia y tecnología. Madrid, España. 2002.
- PALOP, Fernando. Vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva: su potencial para la empresa española. Madrid, 1999.
- TONCEL, EDINSON. Estudio de caracterización de la innovación tecnológica del sector metalmecánico en el Área Metropolitana de Barranquilla, 2001. Tesis dirigida por Edison Barrera Guarín. Universidad del Atlántico. Facultad de ingeniería.
- WERNER, ERIC Y DEGOUL, PAUL. La veille technologique, un nouveau métier pour l'entreprise, La Recherche. Paris, 1994.



25 a 28 Octubre 2005

Altec 2005
Salvador - Bahia - Brasil

XI Seminário Latino-Iberoamericano de Gestão Tecnológica

Páginas Web

- WEB1: <http://www.tekniker.es/>
WEB2: <http://www.lgai.es/>
WEB3: <http://www.ascamm.es/>
WEB4: <http://www.opti.org>
WEB5: <http://www.cenpack.com>