

# LOS SERVICIOS EN LA DINÁMICA DEL CICLO DE INNOVACIÓN AMBIENTAL EN MÉXICO: EL CASO DEL SECTOR AUTOMOTRIZ <sup>1</sup>

Humberto García Jiménez,  
Augusto Renato Pérez Mayo  
Fernando Romero Torres

Profesores Investigadores de la Facultad de Contaduría, Administración e Informática (FCAeI). Universidad Autónoma del Estado de Morelos

## RESUMEN

En los últimos años, los servicios se han convertido en una pieza clave para impulsar actividades de mayor valor agregado en el sector automotriz. El objetivo de esta ponencia es mostrar la relación entre los servicios y los procesos de innovación ambiental en la manufactura de automóviles en México. La investigación se enfoca en la empresa automotriz, sea ésta de ensamble final de vehículos (OEMs) o proveedoras de autopartes (OESs) instaladas en México; mediante la aplicación de un diseño cuasi-experimental vinculado con la “comparación con un grupo estático”, en el cual se realiza un análisis comparativo de empresas según la influencia que tienen los servicios en la ocurrencia de acciones de innovación ambiental (AIA). En este estudio, la AIA es la adaptación de tecnología ambiental a las condiciones de proceso y diseño de producto, la cual es ejercida por ingenieros de una empresa e imbricada en su interacción social. En virtud de que las empresas (de autopartes y de ensamble final) han estado inmersas en procesos de transformación productiva desde hace más de dos décadas, la hipótesis central de esta ponencia es que la relación de los servicios y las AIA dependen del ciclo de innovación tecnológica en el que se encuentre la empresa automotriz. La investigación se realizó a partir de entrevistas en profundidad con gerentes de manufactura encargados de la gestión ambiental entre el 2008-2009 y 2013. En la primera etapa se observaron los mecanismos genéricos de determinación de AIA; mientras que en 2013 se calibró el rol específico de los servicios. El estudio plantea que el desarrollo de los servicios en escala regional es una oportunidad de especialización productiva ante la 2ª revolución del automóvil, caracterizada por la transición hacia la producción de automóviles con mayor eficiencia energética y de menor generación de emisiones. En las conclusiones, la ponencia plantea los principales retos y oportunidades para incrementar las capacidades de innovación ambiental a partir del desarrollo de los servicios.

---

<sup>1</sup> Esta ponencia es auspiciado por los siguientes proyectos: 1) Proyecto PRODED DSA/103.5/14/7513 “Las estrategias productivas de Ford y Nissan en relación con la 2ª Revolución Automotriz Mundial (2RA): Un estudio comparativo” coordinado por el Dr. Humberto García Jiménez, 2) Proyecto CONACYT CB 2011/167814 “La reconfiguración de los sistemas sociales de producción y los sistemas de empleo en la industria automotriz de Norteamérica, en el contexto actual de crisis global y respuestas transnacionales: Las oportunidades para México” coordinado por el Dr. Alex Covarrubias; y 3) Redes Temáticas Conacyt. Proyecto Red Innovación y Trabajo en la Industria Automotriz Mexicana (Red Itiam, Ref. # 271505). La ponencia se nutre de insumos analíticos de las siguientes publicaciones: a) García-Jiménez Humberto (2012) b) García-Jiménez Humberto (2015), y, c) Centro de Investigación para el Desarrollo A.C [CIDAC], 2014.

## INTRODUCCION

La subcontratación de servicios a particulares que operan fuera de las fronteras nacionales de la empresa contratante (*offshoring services*) ha sido una de las actividades más dinámicas del presente siglo. En las últimas décadas, el sector servicios vinculado con el mercado externo ha mostrado un fuerte dinamismo y crecimiento. El avance en las tecnologías de la información y las comunicaciones (TICs), el desarrollo financiero, y la liberalización comercial de bienes han creado el ambiente propicio para su desenvolvimiento.

Prueba de lo anterior es que el comercio internacional y la inversión extranjera directa (IED) del sector han presentado tasas de crecimiento superiores a las del comercio e IED de bienes (Matto, Stern y Zaninin, 2008). La misma relevancia tiene la participación del sector servicios en la producción mundial, ya que representa tres cuartas partes del PIB de los países desarrollados y la mitad del correspondiente a los países en desarrollo; hecho que influye en la creación de empleo: 70% de los empleos de los desarrollados se encuentra en el sector servicios, y 35% en los países en desarrollo (Martínez, Padilla y Shatan, 2008).

Según investigaciones recientes, la subcontratación de servicios a particulares que operan fuera de las fronteras nacionales de la empresa contratante (*offshoring services*), ha sido una de las actividades más dinámicas del presente siglo. El desarrollo de servicios asociados a las tecnologías de la información (IT) ha mantenido un crecimiento promedio de 33.6% desde el año 2000; le siguen actividades de investigación y desarrollo (R&D) con el 27.1%, Atención al Cliente (Customer Care CC) (20%), Contabilidad y Finanzas (14.4%), Software (15.5%), Servicios Legales (8.3%), Gestión de proveeduría (6.2%), Recursos Humanos (5.1%), Conocimiento (3.5%) y Logística (2.7%) (Estimaciones propias a partir de Lewin, Arie y Volberda, 2011).

Una relevancia adicional de los servicios es su capacidad de resiliencia, según el *Global Business Report* del 2014 el sector ha tenido una recuperación más rápida después de la crisis del 2008. Según esta fuente, la diversificación en el portafolio de servicios, el incremento en el valor de sus contratos y la ampliación a nuevos clientes le han permitido recobrar sus niveles de crecimiento previos a la crisis.<sup>2</sup>

El Center on Globalization, Governance & Competitiveness de la Duke University califica como localizaciones emergentes por el número de empleo generados a: Brasil (12,467), China (45,085), Argentina (9,923), Chile (9,500) y México (9,593); mientras

---

<sup>2</sup> Leer más <http://gbreports.com/>

que Costa Rica, Panamá y El Salvador son calificados como países nacientes con un gran potencial en este sector (Gereffi, Gary y Karina Fernandez-Stark, 2010). La disponibilidad de mano de obra calificada, condiciones financieras estables y un importante desarrollo de la infraestructura de telecomunicaciones y transportes han contribuido a la concentración del sector en estos países.<sup>3</sup>

En América Latina, además de los servicios tradicionalmente comerciados (como transporte y turismo), los servicios empresariales, financieros y de comunicaciones han ido ocupando un lugar estratégico en la cartera de servicios exportados por la región (Cepal, 2005; 2006; 2007 y 2008).

Sin embargo, hasta el momento no se ha realizado una investigación que permita vincular el desarrollo de los servicios con los ciclos de innovación ambiental del sector automotriz en México. Por esta razón, el objetivo de la ponencia es mostrar la relación entre los servicios y los procesos de innovación ambiental en la manufactura de automóviles en México. En virtud de que las empresas (de autopartes y de ensamble final) han estado inmersas en procesos de transformación productiva desde hace más de dos décadas, la hipótesis central de esta ponencia es que la relación de los servicios y las AIA dependen del ciclo de innovación tecnológica en el que se encuentre la empresa automotriz. Derivado de la aplicación de un diseño cuasi-experimental vinculado con la “comparación con un grupo estático”, los hallazgos de investigación permiten afirmar que el desarrollo de los servicios en escala regional es una oportunidad de especialización productiva ante la 2ª revolución del automóvil, caracterizada por la transición hacia la producción de automóviles con mayor eficiencia energética y de menor generación de emisiones.

El documento se integra de esta introducción y tres partes más. En la primera se muestra el procedimiento metodológico seguido en la investigación y los rasgos generales de las empresas visitadas. En segundo lugar, se aplica el modelo de Utterback (1994) para ubicar el rol de los servicios en el ciclo de innovación automotriz. A partir de lo anterior, en la siguiente sección, se muestran un esbozo de los servicios al nivel de las prácticas organizaciones de la innovación ambiental. Por último, en las conclusiones, se plantean los principales retos y oportunidades para que el desarrollo de los servicios sea un catalizador de las capacidades de innovación ambiental del sector automotriz en México.

## **I. METODOLOGÍA DEL ESTUDIO**

---

<sup>3</sup>Al respecto véase también Editorial Offshore service locations (2007 Agosto 30<sup>th</sup>). *The Economist*, Recuperado de <http://www.economist.com/node/9725614>

La investigación se enfoca en la empresa automotriz, sea ésta de ensamble final de vehículos (OEMs) o proveedoras de autopartes (OESs) instaladas en México; mediante la aplicación de un diseño cuasi-experimental vinculado con la “comparación con un grupo estático”, en el cual se realiza un análisis comparativo de empresas según la influencia que tienen los servicios en la ocurrencia de acciones de innovación ambiental (AIA). En este estudio, la AIA es la adaptación de tecnología ambiental a las condiciones de proceso y diseño de producto, la cual es ejercida por ingenieros de una empresa e imbricada en su interacción social. Las tecnologías ambientales consideradas son: a) Tecnologías de control de la contaminación, incluye tecnologías de tratamiento de aguas residuales, b) Tecnologías limpias de proceso: nuevos procesos manufactureros que disminuyen la contaminación y, c) Equipo para monitorear la contaminación.

La investigación se realiza en dos momentos temporales, en la primera etapa se aplicaron entrevistas en profundidad con gerentes de manufactura encargados de la gestión ambiental en 9 plantas de ensamble final y de autopartes (Cuadro 1), entre agosto del 2008 y septiembre del 2009. Sobre esta evidencia empírica, durante el 2013 se estudiaron los mecanismos que vinculan los servicios y las AIA con base en el modelo de Innovación propuesto por Utterback (1994) y desarrollado en Montalvo (2002).

La batería de preguntas para ubicar el ciclo de innovación de una empresa automotriz son las siguientes:

1. ¿Cuál es la principal fuente de innovaciones de producto de su empresa? a) Nuestros propios laboratorios de investigación y desarrollo y recursos humanos, b) Transferimos o licenciamos la mayor parte de nuestro producto de otras empresas; c) Frecuentemente obtenemos nuevos insumos y componentes para nuestro producto de la cadena de proveeduría
2. ¿Cuál es la principal fuente de innovaciones de proceso de su empresa? a) Nuestros propios laboratorios de investigación y desarrollo y recursos humanos, b) Transferimos o licenciamos la mayor parte de nuestro producto de otras empresas; c) Frecuentemente obtenemos nuevos insumos y componentes para nuestro producto de la cadena de proveeduría.
3. ¿Cuál cree usted que es la principal característica que describe mejor la madurez de su producto? a) Diversidad en el diseño, de acuerdo a las necesidades de cada cliente, b) Al menos un producto de nuestra línea es lo suficientemente estable para tener volúmenes significativos de producción, c) Productos estandarizados, sin diferenciación entre ellos.
4. ¿Cuál cree usted que es la principal característica que describe mejor la madurez de su proceso de producción? a) Flexible e ineficiente, con mayor capacidad de absorber cambios fundamentales, b) Mayormente rígido con cambios menores en etapas avanzadas, c) Eficientización, intensivo en capital y rígido con costos altos si se incurre en cambios.

5. ¿Las actividades de investigación y desarrollo de su empresa se enfocan normalmente en...? a) No especificada debida al alto grado de incertidumbre tecnológica de nuestro producto, b) Características específicas de los procesos y productos, c) Cambios incrementales en la tecnología del producto con énfasis en tecnologías de proceso.
6. Principalmente, el tipo de equipo usado en su planta se describe como de... a) Propósito general, requiere mano de obra calificada, b) Algunas fases de los procesos son automatizados, c) Propósitos específicos, principalmente automatizados, donde la mano de obra sólo supervisa y monitorea su funcionamiento.
7. El costo de cambiar las tecnologías de procesos de producción podrías ser para su empresa... a) Bajo, b) Moderado, c) Alto.
8. El número de competidores en su industria es para su empresa... a) De pocos competidores, pero creciendo en número con fluctuaciones importantes en su participación del mercado, b) Declinando en número, c) De pocos competidores que dominan el mercado.
9. Para su empresa, la competencia de su principal producto se basa en... a) Desempeño funcional del producto, b) Variabilidad del producto, ajustado según su uso y diferenciación, c) Precio y/o Calidad
10. El control organizacional de su empresa es principalmente ejecutado por medio de... a) Relaciones empresariales e informales, b) Mediante proyectos y tareas de grupos, c) Estructural, basada en reglas y objetivos

Por otra parte, la batería de preguntas para obtener evidencia empírica sobre las practicas organizacionales capta información en tono a: 1) el papel de los Sistemas de Manejo Ambiental, tipo ISO 14001, 2) la aplicación de la normatividad ambiental , y, c) el nivel de evolución de las habilidades requeridas para aplicar innovaciones ambientales en procesos de manufactura. Las preguntas consideradas para esta ponencia son:

1. Existe alguna presión de la corporación (o de los clientes) para modificar sus procesos hacia otros que tengan menor impacto ambiental. Buscar razones.
2. ¿De qué manera la demanda por adoptar la ISO 14001 impulsa la adopción de tecnologías limpias de proceso o el rediseño de la manufactura?
3. Describir el proceso de certificación, ¿cuándo empezó y quiénes participaron en su elaboración?
4. Detallar el proceso de re-organización de procesos y responsabilidades dentro de la empresa para reducir el impacto ambiental de la manufactura.
5. Reconstrucción de la trayectoria de cumplimiento (o incumplimiento) normativa de la empresa con base en: Desarrollo del programa Industria Limpia. Fechas de certificación y refrendos. Relación del programa Industria Limpia con la ISO 14001 e ISO 9001 u otro certificado de calidad en la industria automotriz.
6. Principales tecnologías ambientales implementadas debido al programa de Industria Limpia e ISO 14001.

7. ¿Cómo se integran los grupos de trabajo que operacionalizan y resuelven problemas en la manufactura del producto? ¿Tienen atribuciones para introducir nociones de re-uso/reciclaje de insumos o componentes en el proceso de manufactura?
8. ¿Existe personal con habilidades relacionadas con el diseño industrial y ambiental? ¿Cómo se relacionan con la ingeniería de producción?,
9. ¿Existe personal que, aun cuando no tenga suficiente preparación técnica, tenga poder de influencia para impulsar acciones productivas que mejoren el desempeño ambiental de la empresa?
10. ¿Existe un staff que continuamente recolecte información sobre tecnologías ambientales y nuevas técnicas de manejo ambiental?, ¿de qué manera se trasmite esta información a la gerencia para implementar acciones que mejoren la productividad y el desempeño ambiental de la empresa?

**Cuadro 1. Principales Características de las Empresas Visitadas**

Empresa	Producto	Año de Fundación
A	Arneses Automotrices	2000
B	Ensamble de Camionetas	2003
C	Ensamble y Maquinado de Cajas de Transmisión	1978
D	Convertidores y Embragues	1998
E	Ensamble de automóviles y camionetas	1980
F	Ensamble de automóviles y camionetas	1961
G	Ensamble de automóviles	1986
H	Pistones y Vielas para motores	1997
I	Arneses y Conexiones Automotrices	1987

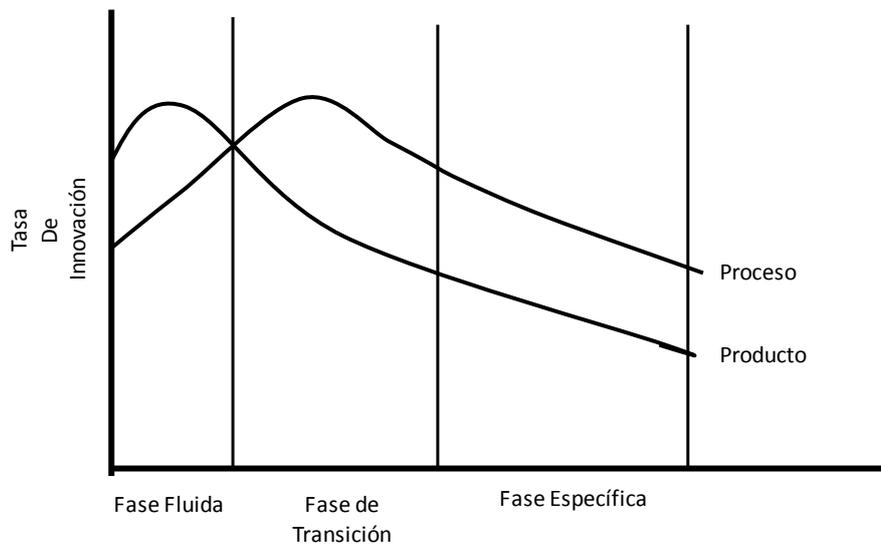
## II. Los servicios en el ciclo de innovación del sector automotriz

El dinamismo económico de los servicios ha estado ligado al desempeño automotriz debido a la progresiva racionalización iniciada durante los ochentas en su cadena de producción. El *offshoring services* ha sido un elemento complementario en la dinámica de las cadenas globales de valor del sector. En contraparte, el escalamiento en la cadena de valor de los servicios, vía la generación de mayor valor agregado y crecientes niveles de capacitación, ha sido clave para incrementar la posibilidad de conservar en los territorios locales parte del valor generado en el sistema mundial (Pozas, Rivera y Dabbat, 2010).

Bajo esta perspectiva, el ciclo de innovación tecnológica es útil para localizar el tipo de servicios que su operación y desarrollo requiere.<sup>4</sup> Siguiendo la tipología de Utterback (1994) utilizada por Montalvo (2002), a continuación se describen los ciclos de innovación tecnológica del sector automotriz en México, los servicios y el tipo de innovación ambiental según fase de evolución (Véase Esquema 1, Cuadro 2 y 3).

### Esquema 1

#### Ciclos de innovación en Productos y Procesos



Fuente: Utterback, 1994, citado en Montalvo 2002.

<sup>4</sup> Una aplicación adicional de esta tipología se puede encontrar en Centro de Investigación para el Desarrollo A.C (CIDAC, 2014)

**Cuadro 2**  
**Características de los ciclos de innovación**

	<b>Fase Fluida</b>	<b>Fase de Transición</b>	<b>Fase Específica</b>
<b>Innovación</b>	Frecuente en diseño de productos	Cambios en Diseños de procesos y generación de economías de escala	Cambios incrementales y acumulativos para aumentar productividad y calidad
<b>Fuentes de Innovación</b>	Industria Pionera	Fabricas manufactureras	Proveedores
<b>Productos</b>	Diseños diversos ajustados al cliente	Diseño de producto suficientemente estable para volúmenes altos de producción	Productos estandarizados, sin diferenciación
<b>Proceso de producción</b>	Flexible e ineficiente, con mayor capacidad de absorber cambios	Mayormente rígido con cambios menores en etapas avanzadas	Eficientización, intensivo en capital y rígido con costos altos si se incurre en cambios
<b>Hacia dónde va la I &amp; D</b>	Abierto debido al alto grado de incertidumbre técnica	Focalizada en características específicas del producto, una vez que emerge un diseño dominante	Focalizada en cambios incrementales, énfasis en procesos de tecnología
<b>Factores de producción</b>	Mano de obra altamente calificada	Algunos sub-procesos automatizados (island of automation)	Mayormente automatizado y mano de obra focalizada en monitoreo de equipos
<b>Costos por cambio de proceso</b>	Bajo	Moderado	Alto
<b>Número de Competidores</b>	Pocos, pero crecientes conforme se amplía la diferenciación de mercados	Muchos, pero declinando en número después de la emergencia de un diseño dominante	Muy pocos, competencia oligopólica con participaciones estables de mercado
<b>Bases de la competencia</b>	Desempeño funcional del producto	Variación de producto y ajustes para usos específicos	Precio
<b>Vulnerabilidad de las industrias líderes</b>	Imitación y cambios en patentes	Aparición de competidores más eficientes y de mayor calidad	Innovaciones tecnológicas que sustituyan al producto

Fuente: Adoptado de Utterback, 1994, citado en Montalvo 2002.

**Cuadro 3**  
**Requerimientos de mano de obra y necesidades de servicios de apoyo especializado según fase del ciclo de innovación**

<b>Fases de los Ciclos de Innovación</b>	<b>Requerimientos de las empresas</b>		<b>Tasa de Innovación</b> (la innovación versa en mayor cuantía en el diseño del proceso o del producto o viceversa)
	<i>Nivel de capacitación de mano de obra que requiere una empresa según la fase</i>	<i>Servicios de apoyo especializado que requiere una empresa según la fase</i>	
Fase Fluida	AC	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigación y desarrollo de ingeniería especializada</li> <li>• Servicios Legales especializados en formas contractuales: uso de licencias y patentes, franquicias y subcontratación</li> <li>• Diseño de producto y marca</li> </ul>	Producto > Proceso
Fase de Transición	AC/CM	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Servicios de Transporte (Carga)</li> <li>• Servicios Empresariales</li> </ul>	Proceso > Producto
Fase Específica	BC/CM	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Servicios de Comunicación, Financieros</li> <li>• Servicios de Seguros</li> <li>• Licencias y Franquicias</li> </ul>	

BC = Baja Calificación, CM = Calificación Media, AC = Alta Calificación

Fuente: CIDAC, 2014 con base en García-Jiménez, 2012.

## A. Fase Fluida

Las empresas que se hallan en la fase fluida integran a su funcionamiento las actividades de diseño de procesos y productos. Su principal fuente competitiva se sustenta en la disminución del tiempo para la realización de sus proyectos y la reducción de los costos asociados con la manufactura y el diseño.<sup>5</sup> Se trata de empresas que desarrollan diversos productos ajustados a necesidades del cliente, aquí se encuentran los centros de investigación automotriz. Sus procesos de manufactura son flexibles, pero con mayor capacidad de absorber los cambios ante diferentes requerimientos del mercado, con un uso intensivo de mano de obra altamente calificada (véase cuadro 2). La tasa de innovación, aunque ligada a la funcionalidad “tradicional” del producto, es mayor en el diseño del producto (producto > proceso), pero con cambios incrementales en las características técnicas del proceso (véase esquema 1).

En esta fase, las grandes transnacionales conservan el diseño científico y arquitectónico del producto terminado, transfiriendo a sus filiales y proveedores parte de la investigación y el desarrollo tecnológico. Esto con la finalidad de aprovechar recursos humanos calificados de menor costo y cumplir con especificidades del producto para diferentes clientes (mercados). Se trata de una nueva forma de administrar el conocimiento a través de redes globales de producción, que ha dado lugar a lo que hoy se conoce como Redes Globales de Innovación (*offshoring innovation*); es decir, la relocalización geográfica de la innovación mediante inversiones en investigación y desarrollo en diferentes filiales transnacionales (Ernst, 2010). El control organizacional se sustenta en formas contractuales asociadas al *captive offshoring* (vinculadas con la integración vertical y horizontal) o del *outsourcing offshoring* (contratación de un tercero en un país diferente del lugar de origen) mediante el pago por el uso de patentes tecnológicas, propiedad de la corporación.

Los servicios de alto valor agregado (servicios de desarrollo de competencias)<sup>6</sup> que requieren las empresas que se encuentran en la fase fluida de la innovación son: servicios de investigación y de desarrollo de software especializado, nuevos materiales e ingeniería de nanotecnología, mecatrónica y genética, servicios legales para la aplicación de formas contractuales asociadas con el uso de licencias, patentes, franquicias y propiedad intelectual, además de la generación de tecnologías de monitoreo y diseño de producto y marca (véase cuadro 3).

Para este tipo de servicios se requiere que la mano de obra cuente con certificados internacionales que avalen habilidades y competencias relacionadas con los negocios internacionales, la ingeniería mecatrónica, la nanotecnología y la investigación de materiales. Este tipo de servicios tienen una vinculación directa con empresas locales en la medida que éstas tengan vínculos directos con los circuitos de negocio internacional, capacidades tecnológicas y de mano de obra altamente calificada. El factor de atracción

---

<sup>5</sup> Alonso y Carrillo (1996) han documentado que “el nivel tecnológico aumenta considerablemente (...) pero no por la adopción de procesos automatizados, sino por la maquinaria (...) para el diseño de productos”. Citado en García-Jiménez, 2008.

<sup>6</sup>Basado en tipología construida en García-Jiménez, 2012, *op. cit.*

clave es la libre movilidad de mano de obra calificada con las certificaciones internacionales referidas.

En escala regional estos servicios, cuando se orientan hacia la implementación de innovaciones ambientales, son una oportunidad de especialización productiva ante la 2ª revolución del automóvil, caracterizada por la transición hacia la producción de automóviles con mayor eficiencia energética y de menor generación de emisiones. Principalmente, debido a que la innovación ambiental se incorpora desde el diseño del producto, con servicios ambientales internalizados para cumplir la normatividad e intervenir en el diseño del producto.

## **B. Fase de Transición**

Las plantas automotrices ubicadas en la fase de transición son filiales encargadas de elaborar productos que combinan procesos automatizados y uso intensivo de mano de obra poco o medianamente calificada. Son fábricas manufactureras asociadas con proveedores de tier 1 y de ensamble de unidades completas. Su competitividad estriba en hacer eficientes sus procesos de manufactura y generar economías de escala, ya que sus productos cuentan con un diseño lo suficientemente estandarizado como para obtener altos volúmenes de producción (economías de escala) (véase cuadro 2). Como se puede observar en el esquema 1, en la fase de transición la tasa de innovación de las plantas automotrices se concentra en mayor proporción sobre los cambios en las características del proceso por encima del diseño del producto (proceso > producto).

En función de los altos volúmenes de producción generados durante esta fase, los servicios de apoyo especializado (servicios compartidos) para su funcionamiento son: servicios de transporte de carga, servicios empresariales (i.e importación-exportación, contabilidad, ingeniería e investigación de mercados), servicios legales para la ejecución de impuestos y contratos internacionales (*joint ventures*, franquicias, licencias y seguros), y servicios financieros (véase cuadro 3). El determinante para que las empresas de servicios compartidos decidan invertir en el país es la eficientización de costos mediante el acceso a mano de obra calificada, el rediseño de procesos y el mejoramiento de los niveles de servicio. Esto con la finalidad de hacer más eficiente la operatividad de la empresa contratante en su país de origen.

El requerimiento crítico para la atracción de este tipo de inversión es que la mano de obra tenga conocimientos a nivel técnico y profesional de contabilidad, finanzas y gestión de recursos humanos. El detonante clave de estas actividades son las certificaciones internacionales de habilidades y competencias relacionadas con: arquitectura, ingeniería civil, computación e informática, contabilidad y finanzas, principalmente, además, del acceso a la infraestructura de telecomunicaciones y transportes a precios competitivos. Los factores clave de atracción para empresas del sector automotriz que se encuentran en este ciclo de innovación son: la existencia de mano de obra especializada en productos metalmecánicos (básica), polímeros de

plástico y moldes, dispositivos eléctricos y electrónicos; además de los servicios descritos en el párrafo anterior.

Las economías de escala con productos estandarizados ostentan rigideces importantes para realizar cambios que impliquen una disminución del impacto ambiental de sus actividades, pues la investigación y desarrollo se enfoca en características específicas del producto. En este sentido, la innovación ambiental que se realiza en la fase de transición está relacionada con las actividades de eficientización manufacturera (i.e. justo a tiempo, inventarios, reducción de residuos en procesos, etc). En esta fase, los servicios vinculados con la innovación ambiental son aquellos relacionados con el cumplimiento normativo, pero integrados en la eficientización de procesos dentro de las filiales automotrices.

El mecanismo que hace posible dicha internalización es que, dado que las empresas automotrices funcionan como filiales éstas se constituyen como unidades de costo que reciben un presupuesto anual corporativo cuya responsabilidad de manejo está a cargo de las agencias locales de la planta. En este esquema, el corporativo solicita el producto y la empresa se responsabiliza de organizar el proceso de manufactura; cumpliendo con sus obligaciones administrativas, certificados internacionales (tipo ISO 9001 y 9002, QS900 e ISO 14001), y diferenciación del producto.

Al tener como principal ventaja competitiva la eficientización de procesos, la reducción de costos unitarios tiene un mayor peso que la disminución de costos administrativos en su estructura operativa (como sucede en la fase específica). En este sentido, los costos del control ambiental son observados de una manera menos nociva respecto a su principal competencia debido a que éste se distribuye sobre la base del costo unitario. Es decir, permite tolerar un mayor costo administrativo asociado con el control ambiental; lo cual, tiene como resultado la incorporación del desempeño ambiental en sus actividades de racionalización de procesos.

### **C. Fase específica**

Las filiales automotrices que operan en la fase específica son aquellas que desarrollan productos mayormente automatizados e intensivos en mano de obra. Son fábricas de manufactura asociadas con las maquiladoras proveedoras tier 2 y 3. Su principal fuente de competitividad recae en el pago por unidad producida, con cambios incrementales y acumulativos en sus procesos de manufactura para aumentar la productividad y calidad del producto (véase cuadro 2). La tasa de innovación de este tipo de industrias se concentra más en cambios y adaptaciones de la manufactura (proceso) que en el diseño del producto en sí (procesos > producto) (véase esquema 1)

Las empresas automotrices en la fase específica operan como unidades *shelter* y/o de subcontratación manufacturera, donde el cliente (la corporación) pone la maquinaria, la materia prima y el diseño del proceso, mientras que la empresa filial se encarga de ensamblar los productos y manejar las cuestiones administrativas ligadas a su funcionamiento (i.e. pago de salarios, renta, luz, trámites burocráticos). El tipo de

relación matriz-subsidiaria se sustenta en el pago por producto ensamblado bajo la modalidad de la integración vertical (*Captive Offshoring*). La estrategia competitiva de este tipo de empresa se basa en la disminución de costos administrativos (por ejemplo, vía la utilización de mano de obra barata) y la producción del mayor número de unidades en el menor tiempo posible (García-Jiménez, 2008). Dada la producción a escala, los servicios de apoyo especializado y niveles de capacitación requeridos son los mismos que para las empresas en fase de transición (véase Cuadro 3).

El factor clave de atracción en la fase específica es la existencia de infraestructura básica (telecomunicaciones y transportes, servicios públicos de agua y drenaje, disponibilidad de energía eléctrica y gas natural), además de mano de obra barata y especializada en procesos de monitoreo de equipo automatizado y manual, con capacidades básicas de lectura y análisis lógico-matemático.

Los niveles de capacitación para operar estos servicios se relacionan con: 1) el análisis lógico-matemático para el diagnóstico de problemas operativos; 2) el conocimiento básico relacionado con la aplicación de *software* y *hardware*, 3) la existencia de mano de obra certificada con estándares internacionales en el uso del idioma inglés y tecnologías de información; y, finalmente, 4) mano de obra con conocimientos a nivel técnico y profesional de contabilidad, finanzas y gestión de la propiedad intelectual y formas de contratación internacional (*joint ventures*, franquicias, seguros y licencias).

Dada una estrategia competitiva donde la disminución de costos administrativos (v.gr. vía la utilización de mano de obra barata) y la producción del mayor número de unidades son claves, la aplicación de innovaciones ambientales tiende a elevar sus costos operativos, erosionando su ganancia dada por su principal competencia. Bajo estas condiciones, las empresas automotrices en este ciclo de innovación se inclinan por el cumplimiento mínimo de la normatividad ambiental para no afectar su estructura de costos y mantener la continuidad de sus actividades, reduciendo el impacto sobre sus ingresos por la introducción de medidas ambientales. El tipo de servicios ambientales asociados con este ciclo de innovación se relaciona con la existencia de consultoras especializadas en el cumplimiento normativo aplicado a sus actividades manufactureras.

En síntesis, la producción del sector automotriz según la fase del ciclo de innovación que se encuentre requiere los siguientes servicios: a) servicios de transporte de carga, b) servicios financieros para realizar transferencias entre compradores y vendedores; así como la proveeduría de seguros durante el transporte, y, c) servicios de telecomunicaciones para monitorear la entrega-recepción de las mercancías. Asimismo, las filiales automotrices también utilizan servicios profesionales de consultoría contable y legal para fijar sus precios de transferencia y establecer formas de contratación específica (por ejemplo, uso de licencias, patentes y franquicias), además de cumplir con la normatividad ambiental. Mientras que, para la producción de productos de mayor valor agregado, los servicios para el desarrollo de competencias vía la investigación y desarrollo tecnológico son claves para la producción automotriz que disminuye su impacto ambiental desde el diseño del producto.

Cuando estos servicios se enfocan hacia la innovación ambiental, según su ciclo de innovación, su desarrollo implica mayores posibilidades de especialización regional del sector automotriz, especialmente en lo relacionado con: 1) la construcción de nuevos diseños conceptuales del producto, centrados en la selección de materiales alternativos (magnesio, aluminio, nuevas aleaciones de acero); 2) el desarrollo de nuevas tecnologías de trenes de transmisión, enfocados en la eficientización de motores de combustión interna, la aplicación de motores eléctricos y el desarrollo de motores con celdas energéticas (Fuel Cell Vehicles, FCV), 3) el diseño de sistemas de tráfico y de infraestructura vehicular adecuados a la nueva arquitectura del auto y, por último, 4) los diseños automotrices que incorporan el reciclaje y la re-manufactura de las autopartes al final de su vida útil.

Estas evidencias conceptuales indican que el escalamiento en los ciclos de innovación del sector automotriz se encuentra asociado con el desarrollo de los servicios que, enfocadas a la innovación ambiental, puede propiciar que las regiones donde se ubiquen dichas empresas tengan una mejor posición competitiva ante la 2ª revolución del automóvil; impulsada por el requerimiento de su principal mercado (Estados Unidos y Europa) por transitar hacia la producción de automóviles con mayor eficiencia energética y de menor generación de emisiones. Dado el modelo analítico planteado, ¿cuál es la situación del sector automotriz respecto a la complementariedad servicios-innovación ambiental?

### **III. Prácticas Organizacionales de la Innovación Ambiental y Servicios**

En esta ponencia se entiende por innovación ambiental a la adaptación de tecnología ambiental a las condiciones de proceso y diseño de producto, la cual es ejercida por ingenieros de una empresa e imbricada en su interacción social. Las tecnologías ambientales consideradas son: a) Tecnologías de control de la contaminación que incluye tecnologías de tratamiento de aguas residuales, b) Tecnologías limpias de proceso enfocados en nuevos procesos manufactureros que disminuyen la contaminación y, c) Equipo para monitorear la contaminación.

Tomando lo anterior como punto de partida, la innovación ambiental del sector automotriz ha sido impulsada por la necesidad de cumplir la normatividad ambiental y los procesos de eficientización manufacturera. En materia normativa, la regulación ambiental para el sector automotriz ha ocurrido en dos fases: la primera que ha abarcado desde la década de los ochenta hasta nuestros días basada en la realización de inspecciones federales de “comando y control” para verificar los niveles de cumplimiento y, una segunda fase, que inicia en la era del Tratado de Libre Comercio con Estados Unidos y Canadá (TLCAN) fundada sobre la premisa del cumplimiento normativo escalonado, mediante la inscripción de las empresas automotrices en el Programa de Autogestión “Industria Limpia” ante la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA).

Ambos esquemas regulatorios han tenido efectos diferenciados sobre la innovación ambiental y el tipo de servicios vinculados con las empresas del sector. Principalmente debido a que los cambios ocurridos en la aplicación normativa coinciden con modificaciones en la estrategia competitiva del sector (principios de los noventa); lo cual crea las condiciones para que la innovación se vincule con el tratamiento de los problemas ambientales. Así, mientras que en la primera fase, la innovación ambiental se orienta al cumplimiento normativo (fase específica), en la segunda, se observa la realización de innovaciones provenientes de la presión regulatoria en combinación con la innovación ambiental generada por la estrategia de eficientización de procesos (fase transición).

Dado la evidencia empírica, la aplicación normativa basada en instrumentos de comando y control ha condicionado el desarrollo de innovaciones ligadas al manejo y confinamiento de residuos peligrosos, la instalación de plantas pre-tratadoras de aguas residuales y la remediación de sitios contaminados; mientras que la aplicación normativa de la segunda fase vinculada con la estrategia de eficientización ha propiciado el control ambiental en los procesos de manufactura.

El mecanismo inter-fase entre el ciclo de innovación de la etapa específica y de transición ha estado mediado por la homologación de competencias ambientales y la coexistencia de procesos de aprendizaje organizacional diferenciado; lo cual ha propiciado la composición de estructuras organizacionales isomórficas, pero con procesos cognitivos divergentes. Ello debido a que la estructura cognitiva desarrollada para el cumplimiento normativo deja fuera de control los problemas originados por el exceso de residuos en la primera fase de la aplicación normativa (ligada con la fase específica), cuando se dan los cambios en la manufactura del producto o aumentos en los stocks de producción en la era post-TLCAN; se propicia la necesidad de incorporar la innovación ambiental en las actividades manufactureras (fase transición).

Dicho en otras palabras, aunque las empresas logran tener capacidad administrativa para manejar la disposición de los residuos, no tienen controladas las cantidades generadas durante la manufactura; lo cual, conforme pasa el tiempo se convierte en un aspecto crítico debido a los crecientes costos de disposición y escasez de recursos naturales como el agua. Este desequilibrio no se puede resolver con las competencias ambientales alcanzadas por el cumplimiento normativo (fase específica) debido a que dichos factores no son evidentes al inicio de la fase específica del ciclo de innovación del sector (ocurrido durante los ochentas); pero conforme el sector se va consolidando como plataforma de exportación (y se encamina hacia la fase de transición en los noventa) se exhiben los vacíos de carácter manufacturero que subyacen en la innovación ambiental desarrollada hasta entonces, cuando la estructura cognitiva de las empresas no solo tiene que resolver el cumplimiento normativo; sino que también se obliga a realizarlo al menor costo posible (fase transición).

Así, ante las ausencias de conocimiento manufacturero para eficientizar los costos de cumplimiento, se inicia una serie de ensayos (prueba y error) de los ingenieros ambientales para disminuir el flujo de residuos; lo cual, propicia las condiciones para evolucionar

hacia la integración del cumplimiento normativo en la estrategia de eficientización manufacturera. Dicho en otras palabras, ocurre la evolución de la fase específica hacia la fase de transición; pero con la posibilidad de avanzar hacia la fase fluida del ciclo de innovación ambiental.

#### **IV. Conclusiones**

El fortalecimiento de servicios vinculados con la producción y comercio de bienes puede convertirse en una nueva fuente de recursos y una nueva forma de diversificar la canasta exportadora. El *offshoring services* es un elemento complementario en la dinámica de los ciclos de innovación tecnológica del sector automotriz que puede contribuir en su desempeño ambiental. Mientras que la generación de mayor valor agregado y crecientes niveles de capacitación que acompañan a dicha dinámica son clave para incrementar la posibilidad de conservar en los territorios locales parte del valor generado en el sistema automotriz mundial.

Sin embargo, para incrementar el dinamismo de los servicios vinculados con el escalamiento industrial y la innovación ambiental es necesario impulsar un cambio en la estructura productiva, pues una economía basada en servicios requiere de infraestructura y capacidades en su fuerza laboral complementarias a las de una economía solo basada en bienes manufactureros.

Para México, el reto consiste en incrementar la competitividad del sector automotriz y mejorar su capacidad para atraer o conservar en su territorio parte del valor generado en sus cadenas de valor global. Lo cual, significa ser capaz de ubicarse en aquellos segmentos manufactureros y de servicios de mayor valor agregado, intensivos en conocimiento. En el logro de este objetivo, es necesario una política industrial enfocada en la formación de capacidades endógenas para la innovación, y, en general, la generación y circulación del conocimiento como factor clave para la captura regional de valor (Pozas, Rivera y Dabat, 2010).

Dado que el desarrollo de servicios se está convirtiendo en la clave para impulsar actividades de mayor valor agregado en el sector automotriz, existe la posibilidad de que al promover políticas de competitividad y escalamiento en la cadena de valor de los servicios también se estimule su desarrollo manufacturero y la innovación ambiental. Situación que puede propiciar que las regiones donde se ubiquen dichas empresas tengan una mejor posición competitiva ante la 2ª revolución del automóvil. Ello debido a que dentro de la dinámica del ciclo de innovación tecnológica, la innovación ambiental puede evolucionar desde el cumplimiento normativo derivado de la fase específica hasta la innovación ambiental orientada al diseño de productos automotrices (fase fluida), pasando por su incorporación en la manufactura del producto (fase transición).

La evolución deseable hacia la fase fluida del ciclo de innovación abre la posibilidad de propiciar una mayor captura de valor local, principalmente en la maduración de

servicios asociados al desarrollo de competencias orientadas a: 1) la construcción de nuevos diseños conceptuales del producto, centrados en la selección de materiales alternativos (magnesio, aluminio, nuevas aleaciones de acero); 2) el desarrollo de nuevas tecnologías de trenes de transmisión, enfocados en la eficientización de motores de combustión interna, la aplicación de motores eléctricos y el desarrollo de motores con celdas energéticas (Fuel Cell Vehicles, FCV), 3) el diseño de sistemas de tráfico y de infraestructura vehicular adecuados a la nueva arquitectura del auto y, por último, 4) los diseños automotrices que incorporen el reciclaje y la re-manufactura de las autopartes al final de su vida útil. Dada la evolución de la fase específica hacia la de transición es posible la creación de un corredor verde en los principales centros de producción automotriz (Guanajuato, Querétaro, San Luis Potosí, Toluca y Morelos), que aprovechen la co-evolución del upgrading del sector servicios, la manufactura automotriz y la innovación ambiental derivada de dicha interacción.

En síntesis, el reto principal es promover la competitividad del sector servicios vinculado con el ciclo de tecnológico del sector automotriz y la innovación ambiental. Para ello es necesario que la política ambiental, vía la operación de esquemas de cumplimiento voluntario (como el programa “Industria Limpia”), se oriente hacia la eficientización del desempeño ambiental según la lógica eficientizadora de las empresas automotrices. Aunque el tipo de innovaciones ambientales esperadas con dicho esquema tendrá un umbral crítico fácilmente alcanzable, debido a las rigideces estructurales del paradigma tecnológico al que está anclado el automóvil, la evidencia empírica mostrada indica que, cuando se logran consolidar capacidades y competencias manufactureras dirigidas al medio ambiente es posible avanzar dinamizar el ciclo tecnológico que implique la transferencia de funciones de diseño de productos con enfoque sustentable.

Lo anterior, aproxima hacia una agenda de investigación relacionada con: 1) el estudio de la gobernanza vinculada con la co-evolución del sector servicios y la dinámica tecnológica del sector automotriz, al nivel de las practicas organizacionales vinculantes; 2) el análisis de la problemática del uso de agua, emisiones, flujo de residuos y eficientización energética en el ciclo de innovación tecnológico; y, 3) el estudio de la construcción social del riesgo en los agentes que toman decisiones económicas para conducir los problemas ambientales asociados con su actividad.

## **Bibliografía**

Alonso, Jorge y Jorge Carrillo, Gobernación económica y cambio industrial en la frontera norte de México: un análisis de trayectorias y aprendizaje. *Revista Eure. Separata*, XXII (67), 45-64.

Centro de Investigación para el Desarrollo A.C [CIDAC]. (2014). *Reshoring México 2014. Índice de Capacidad de Atracción de Inversión Manufacturera*. Recuperado de [http://cidac.org/esp/uploads/1/Reshoring\\_Mexico\\_2014\\_310314.pdf](http://cidac.org/esp/uploads/1/Reshoring_Mexico_2014_310314.pdf)

Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL]. (2005), *La inversión extranjera directa en América Latina y el Caribe*, Santiago de Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL]. (2006), *La inversión extranjera directa en América Latina y el Caribe*, Santiago de Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL]. (2007), *La inversión extranjera directa en América Latina y el Caribe*, Santiago de Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL]. (2008), *La inversión extranjera directa en América Latina y el Caribe*, Santiago de Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe.

Gereffi, Gary y Karina Fernandez-Stark (2010) The Offshore Services Global Value Chain. Center on Globalization, Governance & Competitiveness, Duke University. This paper was commissioned by the Chilean Agency for Economic Development (CORFO)

Ernst, Dieter, (2010). “Innovación Offshoring en Asia: causas de fondo de su ascenso e implicaciones de política”. En Pozas, María de los Ángeles; Miguel Ángel Rivera y Alejandro Dabat (coord.) *Redes globales de producción, rentas económicas y estrategias de desarrollo: la situación de América Latina*. Primera Edición. México, D.F. El Colegio de México, Centro de Estudios Sociológicos, pp. 7 – 30.

García-Jiménez Humberto (2008) Evolución productiva y tecnologías ambientales: Un análisis de trayectorias de la maquiladora de Tijuana. En Rhys O. Jenkins y Alfonso Mercado (coords.) *Ambiente e Industria en México: tendencias, regulación y comportamiento empresarial*. Primera edición. México, D.F. El Colegio de México, Centro de Estudios Económicos, pp. 375 – 409.

García-Jiménez Humberto (2012) “El Comercio de Servicios en los países de Centroamérica y El Caribe, 2000-2010” Comisión Económica para América Latina y El Caribe (CEPAL) México, D.F. (LC/MEX/L1086).

García-Jiménez Humberto (2014) “Los servicios como base del desarrollo manufacturero en México” *Revista Puentes*, 15 (3) 322-345.

García-Jiménez Humberto (Coordinador) (2014) “Estudio de Factibilidad para las Licenciaturas en Economía y Sociología” Facultad de Estudios Superiores de Cuautla, UAEM. Documento inédito.

García Jiménez, Humberto (2015) *Sistemas Complejos e innovación ambiental del sector automotriz en México*. 1a. Ed. México, D.F. El Colegio de México. Centro de

Estudios Sociológicos. Cuernavaca, Morelos. Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

Lewin, Arie y Henk W. Volberda (2011) Co-evolution of global sourcing: The need to understand the underlying mechanisms of firm-decisions to offshore. *International Business Review* 20 (2011) 241–251.

Martínez, Jorge Mario, Ramón Padilla y Claudia Schatan (2008), *Comercio internacional: de bienes a servicios*, Serie Estudios y perspectivas, N° 97 (LC/L.2882-P), México D. F., Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

Matto, Aaditya, Robert M. Stern y Gianni Zanini (editores) (2008), *A Handbook of International Trade in Services*, Nueva York, Oxford University Press.

Mercado, Alfonso (2010), “Los compromisos adquiridos en acuerdos de libre comercio bilaterales y los espacios para una política industrial en México y Centroamérica”. México, D.F. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

Montalvo, Carlos (2002), *Environmental Policy and Technological Innovation: Why do firms reject or adapt new technologies?* Cheltenham, Reino Unido. Edward Elgar,

Editorial, (2007, Agosto 30) Offshore service locations. *The Economist*. Recuperado de <http://www.economist.com/node/9725614>”.

Utterback, James M., *Mastering the Dynamics of Innovation*, (1994). Cambridge, Estados Unidos. Harvard Business Press.