

Aprendizaje organizacional y comportamiento ambiental en la industria maquiladora del norte de México

Ma. del Rosío Barajas Escamilla*

Carmen Rodríguez Carrillo**

Humberto García Jiménez***

RESUMEN

El objetivo central de este artículo es analizar el desempeño ambiental en relación con el escalamiento industrial de las maquiladoras fronterizas. Las preguntas centrales son: a) ¿cuál es el nivel de desempeño ambiental que existe en las empresas maquiladoras? y b) ¿el desempeño ambiental corresponde a la evolución productiva de estas empresas? La hipótesis de trabajo sugiere que la capacidad y necesidad de implementar acciones de protección ambiental se asocia con el nivel de evolución manufacturera de las maquiladoras. A través de la construcción de *niveles de complejidad tecnoproductiva* y de un indicador de desempeño ambiental identificamos las características sociotécnicas de las maquiladoras visitadas, comparadas con sus niveles de escalamiento industrial y de desempeño ambiental.

Palabras clave: 1. desempeño ambiental, 2. evolución tecnoproductiva, 3. maquiladoras, 4. ciudades fronterizas, 5. México.

ABSTRACT

The principal goal of this paper is to analyze the environmental performance related with the industrial upgrading in the in-bond industry. The key questions are: a) what are the levels of environmental performance in maquiladoras? and b) Is the environmental performance according with the industrial upgrading? Our hypothesis suggests that the capacity and necessity of applying environmental activities is associated with the industrial upgrading. The construction of technoproductive levels and the environmental performance index identified the sociotechnical aspects compared with our key variables.

Keywords: 1. environmental activities, 2. technoproductive evolution, 3. maquiladoras, 4. border cities, 5. Mexico.

*Coordinadora de la maestría en desarrollo regional de El Colegio de la Frontera Norte. Dirección electrónica: rbarajas@colef.mx.

**Investigadora independiente adscrita a diversos proyectos de investigación en El Colegio de la Frontera Norte. Dirección electrónica: crodriguez2003mx@yahoo.com.mx.

***Responsable de investigación de las licenciaturas en administración y contaduría pública de la Universidad Cristóbal Colón. Dirección electrónica: garciah@aix.ver.ucc.mx.

Fecha de recepción: 28 de octubre de 2005.

Fecha de aceptación: 24 de abril de 2006.

INTRODUCCIÓN¹

Con la entrada en vigor del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) entre México, Estados Unidos y Canadá ha surgido un enorme interés en conocer más ampliamente los impactos del crecimiento de la industria maquiladora de exportación (IME) en el desarrollo de países como México.

La importancia creciente de la IME se refleja en el hecho de que, en cuatro décadas, el programa que en un principio fue considerado “transitorio pero necesario” se convirtió en un programa que ha servido de base para el desarrollo industrial regional. Sin embargo, actualmente, el futuro de esta industria se encuentra en una fuerte encrucijada debido a que, por un lado, vive un proceso importante de escalamiento industrial y, por otro, enfrenta distintas coyunturas que, así como imponen el cierre de plantas en las ciudades fronterizas, propician la llegada de nuevas inversiones que neutralizan los efectos negativos de la migración de plantas hacia otras regiones con bajos salarios.

En este sentido, y dado que el desarrollo de la IME está ligado directamente al flujo de comercio e inversión generado por la dinámica productiva de las redes corporativas globales a las que pertenece, se ha planteado que México, con la apertura comercial, continuaría especializándose en industrias relativamente “sucias”. Aunado a ello, existe la percepción de que se ha avanzado poco en el diseño y adopción de mecanismos de política para mitigar los impactos ambientales derivados del incremento comercial (Nauman, 2001).

No obstante, debido a que las empresas de exportación han tenido mayores presiones para mejorar sus sistemas de gestión ambiental como un requisito de competencia (Porter y Van der Linde, 1995; Constantino, 1996) y a que a raíz de la negociación del TLCAN el gobierno mexicano ha tenido la necesidad de fortalecer el marco institucional de protección ambiental, se ha debilitado, pero no ha desaparecido, el argumento de que la apertura comercial crearía en el país un “paraíso” para las industrias más contaminantes (Shatan, 2000; Gallagher, 2000; Jenkins, 2003).

¹Este documento forma parte del proyecto “Procesos de aprendizaje en la industria maquiladora de exportación (IME) y las tecnologías ambientales en tres ciudades fronterizas del norte de México”, financiado por la Comisión de Cooperación Ambiental (CCA) de América del Norte. La versión original fue presentada en el Tercer Simposio sobre Comercio, Inversión y Medio Ambiente en América del Norte, realizado del 30 de noviembre al 1 de diciembre de 2005 en Montreal, Canadá. Los autores agradecen el apoyo financiero de la CCA, El Colegio de la Frontera Norte (Colef) y la Universidad Cristóbal Colón (UCC) para la llevar a cabo este estudio, así como las observaciones de los dictaminadores, que ayudaron a mejorar su lectura y presentación.

Por su parte, al interior de la IME se ha gestado un proceso de cambio tecnológico y organizacional como consecuencia de las estrategias de competencia en las redes globales de producción a las cuales pertenece un amplio sector de las maquiladoras. De esta manera, en las estrategias directamente relacionadas con la calidad en los procesos de manufactura existe una tendencia que consiste en la introducción de certificaciones de calidad ambiental (serie ISO 14000). En empresas filiales de transnacionales, los consumidores y los inversionistas se empiezan a constituir como entes de regulación para presionar por un mejor desempeño ambiental y de seguridad e higiene laboral. Según Wheeler (2002), este desempeño forma parte de la evaluación de la empresa en los mercados de valores, donde las noticias sobre la calidad ambiental y la inversión en tecnologías menos contaminantes pueden mejorar la rentabilidad prevista de una empresa. En algunas maquiladoras, ello ha propiciado una presión adicional para mantener altos niveles de desempeño ambiental, lo que ha generado la necesidad de crear competencias y capacidades de aprendizaje en materia ambiental.

Así, en los últimos años, diversos autores han trazado la senda evolutiva de la IME, y si bien es cierto que sus estudios no nulifican las críticas a la maquila, sí muestran la heterogeneidad productiva de las plantas maquiladoras y las diferentes trayectorias que han seguido en términos productivos (Gerber, 1999), tecnoproductivos (Barajas, Rodríguez y Almaraz, 2006), tecnológic-laborales (Barajas y Rodríguez, 1989 y 1990; Brown y Domínguez, 1989; Carrillo y Hualde, 1997), organizacionales (González-Aréchiga y Barajas, 1989), ambientales (Méndez, 1995; García, 1999 y 2002; Montalvo, 2002 y 2004), de seguridad en el trabajo (El Colegio de la Frontera Norte, 2001; Carrillo y García, 2003), y de su vinculación con diversas instituciones fronterizas y transfronterizas (Casalet, 2000; Lara, 2004; Barajas y Rodríguez, 2006).

Sin embargo, la vinculación específica de la evolución productiva y el desempeño ambiental es una línea analítica que está en continua construcción, dada la diversidad de parámetros conceptuales que se utilizan tanto para caracterizar el cambio tecnológico y organizacional de la maquila como para establecer los lineamientos que midan su desempeño ambiental (Rojas, 1996; García, 1999; Kopinak y Guzmán, 2000; Montalvo, 2002; Shatan, 2000; Mercado, 2001; Stromberg, 2005).

En este contexto, el objetivo central de este trabajo es analizar el desempeño ambiental que han tenido las empresas extranjeras que operan bajo el régimen de la industria maquiladora. Para lograr lo anterior, hemos desarrollado

una metodología de *niveles de complejidad tecnoproductiva* como criterio analítico que operacionaliza el cambio tecnológico y organizacional que ha tenido la maquila en los últimos años, a la luz de los cuales estudiamos las diferencias que presenta su desempeño ambiental. Así, nos remitimos al análisis de la relación entre escalamiento industrial² y desempeño ambiental.³

En este sentido, las preguntas centrales del presente documento son: *a)* ¿cuál es el nivel de desempeño ambiental que existe en las empresas maquiladoras? y *b)* ¿el desempeño ambiental corresponde a la evolución tecnoproductiva y organizacional de estas empresas? La hipótesis de trabajo que formulamos se basa en observaciones y hallazgos de investigaciones precedentes (Barajas, Rodríguez y Almaraz, 2006; García, 1999, 2002; Carrillo, García y Gomis, 2005). Esta hipótesis sugiere que la capacidad y necesidad de implementar acciones de protección ambiental se asocia con el nivel de evolución manufacturera de las maquiladoras, específicamente con sus niveles tecnoproductivos alcanzados.

La relación causa-efecto de nuestro planteamiento no pretende establecer una relación mecánica del desempeño ambiental ya que, desde nuestra perspectiva, éste es producto de un proceso de articulación de diferentes dimensiones en el que cada una contribuye parcialmente en la conducta ambiental de las filiales extranjeras y donde los alcances de cada nivel se expresan a la luz de contextos productivos particulares. Este planteamiento nos permite enriquecer el contexto de decisiones ambientales sugeridas por nuestro modelo hipotético.

²El escalamiento industrial es conocido en la literatura como *industrial upgrading*. En este documento se refiere a la evolución ascendente de las características tecnoproductivas de las maquiladoras. Su operacionalización se realiza a través de los niveles de complejidad tecnoproductiva que identificamos como parámetros de cambio. El escalamiento industrial es sinónimo de los siguientes términos utilizados a lo largo de este trabajo: evolución manufacturera, evolución tecnoproductiva y niveles de complejidad tecnoproductiva.

³En este trabajo, podemos definir el comportamiento ambiental como las políticas que realizan las empresas en función de las exigencias externas e internas en materia de protección ambiental, las cuales afectan la estructura de operación de las propias empresas. Las firmas necesitan responder tanto a los requerimientos externos (provenientes de las casas matrices y del mercado del producto) como a los internos (derivados de la normatividad gubernamental). En función de ambos, cada planta destina ciertos recursos humanos y económicos para la atención de estas exigencias, lleva a cabo acciones preventivas, enfrenta dificultades específicas y se relaciona con otras instituciones. Así, el comportamiento ambiental es medido a través del índice de desempeño ambiental (IDA), el cual es calculado considerando los recursos humanos y financieros que las plantas maquiladoras destinan a la protección ambiental.

Así, el desarrollo del comportamiento ambiental y la medida de su desempeño son resultado de la articulación de dimensiones locales y globales, las cuales tienen alcances diferenciados sobre el comportamiento ambiental en las plantas maquiladoras, de tal manera que en la dinámica entre desempeño ambiental y evolución productiva también consideramos el vínculo entre las megatendencias productivas y ambientales (*dimensión global*),⁴ la transferencia productiva y ambiental hacia las maquiladoras y la aplicación de la regulación ambiental (*dimensiones global y local*, respectivamente)⁵ y, por último, el tipo de aglomeración industrial relacionada con la aplicación normativa en la *dimensión local*. Todos estos niveles refieren la dotación de capacidades y competencias que, suponemos, mejoran cuantitativa y cualitativamente el comportamiento ambiental de las maquiladoras.

Si entendemos el desempeño ambiental como una medida del comportamiento ambiental de las plantas visitadas –calculada con base en los recursos humanos y económicos que las plantas destinan a la protección ambiental–, nuestra hipótesis es que a un mayor nivel de evolución productiva deberían corresponder más y mejores recursos humanos y económicos para la protección ambiental. Esto podría estar condicionado a la forma en que se articulan los niveles descritos anteriormente, enriqueciendo así el contexto en el cual se producen las decisiones ambientales de las plantas visitadas.

Para exponer los principales resultados de nuestro estudio, en primer lugar presentamos la perspectiva analítica a partir de la cual construimos nuestras categorías de análisis. En este apartado mostramos el comportamiento ambiental de las maquiladoras como resultado de sus procesos de aprendizaje y construcción de competencias, además del papel que juega la aplicación de la normatividad y la red corporativa global en la protección del ambiente.

En segundo lugar, se expone la metodología que da sustento al análisis empírico de los niveles tecnoproductivos y el indicador de desempeño ambiental (IDA). La fuente estadística para la construcción de nuestros indicadores es la

⁴Este nivel se refiere a las nuevas condiciones de competitividad internacional y a la protección ambiental como un requisito emergente de estos requerimientos competitivos; concretamente, las tendencias mundiales de calidad y gestión ambiental, expresadas en la difusión de las certificaciones ISO y en la adopción de elementos identificados con el modelo de producción japonés.

⁵Aquí el desempeño ambiental estaría asociado a dos condiciones: por un lado, los requerimientos operativos impuestos a la filial desde la casa matriz, tales como la existencia de una política ambiental explícita de la corporación hacia sus filiales y, por otro, las capacidades de las agencias gubernamentales para vigilar el cumplimiento de la normatividad vigente, además de la cooperación de las empresas con estos organismos.

encuesta que El Colegio de la Frontera Norte (El Colef) realizó durante el año 2002 en el marco del proyecto de investigación núm. 35947, "Aprendizaje tecnológico y escalamiento industrial: Perspectivas para la formación de capacidades de innovación en la maquiladora de México" (www.maquiladoras.info), financiado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt).

En tercer lugar, presentamos el análisis empírico de la IME y su comportamiento ambiental. Para ello mostramos la información más relevante de la encuesta de referencia, relacionada con las variables que caracterizan este comportamiento, utilizando como variable de control el nivel tecnoproductivo de las empresas. Además, con base en la construcción de un indicador de desempeño ambiental, aplicamos pruebas estadísticas (F de Fisher y χ^2 cuadrada) para analizar las características sociotécnicas de las maquiladoras encuestadas y discernir sobre los alcances del escalamiento industrial en su desempeño ambiental.

Por último, mostramos que los factores institucionales que condicionan el desempeño ambiental de las empresas visitadas son resultado de la combinación de al menos tres aspectos: 1) la aplicación y cumplimiento de la normatividad ambiental, donde la cooperación entre las empresas y el gobierno se da por vía del proceso de inspección y la promoción de programas de autogestión voluntaria; 2) la política ambiental impuesta por la corporación a sus empresas filiales, principalmente a través de las certificaciones internacionales de calidad y medio ambiente (ISO 9001, 9002, 14001 y 14002), y 3) el grado de maduración productiva, medido en nuestro documento por los niveles tecnoproductivos.

Aunque hacen falta estudios adicionales que informen sobre la influencia específica que cada uno de estos factores tiene sobre la demanda de gestión ambiental, en forma prospectiva, el trabajo plantea que esta demanda será alta en la medida en que la escala de producción y el tipo de riesgo ambiental asociado sean elevados, al tiempo de que también exista una fuerte presión por mantener una imagen corporativa ambiental y de aplicación estricta de la normatividad.

LA EMPRESA, LUGAR DE APRENDIZAJE Y CONSTRUCCIÓN SOCIAL DE COMPETENCIAS PRODUCTIVAS Y AMBIENTALES

En torno a la relación entre las características tecnológicas y organizacionales de la industria maquiladora y el medio ambiente se han realizado diversos estu-

dios (Méndez, 1995; García, 1999 y 2002; Montalvo, 2002 y 2004; Mercado, 2001). Sin embargo, la vinculación específica de la evolución productiva y el desempeño ambiental es una línea analítica que está en continua construcción, dada la diversidad de parámetros conceptuales que se utilizan tanto para caracterizar el cambio tecnológico y organizacional de la maquila (Brown y Domínguez, 1989; Barajas y Rodríguez, 1989 y 1990; González-Aréchiga y Barajas, 1989; Alonso y Carrillo, 1996; Carrillo y Hualde, 1997; Gerber, 1999; Barajas, Rodríguez y Almaraz, 2006) como para construir los lineamientos que midan su desempeño ambiental (Rojas, 1996; García, 1999; Montalvo, 2002; Shatan, 2000; Mercado, 2001; Stromberg, 2004; Kopinak y Guzmán, 2005).

Tradicionalmente, el estudio del comportamiento ambiental de las empresas maquiladoras ha partido de una preocupación por entender los procesos mediante los cuales los agentes adoptan nuevas actitudes frente al medio ambiente (Brown, 1998; Domínguez, 1998 y 2005). Así mismo, se ha explorado la naturaleza de los incentivos económicos necesarios para que las empresas asuman un comportamiento productivo favorable a la protección ambiental (Rojas, 1996; Mercado, 1999 y 2001). En estas investigaciones del comportamiento de los agentes económicos, la explicación parte del supuesto de que éstos cuentan con información perfecta acerca del conjunto de opciones ambientales que tienen a su alcance, cuya orientación racional les posibilita la elección de opciones que maximizan su utilidad marginal.

En estos trabajos, los supuestos de *racionalidad ilimitada e información perfecta* como parámetros de orientación en las decisiones de los agentes económicos explican el comportamiento ambiental, caracterizando la percepción de los agentes como ahistórica, homogénea en cuanto a sus posibilidades de elección racional y en igualdad de condiciones para acceder a las opciones ambientales que ofrece el mercado. Esta visión deja fuera el papel de las instituciones (gubernamentales y corporativas) en la reorientación del comportamiento ambiental de los agentes económicos. A su vez, no considera los procesos de aprendizaje a través de los cuales se eligen las mejores opciones productivas y organizacionales para eficientizar sus recursos y mejorar su desempeño ambiental. Producto de ello es que el comportamiento ambiental de la empresa es analizado como una dimensión abstracta ajena a las interacciones de ésta con su ambiente de selección.

Un enfoque adicional para observar el comportamiento ambiental de las empresas proviene de la nueva economía institucional, en la cual el compor-

tamiento de los agentes económicos parte de la idea de que éstos tienen información imperfecta respecto al conjunto de las opciones ambientales posibles. A diferencia de la economía neoclásica, los parámetros que orientan el comportamiento de la empresa son los supuestos de *racionalidad limitada* e *información imperfecta*. Ello supone que los agentes económicos no necesariamente maximizan su utilidad marginal por el acceso acotado al conjunto de opciones ambientales que tienen a su alcance, por lo que las instituciones son variables endógenas para explicar el comportamiento ambiental de las empresas. Así, la asignación de recursos ambientales requiere mecanismos de coordinación institucional, los cuales explican el comportamiento ambiental de las empresas. En este sentido, los procesos de aprendizaje ambiental son producto de la construcción de rutinas y capacidades al interior de las plantas maquiladoras en un contexto institucional determinado (Nelson y Winter, 1982; Dosi y Malerba, 1996; Magnusson y Ottoson, 1997; García, 1999).⁶

En esta tesitura, nuestra propuesta implica la observación de los mecanismos internos de articulación socioorganizacional⁷ ocurridos al interior de las unidades productivas. Así, el comportamiento ambiental es producto de los procesos de aprendizaje tecnológico y productivo que, en el caso de las maquiladoras, son resultado de la imbricación de las condiciones locales y globales que convergen en su funcionamiento operativo.

De esta manera, la *racionalidad limitada* y la *información imperfecta* nos permiten entender el comportamiento ambiental de las maquiladoras bajo los siguientes supuestos: en primer lugar, cualquier actividad que tenga como objetivo la protección ambiental tiene un costo económico adicional a los gastos normales de una empresa y, en segundo, los actores económicos (en este caso, los gerentes de planta, de producción y del medio ambiente) deciden en función de una racionalidad limitada según la cual el aprendizaje productivo, la naturaleza de su relación con su red corporativa y la normatividad son elementos que guían el comportamiento ambiental de las plantas en su conjunto.

⁶Es necesario aclarar que en esta exposición tomamos en cuenta sólo dos de los distintos elementos que aporta la nueva economía institucional al análisis de las conductas de los agentes económicos que operan en marcos institucionales específicos; por ejemplo, los derechos de propiedad, contratos, costos de transacción y necesidad de mecanismos externos al mercado. Para una aproximación al tema, véase Ayala, 1999.

⁷Entendemos como contexto socioorganizacional el conjunto de condiciones de organización social que influyen en el comportamiento de los agentes económicos.

Visto así, el comportamiento ambiental de las plantas maquiladoras es resultado de la articulación de diferentes dimensiones socioespaciales al interior de cada empresa. Cada dimensión representa un intento por clasificar los factores que influyen en este comportamiento; las denominamos *socioespaciales* porque cada una es resultado de procesos de construcción social territorialmente localizados. Así, el desenvolvimiento del comportamiento ambiental y la medida de su desempeño son resultado de la articulación de dimensiones locales y globales, las cuales tienen alcances diferenciados sobre el comportamiento ambiental de las plantas maquiladoras (véase la figura 1).

Como podemos observar en la figura 1, en el nivel local tenemos la influencia que ejerce la aplicación y cumplimiento de la normatividad ambiental; por su parte, en el nivel global se ubican las tendencias productivas y ambientales que son transferidas a las maquiladoras a través de su red corporativa global. Por lo tanto, el comportamiento ambiental no tan sólo es resultado de las diferentes fases de escalamiento productivo (con procesos de aprendizaje y creación de competencias ambientales específicas), sino también de la manera en que las condiciones locales y globales afectan su comportamiento ambiental.

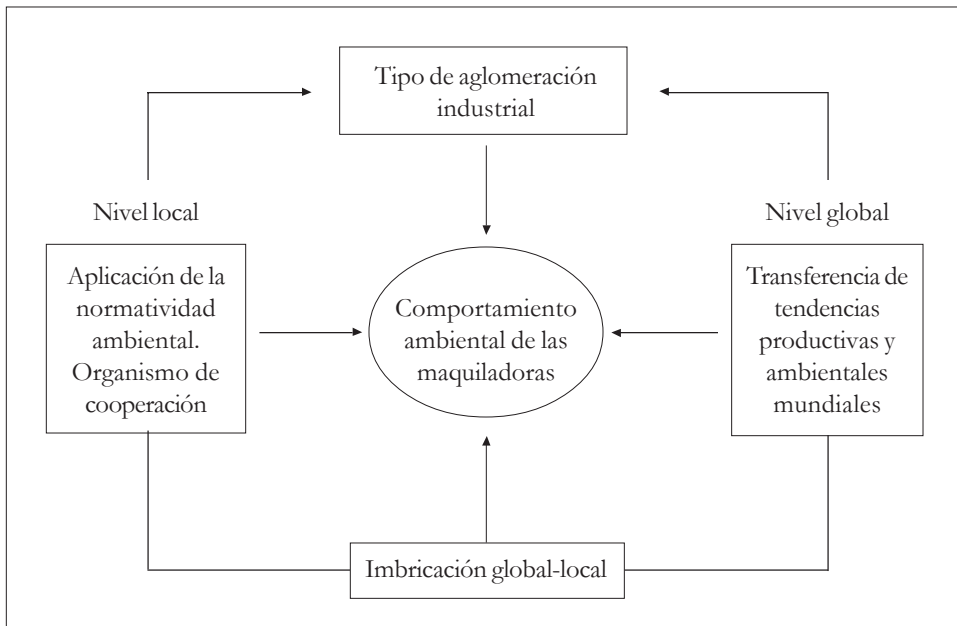


FIGURA 1. Factores socioespaciales del comportamiento ambiental de las maquiladoras

En la figura 1, las relaciones causales de cada nivel socioespacial son observadas como posibles más que como determinantes en sus efectos; es decir, sus implicaciones pueden ser alteradas debido a otras relaciones que existan en el contexto particular del fenómeno (Massey, 1984). En este sentido, el comportamiento ambiental es producto de un proceso de articulación de niveles en el que cada uno contribuye parcialmente en la conducta ambiental de las filiales extranjeras y donde los alcances de cada nivel se expresan a la luz de contextos productivos particulares.

METODOLOGÍA

El principal instrumento metodológico utilizado para contrastar nuestras hipótesis es la encuesta que El Colegio de la Frontera Norte (El Colef) realizó durante el año 2002 en el marco del proyecto de investigación “Aprendizaje tecnológico y escalamiento industrial: Perspectivas para la formación de capacidades de innovación en la maquiladora de México”.

Esta investigación tuvo como principal objetivo generar información de las maquiladoras sobre: *a*) las características generales (económicas, productivas, tecnológicas, organizacionales, ambientales y laborales) de los establecimientos; *b*) las formas en que transfieren tecnología y conocimiento al personal empleado y a sus proveedores, y *c*) el tipo de relación con su entorno institucional. El cuestionario utilizado tiene una sección dedicada especialmente al medio ambiente.

La encuesta tuvo el propósito de levantar un censo en las ciudades de Tijuana, Mexicali y Ciudad Juárez. Para ello se aplicaron un total de 297 cuestionarios durante cinco meses de 2002. El total de casos representó 76% del conjunto de establecimientos activos en el momento del levantamiento de la encuesta (82% de 220 plantas en Tijuana y Mexicali, y 69% de 172 plantas en Ciudad Juárez). La distribución final de la muestra puede observarse en el cuadro 1.

En cuanto al procedimiento para comprobar nuestras hipótesis, en primer lugar determinamos la evolución tecnoproductiva con base en la metodología de complejidad de capacidades desarrollada por Bell y Pavitt (1995); en seguida identificamos el comportamiento ambiental diferenciado por los distintos parámetros de evolución tecnoproductiva; por último, construimos un

CUADRO 1. *Establecimientos entrevistados*

	Tijuana	Mexicali	Ciudad Juárez	Total
Electrónica	107	41	58	206
Autopartes	19	12	60	91
Total	126	53	118	297

Fuente. Encuesta “Aprendizaje tecnológico y escalamiento industrial en plantas maquiladoras”, El Colegio de la Frontera Norte, 2002. Proyecto Conacyt núm. 36947-s, “Aprendizaje tecnológico y escalamiento industrial. Perspectivas para la formación de capacidades de innovación en las maquiladoras en México”, El Colegio de la Frontera Norte, Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales y Universidad Autónoma Metropolitana.

índice de desempeño ambiental (IDA) y lo analizamos en relación con los niveles de complejidad tecnoproductiva, identificando los factores que influyen en su desempeño.

La metodología de complejidad de capacidades de Bell y Pavitt (1995)⁸ nos permitió clasificar las empresas de acuerdo con sus capacidades de aprendizaje e innovación. En el cuadro 2 se presenta el grupo de indicadores utilizados para crear los distintos niveles de complejidad tecnoproductiva. Para determinar la composición de los cuatro grupos de complejidad se aplicó un tratamiento estadístico, empleando el *software Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS), según los parámetros establecidos en el cuadro 2.

Los niveles que expresan la evolución tecnoproductiva derivados del procesamiento de la información estadística son los siguientes:

- *Nivel de complejidad tecnoproductiva básica.* Se conforma por aquellas plantas maquiladoras que realizan actividades rutinarias, de baja calificación y, por lo tanto, de muy bajo perfil productivo y escaso desarrollo organizacional.
- *Nivel de complejidad tecnoproductiva básica intermedia.* Este nivel está integrado por las plantas maquiladoras que tienen una función más allá del ensamble, ya que incluyen la fabricación de insumos y componentes y realizan tareas de inserción automática de estos últimos.
- *Nivel de complejidad tecnoproductiva intermedia avanzada.* En este grupo se clasifican aquellas plantas que, además de desarrollar algunas de las actividades del nivel básico, realizan algunas de las consideradas como intermedias, y que incluyen la manufactura del producto final.

⁸Otros autores que han utilizado esta metodología son Ariffin y Figueiredo (2001), Villavicencio (1994), Dutrénit (2000), González (2002), y Barajas, Rodríguez y Almaraz (2006).

CUADRO 2. *Niveles de complejidad tecnoproductiva*

<i>Complejidad tecnoproductiva básica (CT-PB)</i> <i>(indicadores de actividades básicas)</i>
1. Ensamble de partes, componentes o subensambles
2. Ensamble de productos terminados
3. Empaque
<i>Complejidad tecnoproductiva intermedia básica (CT-PIB)</i> <i>(indicadores de actividades intermedias básicas)</i>
1. Fabricación de insumos y componentes
2. Inserción automática de componentes
3. Inyección de plástico
4. Prueba de productos
<i>Complejidad tecnoproductiva intermedia avanzada (CT-PIA)</i> <i>(indicadores de actividades intermedias avanzadas)</i>
1. Manufactura del producto final
2. Fabricación de herramientas
3. Fabricación de maquinaria y equipos
4. Maquinados
<i>Complejidad tecnoproductiva avanzada (CT-PA)</i> <i>(indicadores de actividades avanzadas)</i>
1. Diseño del producto
2. Investigación y desarrollo (I&D)
3. Elaboración de prototipos

Fuente. Elaboración propia con base en diversos autores y en la encuesta “Aprendizaje tecnológico y escalamiento industrial en plantas maquiladoras”, El Colegio de la Frontera Norte, 2002.

- *Nivel de complejidad tecnoproductiva avanzada.* En este grupo se incluyen aquellas plantas que, además de realizar actividades productivas de los niveles básico e intermedio, llevan a cabo actividades del nivel avanzado, tales como diseño de productos y procesos, e investigación y desarrollo.

En relación con el *índice de desempeño ambiental (IDA)*, éste se construyó con base en indicadores relativos a los recursos humanos y financieros que las plantas maquiladoras destinan a la protección ambiental. Los aspectos conside-

rados para su construcción atendieron a los siguientes criterios: 1) el IDA constituye una medida resumen del comportamiento de las plantas visitadas en cuanto a cuestiones ambientales, y 2) en su construcción se tomaron en cuenta variables relacionadas con: a) la existencia de una política ambiental explícita de la corporación, b) gastos destinados a la protección ambiental, c) implementación de la ISO 14001, d) existencia o no de un departamento de medio ambiente o unidad de control ambiental, e) personal que labora en el departamento de medio ambiente o unidad de control ambiental y f) existencia o no de cooperación entre la planta y otras instituciones para la solución de problemas ambientales.

HALLAZGOS DE INVESTIGACIÓN: EVOLUCIÓN PRODUCTIVA Y COMPORTAMIENTO AMBIENTAL

En esta sección presentamos la información más relevante de la encuesta de referencia, relacionada con las variables que caracterizan el comportamiento ambiental de las plantas maquiladoras electrónicas de autopartes y los proveedores de ambas, utilizando como variable de control el nivel tecnoproductivo de las empresas.

En primer lugar, presentamos las características de las maquiladoras por nivel tecnoproductivo. El objetivo de esta subsección es mostrar la evolución productiva de las maquiladoras visitadas, considerando su complejidad y tomando como parámetros los señalados en los trabajos de Bell y Pavitt (1995). En seguida describimos las características ambientales por nivel tecnoproductivo de evolución. En esta parte del documento delineamos el comportamiento ambiental según el grado de escalamiento industrial propuesto por nuestro modelo hipotético. En tercer lugar, con base en la construcción del IDA, mostramos sus relaciones estadísticas con las características sociotécnicas de las maquiladoras visitadas y con los niveles tecnoproductivos de éstas. Para mostrar las diferencias o similitudes y el grado de independencia estadística entre nuestro IDA y esos aspectos, aplicamos las pruebas *F* de Fisher y *chi* cuadrada.

Características de las plantas maquiladoras por nivel tecnoproductivo

Por medio de un procesamiento estadístico efectuamos la clasificación de cada una de las actividades consideradas como básicas, intermedias básicas,

intermedias avanzadas y avanzadas de las empresas de la muestra, y de este proceso resultó que casi 52% de estas plantas maquiladoras realizan exclusivamente actividades clasificadas como básicas (véase el cuadro 3). Esto significa que poco más de la mitad de estas empresas todavía emplean el ensamble simple, sus actividades rutinarias son de baja calificación y siguen contando con los bajos salarios como su principal ventaja competitiva.

Otro resultado del análisis es que aproximadamente 43% del total de las empresas de la muestra corresponden al nivel de complejidad intermedia avanzada, debido a que, además de llevar a cabo las actividades consideradas como básicas, realizan al menos alguna actividad del nivel de complejidad intermedia básica. Estas empresas han evolucionado de niveles básicos a niveles intermedios avanzados de complejidad, por lo que su ventaja competitiva ya no reside únicamente en los bajos salarios y en la ocupación de trabajadores mal calificados, sino que desempeñan actividades de mayor complejidad, tales como manufactura del producto final, fabricación de herramientas, fabricación de maquinaria y equipo, y realizan trabajos de maquinado.

CUADRO 3. *Niveles de complejidad tecnoproductiva*

Nivel de complejidad	Número de casos	Porcentaje
Básica	151	51.5
Intermedia básica	7	2.4
Intermedia avanzada	125	42.7
Avanzada	10	3.4
Total	293	100

Fuente. Elaboración propia con base en la encuesta “Aprendizaje tecnológico y escalamiento industrial en plantas maquiladoras”, El Colegio de la Frontera Norte, 2002. Proyecto Conacyt núm. 36947-s, “Aprendizaje tecnológico y escalamiento industrial. Perspectivas para la formación de capacidades de innovación en las maquiladoras en México”, El Colegio de la Frontera Norte, Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales y Universidad Autónoma Metropolitana.

Por otra parte, muy pocas empresas (2.4%) se ubican en el nivel de complejidad intermedia básica, mientras que un poco más de 3% de la muestra, además de realizar actividades productivas consideradas como intermedias básicas e intermedias avanzadas, llevan a cabo tareas clasificadas propiamente como avanzadas (diseño del producto, investigación y desarrollo de productos, y elaboración de prototipos). Esta baja proporción de empresas avanzadas en el

aspecto tecnoproductivo puede explicarse como resultado de una evolución de las maquiladoras que ha carecido de políticas de apoyo a su proceso de maduración, aprendizaje e innovación, lo que refleja, a su vez, que la mayoría de estas empresas, por sí solas, no han tenido la capacidad de crear nuevos estadios que les permitan fomentar programas de innovación y desarrollo de nuevos procesos y productos.

Comportamiento ambiental por niveles tecnoproductivos

Nuestros hallazgos sobre el comportamiento ambiental de las empresas estudiadas apuntan a que un alto porcentaje de éstas, independientemente del origen de su capital, aplican políticas de protección ambiental explícitas, lo cual representa una tendencia irreversible en el ámbito en estudio, puesto que así lo manifestaron 78% de las plantas de capital estadounidense, 50% de las asiáticas, 78% de las empresas de otras nacionalidades (principalmente europeas) y 70% de las de capital mexicano.

Sin embargo, a pesar de que un número importante de plantas manifestaron que sus corporativos contaban con una política ambiental expresa, esto no significa que todas las plantas en sus localidades estén emprendiendo acciones para el cuidado del medio ambiente. Al inquirírseles sobre las razones para implementar medidas ambientales, las respuestas más frecuentes resultaron ser la “decisión de la planta” y el “cumplimiento de la normatividad”.⁹ Estos datos nos permiten concluir que los factores del entorno local son más determinantes en las acciones ambientales que las decisiones que toman las casas matrices.

También encontramos que en las plantas maquiladoras la adopción de programas como *Mejora Continua*, *Six Sigma* o el *Programa de Autogestión Ambiental Voluntaria* como técnicas y/o métodos de organización de la empresa es ya una práctica bastante generalizada. Sin embargo, específicamente, el Programa de Autogestión Ambiental Voluntaria¹⁰ actualmente es utilizado en menor

⁹Aquí es pertinente comentar que el papel de la normatividad está condicionado por la aplicación de las agencias gubernamentales y el cumplimiento de las normas por parte del personal encargado del área ambiental en las plantas.

¹⁰Este programa es impulsado por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat) desde 1997 (www.semarnat.gob.mx).

medida que los otros métodos, ello a pesar de que la evidencia empírica sugiere que su uso se incrementa conforme se avanza de nivel de complejidad tecnoproductiva en las plantas, lo que no deja de ser significativo.¹¹

El pertenecer o no a este programa marca una diferencia en cuanto a los recursos humanos y económicos destinados a la protección ambiental. Por ejemplo, en 25% de las plantas que tienen un programa de autogestión trabajan de tres a ocho personas en promedio. Respecto a los gastos destinados a la protección ambiental, se detectaron diferencias relevantes ya que en 61% de las plantas que cuentan con el Programa de Autogestión Ambiental Voluntaria se destinan recursos económicos solamente de entre 1 y 10%, y casi 54% de las que no tienen partida especial para gastos ambientales tampoco cuentan con este programa. En este aspecto, también llama la atención el hecho de que 10% de las plantas que dijeron tener un programa de autogestión al momento de aplicar la encuesta no tuvieron gastos ambientales, pero se desconoce si después de este levantamiento (en 2002) se generaron tales erogaciones.

En términos generales, la diferencia cualitativa entre tener o no un programa de autogestión ambiental representa el interés de las empresas en sistematizar su estructura organizacional para cumplir con la normatividad y obtener con ello cierto reconocimiento de las autoridades gubernamentales en la materia.¹²

En lo que se refiere a las certificaciones internacionales que han adoptado las maquiladoras, es importante señalar que, según los resultados de nuestra encuesta, 93% de las plantas encuestadas reportaron contar con algún tipo de certificación internacional, lo que refleja las exigencias en estos sectores globalizados. Sin embargo, estas certificaciones se aplican principalmente en procesos de calidad, con puntajes cercanos a 83%, y, en menor medida, en gestión ambiental, con tan sólo 17% del total.

Es importante destacar la relación que existe entre la certificación de calidad y la certificación ambiental, toda vez que un hallazgo de investigación apunta a que todas las plantas (de cualquier nivel tecnoproductivo) que se han certificado bajo ISO 14001 o 14002 se han certificado previamente en algún

¹¹Una característica asociada al nivel de complejidad tecnoproductiva la constituyen las certificaciones de calidad tipo ISO 9000 y 14000. En este rubro, poco más de la mitad de las plantas que cuentan con alguna certificación ambiental (55.3%) participan también de estos programas.

¹²Las agencias gubernamentales promocionan que las empresas inscritas en el programa de autogestión: 1) no recibirán sanción si durante el proceso de certificación se detectan anomalías o incumplimiento de la normatividad, 2) pueden contar con asesoría gratuita del personal del gobierno y 3) cuentan con la garantía de tener un menor número de inspecciones durante largos períodos.

otro protocolo de calidad (ISO 9001 o 9002). Esto nos hace suponer que los aspectos considerados en las plantas para emprender medidas de protección del ambiente bajo una estructura de organización formal (como la que proporcionan las ISO 14001 y 14002) se encuentran directamente asociados con la experiencia adquirida en el proceso de acreditación de sus sistemas de calidad, la cual es, según otras investigaciones, desarrollada en tres fases operativas.¹³

En la iniciativa para obtener las certificaciones internacionales, la exigencia corporativa juega, sin duda, un papel central, ya que este hecho obliga a los agentes de las plantas filiales (ingenieros, técnicos, administrativos, obreros) a operacionalizar los certificados de calidad y de gestión ambiental, transformando cualitativamente su funcionamiento, sus capacidades y el aprendizaje en las plantas maquiladoras. De esta manera, si bien es cierto que la política ambiental corporativa no tiene un peso formal en la implementación de medidas de protección, la exigencia corporativa por obtener certificados de calidad y de medio ambiente tiene un *efecto potencial* en el comportamiento ambiental de las maquiladoras.

Hablamos de un efecto potencial debido, en primer lugar, a que no todas las plantas que tienen un certificado de calidad deciden certificarse en ISO 14001 o 14002. Probablemente, la certificación ambiental no se encuentra considerada en la estrategia corporativa para sus filiales y, por tanto, aun cuando estas plantas tengan los basamentos cognitivos y de infraestructura organizacional para implementarla, ésta no es operacionalizada. Además, se encuentra el hecho de que con las certificaciones ISO 14001 y 14002 no se garantiza de ninguna manera una mitigación del impacto ambiental. Esto debido a que los cambios tecnológicos significativos para eliminar los efectos ambientales realmente se presentan cuando se certifican las empresas por arriba de la norma ISO 14014.

Por su parte, el hecho de que en tan sólo 17% de los casos estudiados se utilicen certificaciones ambientales y que en 87% de ellos se tengan más de 500 empleados limita el efecto positivo de la protección ambiental a empre-

¹³En la primera fase de exigencia de calidad (ISO 9000) se crean las competencias necesarias para resolver problemas de manufactura con calidad y eficientizar los procesos; en la segunda, las exigencias corporativas imponen la necesidad de implementar sistemas de gestión ambiental de tipo ISO 14000; y en la tercera, las plantas certificadas en ambos estándares promueven la integración operativa de los certificados de calidad y de gestión ambiental, a fin de mejorar la eficiencia en sus costos de implementación (García, 1999 y 2002).

sas grandes. Un elemento adicional que limita la potencialidad de las certificaciones ambientales es la poca cooperación entre las empresas y las instituciones de gobierno, debida a la desconfianza de este último en cuanto al cumplimiento normativo de las plantas certificadas.¹⁴

En síntesis, pese a la baja proporción encontrada tanto en la utilización de estándares internacionales de gestión ambiental como en el uso del Programa de Autogestión Ambiental Voluntaria ofrecido por el gobierno, estos programas de certificación tienen cada vez más importancia como mecanismos para mantener la competitividad de las empresas en los mercados internacionales, además de que, en particular, su uso es producto de las presiones del mercado para el cuidado y protección del medio ambiente en las localidades donde se asientan las plantas de la IME.

A continuación analizamos el comportamiento ambiental por niveles tecnoproductivos, atendiendo a algunas variables para construir nuestro IDA:

a) Gasto de las empresas en acciones ambientales por nivel tecnoproductivo

Al cuestionárseles a las empresas sobre el nivel del gasto realizado para cubrir sus costos de protección al medio ambiente y/o de combate a los problemas ambientales, encontramos que en todos los niveles tecnoproductivos tal gasto ha ido creciendo y que realmente son pocas las empresas que no realizan alguna inversión en este rubro.

El cuadro 4 muestra que, entre los dos grupos más importantes de empresas, las de complejidad básica e intermedia avanzada que afirman no realizar ningún tipo de inversión en materia ambiental apenas alcanzan 6% del total. Por el contrario, más de 50% de las empresas en los mismos grupos afirman que aumentaron el rubro para el gasto ambiental, y en el caso de las empresas del nivel tecnoproductivo avanzado este porcentaje se elevó a 80%, lo cual es un signo de la inquietud que existe en el sector maquilador por atender los problemas ambientales y cumplir con las regulaciones en la materia, y ello ocurre por las razones arriba expuestas.

¹⁴La desconfianza se basa en el hecho de que, en términos estrictos, este tipo de certificaciones sólo exigen un “compromiso por cumplir la legislación”, pero no necesariamente implican la exigencia de alcanzar cabalmente el cumplimiento en el momento de obtener la certificación ambiental. Por otro lado, los organismos gubernamentales no participan directamente en el proceso de acreditación de las ISO 14000, lo cual es otra fuente de desconfianza.

Otra manera de recopilar información significativa, como la referente a los gastos y costos, fue preguntar a las empresas si habían disminuido su gasto en materia ambiental. Las respuestas obtenidas nos muestran que, a excepción de las empresas en los niveles intermedio básico y avanzado (el grupo más pequeño del conjunto, cuyos gastos ambientales disminuyeron entre 14.3 y 10%, respectivamente), el resto de los niveles tecnoproductivos aumentaron su inversión y/o la mantuvieron igual, como fue el caso de las empresas con un nivel tecnoproductivo básico e intermedio avanzado, las cuales en casi 34 y 30.4%, respectivamente, afirmaron no haber modificado el monto de su inversión en el área ambiental.

CUADRO 4. *Condiciones del gasto ambiental de las empresas por nivel de complejidad tecnoproductiva*

Condición	Básicas (porcentaje)	Intermedias		Avanzadas (porcentaje)
		Básicas (porcentaje)	Avanzadas (porcentaje)	
No hay rubro de gasto ambiental	6.0	14.3	6.4	10.0
Aumentó el rubro de gasto ambiental	57.0	57.1	56.0	80.0
Disminuyó el rubro de gasto ambiental	3.2	14.3	7.2	10.0
No cambió el rubro de gasto ambiental	33.8	14.3	30.4	0.0
Total	100.0	100.0	100.0	100.0

Fuente. Elaboración propia con base en la encuesta “Aprendizaje tecnológico y escalamiento industrial en plantas maquiladoras”, El Colegio de la Frontera Norte, 2002. Proyecto Conacyt núm. 36947-s, “Aprendizaje tecnológico y escalamiento industrial. Perspectivas para la formación de capacidades de innovación en las maquiladoras en México”, El Colegio de la Frontera Norte, Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales y Universidad Autónoma Metropolitana.

b) Efectos de la protección ambiental

Una de las preguntas que se formularon a las empresas se relaciona con su percepción acerca de las áreas que habían tenido efectos positivos como re-

sultado de las medidas ambientales que habían adoptado. La pregunta comprendía los siguientes aspectos: 1) reducción de material y emisiones de carácter tóxico, 2) menor consumo de energía eléctrica, 3) introducción de tecnologías más limpias, 4) disminución de costos de reciclaje y/o sustitución de insumos, y 5) monitoreo permanente de emisiones contaminantes y condiciones de trabajo. Llama la atención que los informantes hayan señalado la reducción de material y emisiones de carácter tóxico como el principal efecto positivo (véase el cuadro 5).

CUADRO 5. *Efectos positivos y negativos de medidas ambientales por nivel de complejidad tecnoproductiva*

Efectos	Básicas (porcentaje)	Intermedias		Avanzadas (porcentaje)
		Básicas (porcentaje)	Avanzadas (porcentaje)	
<i>Efectos positivos</i>				
Reducción de material y sustancias de carácter tóxico	50.0	2.1	44.7	3.2
<i>Efectos negativos</i>				
Excesivos trámites burocráticos	50.8	3.1	43.8	2.3
Incrementos en costos de producción	50.0	1.3	44.9	3.8

Fuente. Elaboración propia con base en la encuesta “Aprendizaje tecnológico y escalamiento industrial en plantas maquiladoras”, El Colegio de la Frontera Norte, 2002. Proyecto Conacyt núm. 36947-s, “Aprendizaje tecnológico y escalamiento industrial. Perspectivas para la formación de capacidades de innovación en las maquiladoras en México”, El Colegio de la Frontera Norte, Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales y Universidad Autónoma Metropolitana.

Nuevamente, las empresas de los niveles tecnoproductivos básico e intermedio avanzado fueron donde mejor se observó este efecto. En el nivel básico, 50% de las maquiladoras señalaron que el principal efecto positivo de las medidas tomadas por ellas fue, precisamente, lograr la reducción de material y sustancias de carácter tóxico, y lo mismo sucede en casi 45% de las empresas del nivel intermedio avanzado. A este efecto positivo le siguen en orden de

importancia, como resultado de la implementación de medidas ambientales, la eficientización de insumos, con cerca de 26%, y la realización de monitoreos permanentes, con casi 25%.

Como puede observarse en el cuadro 5, los efectos positivos tienen lugar tanto en plantas de nivel tecnoproductivo básico como en las de nivel avanzado. Estos últimos efectos se asocian al hecho de que la eficientización de los procesos de manufactura es una de las principales ventajas competitivas de las maquiladoras dentro de su red corporativa global. En general, estos efectos positivos también pueden estar asociados tanto al cumplimiento de la normatividad como a una oportunidad de negocios al reducir costos por disposición de residuos. En este sentido, en 55% de los casos la reducción de desperdicios es resultado de innovaciones realizadas por las empresas tres años antes de aplicada la encuesta.

Así, resulta importante que las empresas muestren su preocupación por disminuir los efectos negativos ambientales que origina su actividad industrial. Desafortunadamente, a través de la encuesta resulta difícil medir la verdadera magnitud del problema ambiental en estas empresas, localizadas la mayor parte de ellas en centros industriales, y cuya política corporativa es sensible a la crítica de su entorno local.

En la misma dirección se cuestionó a las empresas sobre los efectos negativos que habían ocasionado las medidas ambientales instrumentadas. Las respuestas de los directivos coinciden en los siguientes efectos negativos para la empresa: *a)* los excesivos trámites burocráticos que enfrentaron para llevar a cabo sus cambios, *b)* el aumento considerable en pérdida de tiempo¹⁵ y *c)* los incrementos en sus costos de producción. En este último rubro tampoco hay suficiente evidencia, por lo que resulta difícil calcular exactamente el porcentaje de ese costo.

Por la naturaleza de las empresas estudiadas, resulta entendible que las concentradas en actividades básicas, con un probable nivel organizacional también básico, se vean sensiblemente más afectadas por algunos cambios implementados que las empresas dedicadas a tareas de transformación y con un mayor nivel de estructura organizacional.

¹⁵Aquí es importante destacar que, aunque la aplicación de la normatividad por las instancias de gobierno es un factor relevante para que las plantas adopten medidas de protección ambiental, también genera un efecto negativo debido a la naturaleza burocrática y administrativa necesaria para el cumplimiento normativo.

Una explicación asociada a este comportamiento es que para las plantas del nivel básico la principal competencia se relaciona con el ensamble de productos y el manejo administrativo de la empresa (pago de salarios, renta, luz, trámites burocráticos). En este caso, el tipo de relación establecida se sustenta en el pago por producto ensamblado, el cual constituye su principal fuente de ingresos para mantener las labores administrativas y, después de un límite de producción, su principal fuente de ganancias. En este contexto, las medidas de protección ambiental son observadas como un costo adicional que incide directamente en sus gastos administrativos.

En contraste, las plantas con niveles tecnoproductivos intermedio y avanzado tienen como principal fuente de competencia, respecto a la red corporativa global, la eficientización de procesos manufactureros a partir de un presupuesto anual dado por la corporación, cuya responsabilidad de manejo está a cargo del personal administrativo de la planta. Aquí, la estrategia competitiva se basa en la calidad y en la eficientización de procesos mediante la disminución de costos unitarios de producción y reducción de tiempos muertos en la línea de producción.¹⁶ Es decir, la eficientización productiva mediante la reducción de costos administrativos y de costos por unidad de producto constituye la principal ventaja competitiva de estas plantas.¹⁷

En este contexto productivo, los costos asociados a la protección ambiental son observados de una manera menos nociva respecto a su principal competencia (la reducción de costos unitarios en procesos), debido a que el costo ambiental se redistribuye con base en el costo unitario; es decir, permite tolerar un mayor costo administrativo asociado con el control ambiental (García, 1999).

¹⁶En este sentido, orientan sus actividades de procesos en tres líneas básicas de acción: búsqueda de materias primas, adaptaciones parciales al producto para ajustarlo a condiciones locales de producción y aplicación de formas organizativas que permitan hacer más fluida la producción. El eje central de estas actividades es la reducción de costos de producción, identificando oportunidades de nuevos insumos o mejorando las tareas del proceso, de tal manera que impliquen un aumento en la calidad del producto. Aquí, los agentes locales (ingenieros, técnicos y operadores de producción) intervienen con mayor intensidad en los procesos mediante la aplicación de mayores niveles de conocimiento manufacturero (véanse Alonso y Carrillo, 1996; Contreras, Kenney y Alonso, 1998).

¹⁷Algunas vertientes para eficientizar sus costos son la utilización de mano de obra barata, el ahorro en el pago de servicios (luz, agua, teléfono), etcétera. Mientras que para eficientizar los costos unitarios de producción algunas vías que exploran las empresas maquiladoras de este tipo son la reasignación de tareas en línea, la búsqueda de nuevas materias primas, la aplicación de tecnologías automatizadas y la implementación de nuevas formas de organización.

Índice de desempeño ambiental y características sociotécnicas

El índice de desempeño ambiental (IDA) es una calificación que se da al comportamiento ambiental de las plantas visitadas. Tal conducta es medida con base en los recursos humanos y económicos que las plantas destinan a la protección ambiental.

El índice señalado se construye atendiendo a los siguientes criterios: 1) el IDA constituye una medida resumen del comportamiento asumido por las plantas visitadas en cuanto a cuestiones ambientales; 2) en su construcción se parte de preguntas seleccionadas de la encuesta de referencia, las cuales fueron recodificadas como variables dicotómicas y cuyos valores asociados (1 y 0) se tomaron en cuenta para el cálculo del índice; 3) en todos los casos, la evaluación respecto a la gestión ambiental se da en correspondencia con el puntaje obtenido en la pregunta (mientras más alto es el puntaje, mayor la calificación); 4) para el cálculo final del índice se sumaron los puntajes en cada una de las variables presentadas, y 5) cada uno de estos resultados se divide entre la suma de mayor valor con el fin de mantener el índice entre 0 y 1, donde 1 representa el desempeño ambiental más alto posible.

Por su parte, las variables utilizadas en su construcción son: política ambiental corporativa, gastos destinados al medio ambiente, certificación en las ISO 14001 o 14002, proporción de personal que labora en funciones relacionadas con la protección ambiental respecto al personal total, y grado de cooperación entre la empresa y otros organismos relacionados con el medio ambiente. En este sentido, es importante aclarar que el IDA no está basado en mediciones de descargas, emisiones, reducción de desechos, cambio de materias primas; debido a la base de datos considerada para la construcción del índice de desempeño ambiental, este indicador no recolectó información de este tipo.

Con la finalidad de determinar el grado de independencia y asociación estadística entre la evolución tecnoproductiva y el desempeño ambiental, se aplicó una prueba de hipótesis de tipo *chi* cuadrada, con un nivel de significación de 95%, mientras que para establecer diferencias entre las medidas de desempeño ambiental se utilizó la prueba *F* de Fisher por medio de un análisis de varianza, también con un nivel de significación de 95%.

En el cuadro 6 se presenta el análisis del índice de desempeño ambiental desagregado por tamaño de planta, sector económico y ciudad. Los valores

seguidos por un asterisco representan valores mayores que la media simple de desempeño ambiental. Aquí podemos observar que, contrario a lo que pudiera esperarse, las plantas micro y pequeñas son más propensas a presentar niveles de IDA mayores que la media simple. Más aún, son las plantas micro del sector de autopartes las que presentan el mayor índice de desempeño ambiental. También observamos que las plantas grandes y medianas del sector de autopartes se encuentran por encima de la media. De aquí podríamos concluir que el sector de autopartes tiene un mejor desempeño ambiental que el sector de la electrónica.

La evaluación por ciudad sugiere que las plantas de Ciudad Juárez tienen un mejor desempeño ambiental que las del resto de las ciudades, lo cual es consistente con el sector, ya que Ciudad Juárez se especializa en el sector automotriz. Por su parte, Tijuana es la ciudad que concentra las plantas con

CUADRO 6. *Desempeño ambiental por planta, según tamaño, sector y ciudad*

Tamaño	Sector	Tijuana	Mexicali	Ciudad Juárez	Total
Micro	Electrónica	0.3329	0	0.3915	0.3413
	Autopartes	0.4421*	0.4449*	0.3964*	0.4278
	Promedio	0.3485	0.4449	0.3940	0.3672
Pequeña	Electrónica	0.3492	0.3689*	0.3654*	0.3553
	Autopartes	0.2948	0.3104	0.4059*	0.3734
	Promedio	0.3419	0.3494	0.3870	0.3610
Mediana	Electrónica	0.3449	0.3220	0.3042	0.3313
	Autopartes	0.3453	0.2231	0.3600*	0.3324
	Promedio	0.3449	0.2824	0.3286	0.3316
Grande	Electrónica	0.3315	0.3439	0.3718	0.3473
	Autopartes	0.3281	0.3609*	0.3636*	0.3561
	Total	0.3310	0.3467	0.3683	0.3496

*Valores mayores que la media simple de desempeño ambiental.

Fuente. Elaboración propia con base en la encuesta “Aprendizaje tecnológico y escalamiento industrial en plantas maquiladoras”, El Colegio de la Frontera Norte, 2002. Proyecto Conacyt núm. 36947-s, “Aprendizaje tecnológico y escalamiento industrial. Perspectivas para la formación de capacidades de innovación en las maquiladoras en México”, El Colegio de la Frontera Norte, Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales y Universidad Autónoma Metropolitana.

niveles de IDA por debajo de la media simple, en tanto que Mexicali se encuentra en una posición intermedia.

Cuando evaluamos el índice de desempeño ambiental según diferentes variables de control (sector, tamaño, antigüedad, origen del capital, programa de autogestión), podemos observar que los valores absolutos del IDA presentan poca variabilidad respecto al promedio general. Con la finalidad de establecer diferencias entre las medidas obtenidas, utilizamos la prueba F de Fisher a través de un análisis de varianza, con un nivel de significación de 95% (véase el cuadro 7).

Las tendencias observadas del desempeño ambiental en relación con las variables estructurales son las siguientes:

- a) En cuanto al *origen del capital*, observamos que más de la mitad de las plantas entrevistadas son estadounidenses. Sin embargo, al analizar los niveles del IDA, encontramos que las plantas cuyos corporativos radican en Europa tienen un mayor IDA que las de Estados Unidos, México y países asiáticos.
- b) Según su *antigüedad*, se observa que tanto las plantas con una antigüedad mayor de 10 años como las de reciente creación tienen los niveles de IDA más altos, por lo que se deduce que la mayor antigüedad de las empresas no necesariamente implica un IDA más alto.
- c) Contra lo esperado, las plantas que no cuentan con un *programa de autogestión ambiental* tienen un mayor IDA que aquellas que aplican este tipo de programas.
- d) Por último, en cuanto a las *certificaciones internacionales*, podemos advertir que, en general, las plantas que están certificadas en alguna ISO presentan niveles de IDA superiores a las de aquellas que no lo están. En particular, observamos que las plantas que tienen ISO 9001, 14001 y 14002 mantienen un nivel de IDA mayor que las plantas que no lo tienen o que están en trámite para obtener la certificación.

En cuanto al grado de dependencia o independencia entre los niveles tecnoproductivos y nuestro indicador de desempeño ambiental, aplicamos la prueba estadística *chi* cuadrada, con un nivel de significación de 95%. Contrariamente a lo esperado por nuestra hipótesis de trabajo y otros estudios precedentes (García, 1999; Carrillo, García y Gomis, 2005), el comportamiento de nuestro IDA es estadísticamente independiente de los niveles tecnoproductivos. En cuanto a la política ambiental y los recursos económicos y humanos, también se observa independencia.

CUADRO 7. *Análisis de varianza del desempeño ambiental de variables seleccionadas*

Variable	Desviación entre grupos (DEG)	Desviación dentro de los grupos (DDG)	DEG/DDG	df	Valor crítico (F)	Resultado
Origen de capital	0.036	0.011	3.27		2.41	Se acepta la hipótesis alternativa (H_1) de que estadísticamente son diferentes
ISO 9001	0.006	0.012	5	(2, 288)	3.04	
ISO 9002	0.004	0.012	3.33	(2, 288)	3.04	
QS 9000	0.056	0.011	5.09	(2, 288)	3.04	
ISO 14001	0.009	0.012	7.15	(2, 288)	3.04	
Sector	0.005	0.012	0.41	(1, 290)	2.41	Se acepta la hipótesis nula (H_0) de que estadísticamente son iguales
Tamaño	0.009	0.012	0.75	(2, 276)	2.65	
Antigüedad	0.002	0.012	0.16	(4, 277)	2.41	
ISO 14002	0.026	0.012	2.1	(2, 288)	3.04	

Fuente. Elaboración propia con base en la encuesta "Aprendizaje tecnológico y escalamiento industrial en plantas maquiladoras", El Colegio de la Frontera Norte, 2002. Proyecto Conacyt núm. 36947-s, "Aprendizaje tecnológico y escalamiento industrial. Perspectivas para la formación de capacidades de innovación en las maquiladoras en México", El Colegio de la Frontera Norte, Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales y Universidad Autónoma Metropolitana.

La connotación de esta independencia estadística nos hace suponer, al menos, dos pautas de comportamiento: la primera, relacionada con los criterios de medición de la evolución productiva (medida en este documento a través de los niveles tecnoproductivos), y la segunda, relativa a los factores institucionales y técnicos asociados al comportamiento de nuestro índice de desempeño ambiental.

Respecto a la primera pauta de comportamiento, los criterios establecidos como parámetros del cambio tecnológico y organizacional se encuentran inmersos en la discusión sobre la evolución que han tenido las maquiladoras en los últimos 20 años. Así, la evidencia empírica de los estudios realizados no deja duda sobre la capacidad de evolución productiva, organizacional y tecnológica de la maquiladora. Los diversos hallazgos encontrados en estudios laborales, tecnológicos, de organización industrial y, sobre todo, de las macrovisiones desarrolladas recientemente apuntan en esa dirección (Carrillo y Hualde, 1997; Barajas y Rodríguez, 1989; Brown y Domínguez, 1989; Dutrénit y Vera-Cruz,

2002; González-Aréchiga y Barajas, 1989; Barajas, Rodríguez y Almaraz, 2006; Carrillo y García, 2003; García, 1999 y 2002; Montalvo, 2002 y 2004).

Sin embargo, la variedad de marcos teóricos y metodológicos para mostrar esos cambios genera la construcción de categorías analíticas diversas para expresar el cambio organizacional y productivo de la maquiladora. Así, para expresar el comportamiento dinámico de la maquiladora, se habla de momentos evolutivos, de generaciones productivas y, como lo hacemos en este documento, de niveles tecnoproductivos, pero sin llegar a un consenso sobre la naturaleza de esos cambios. Esta divergencia operativa explicaría el hecho de que en estudios anteriores se haya encontrado una relación estadísticamente dependiente entre la evolución productiva y su desempeño ambiental, además de que, utilizando la misma metodología para calcular el IDA, los resultados estadísticos muestren un comportamiento opuesto al utilizar los parámetros de los niveles tecnoproductivos como indicadores del cambio productivo y organizacional de la maquila.

En cuanto a los factores institucionales que afectan el flujo de recursos económicos y humanos destinados al medio ambiente (base del cálculo de nuestro IDA), si tomamos como punto de partida que cualquier actividad que tenga como objetivo la protección ambiental tiene un costo económico adicional a los gastos normales de una empresa y que, además, su ejercicio es resultado de la acción del gobierno (por medio de la aplicación de la normatividad ambiental) y del mercado (a través de la implementación de las ISO), resulta que la necesidad que tienen las firmas para enfrentar los problemas ambientales derivados de su actividad se asocia directamente con los beneficios y los costos que ello les representa, ya sea en términos de costos por incumplir la normatividad o por pérdida de imagen como empresa ambientalmente responsable.

En este sentido, los factores asociados directamente con el comportamiento de la demanda de mayores recursos humanos y económicos para la gestión ambiental (demanda de gestión ambiental) estarían relacionados con 1) la aplicación de la normatividad y 2) la imagen ambiental que la corporación desea tener en su principal mercado. Según nuestras observaciones de campo, además de estos factores existen otros elementos de carácter técnico que gravitan en este comportamiento. Nos referimos específicamente al tipo de riesgo ambiental asociado al proceso productivo y a su escala de producción relacionada con la cantidad de residuos generados (véase la figura 2).

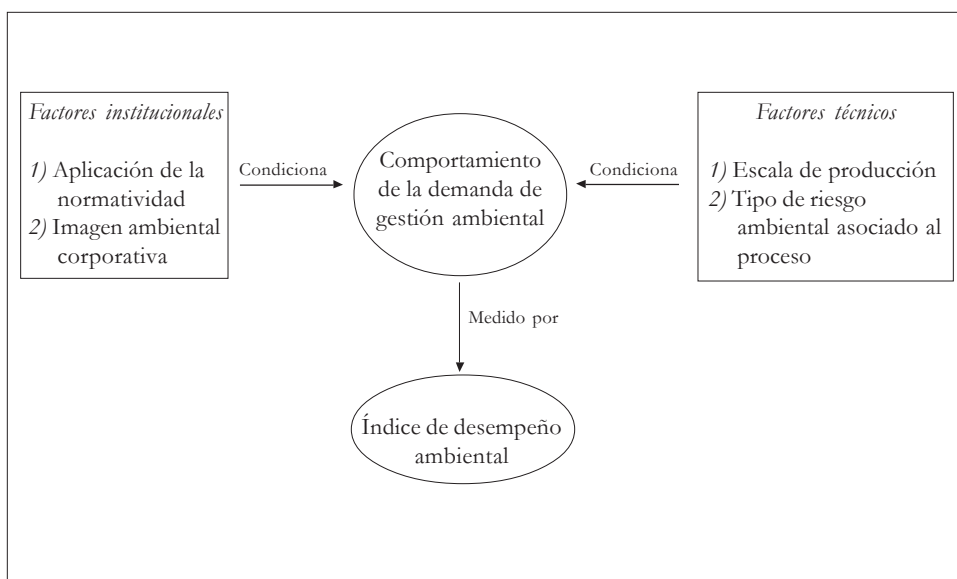


FIGURA 3. Factores institucionales y técnicos que afectan el comportamiento de la demanda de gestión ambiental

CONCLUSIONES

La orientación del comportamiento ambiental de las empresas encuestadas es resultado de la combinación de al menos tres aspectos: en primer lugar, se relaciona con la aplicación y cumplimiento de la normatividad ambiental, donde la cooperación entre las empresas y el gobierno se da por vía del proceso de inspección y la promoción de programas de autogestión voluntaria; en segundo lugar, tiene que ver con la política ambiental impuesta por la corporación a sus empresas filiales, principalmente a través de las certificaciones internacionales de calidad y medio ambiente (ISO 9001, 9002, 14001 y 14002); en tercer lugar, el comportamiento ambiental se encuentra en función del grado de maduración productiva, medido en nuestro documento por los niveles tecnoproductivos.

En cuanto a la influencia del cumplimiento normativo sobre el comportamiento ambiental, se observó que, aun cuando la exigencia corporativa impone una política ambiental explícita al conjunto de las maquiladoras, la normatividad es la principal causa para emprender acciones de protección

ambiental. Sin embargo, este comportamiento es diferenciado según el nivel tecnoproductivo. Por ello, el tipo de relación entre las instituciones de gobierno y las maquiladoras se centra en las labores de inspección administrativa (y no de aplicación de pruebas relevantes para medir los efectos del uso de determinadas sustancias o la contaminación del agua, ni de verificación del confinamiento de residuos) y con cuellos de botella originados por los excesivos trámites burocráticos para cumplir con la normatividad. De esta manera, en un contexto donde el cuidado ambiental es motivado principalmente por el cumplimiento administrativo de la normatividad, es indispensable la orientación de asesores privados y de despachos de consultoría ambiental.

Como era de esperarse, las empresas de menor desarrollo tecnoproductivo se encuentran menos motivadas a invertir en medidas ambientales que las plantas más desarrolladas. Sin embargo, también se encontró que algunas empresas consideradas como avanzadas hicieron cambios orientados a mejorar su práctica ambiental en respuesta a las presiones de la Procuraduría Federal de Protección al Medio Ambiente (Profepa).

Otra vertiente de la relación entre las autoridades gubernamentales y las maquiladoras se relaciona con la aplicación del Programa de Autogestión Ambiental Voluntaria, promovido desde el gobierno federal con la finalidad de que las propias plantas monitoreen el cumplimiento de la normatividad, con algún grado de asesoría directa de los inspectores; ello, ante la evidente incapacidad de realizar una inspección acuciosa por parte de las autoridades gubernamentales. Sin embargo, este tipo de programas no parece tener un impacto positivo generalizable a todas las plantas respecto al mejoramiento en su desempeño ambiental.

Al respecto, entre las empresas que están dentro del programa y las que no lo están se detectaron diferencias cualitativas y cuantitativas importantes en cuanto a la estructura organizacional en materia de gestión ambiental y a la proporción de recursos humanos y económicos destinados a este aspecto. Entre las que cuentan con el programa se observó un interés explícito de la gerencia en mejorar su estructura organizacional para cumplir la normatividad e incrementar su competitividad, al tiempo de obtener el reconocimiento de las autoridades gubernamentales por su labor pro ambiental.

Además, se encontró una asociación directa entre la aplicación de este programa y las certificaciones ambientales de tipo ISO 14000. Más de la mitad de las plantas que cuentan con alguna certificación participan en el Programa de

Autogestión Ambiental Voluntaria. Ello señala una tendencia clara en cuanto al comportamiento ambiental de estas empresas: por un lado, cumplir con la normatividad nacional en la materia y, por otro, mejorar su imagen corporativa para ganar prestigio en los mercados internacionales como empresas ambientalmente responsables.

Por su parte, la política ambiental corporativa tiene un efecto directo sobre el comportamiento ambiental de las plantas sólo cuando existe la necesidad de certificarse en los estándares ISO 14001 o 14002. Aunque más de la mitad de las empresas en todos los niveles tecnoproductivos afirmaron haber emprendido medidas de control ambiental por decisión propia, la orientación operativa de las plantas se encuentra íntimamente asociada a las estrategias de calidad y gestión ambiental generadas en las políticas corporativas, lo mismo que cuando se emprenden medidas de reducción de desechos como parte de su actividad de eficientización de procesos de manufactura. Al respecto, se detectó una asociación directa entre la aplicación de tecnologías de protección al medio ambiente y niveles avanzados de evolución tecnoproductiva, cuya principal función operativa es la eficientización de procesos.

No obstante este hallazgo, las pruebas estadísticas mostraron que tanto la certificación ambiental de tipo ISO 14000 como el programa voluntario de autogestión no están directamente asociados con la evolución tecnoproductiva; es decir, se detectó que no existe una correspondencia incremental entre el cambio de nivel tecnoproductivo y la presencia de certificaciones de este tipo. Ello, a pesar de que las plantas del nivel intermedio avanzado son las que mayormente cuentan con las certificaciones ISO 14001 y 14002.

En cuanto a la aplicación de este tipo de certificaciones ambientales, resulta importante destacar la relación entre éstas y la certificación de calidad de tipo ISO 9000, toda vez que nuestros hallazgos de investigación señalan que las plantas de cualquier nivel tecnoproductivo que se han certificado en ISO 14001 o 14002 también cuentan con alguna certificación de calidad como paso previo a la obtención de las certificaciones ambientales. Lo anterior nos hace suponer que los aspectos considerados por las plantas para emprender medidas de protección ambiental (como las avaladas por ISO 14001 y 14002) se encuentran directamente asociados con la experiencia adquirida durante la formalización de sus sistemas de calidad.

Al aplicar la prueba estadística F de Fisher con un nivel de significación de 95%, el análisis del IDA desagregado por tamaño de planta, sector económico y

ciudad produjo los siguientes hallazgos: *a)* las plantas micro y pequeñas son más propensas a presentar niveles de IDA mayores que la media simple, y de éstas, el sector de autopartes tiene un mejor desempeño ambiental que el sector de la electrónica; *b)* la evaluación por ciudad sugiere que las plantas de Ciudad Juárez tienen un mejor desempeño ambiental que las del resto de las ciudades, mientras que las de Tijuana tienen el más bajo desempeño ambiental.

Por su parte, para analizar el IDA y los indicadores de evolución productiva se aplicó la prueba estadística de la *chi* cuadrada, con un nivel de significación de 95%. Contrariamente a lo esperado de acuerdo con nuestra hipótesis de trabajo y a lo encontrado en otros estudios precedentes, el comportamiento de nuestro indicador de desempeño ambiental es estadísticamente independiente de los niveles tecnoproductivos.

Concluimos que esa independencia obedece a dos pautas de comportamiento: la primera, relacionada con los criterios de medición de la evolución productiva (medida en este documento a través de los niveles tecnoproductivos), y la segunda, relacionada con los factores institucionales y técnicos asociados al comportamiento de nuestro indicador de desempeño ambiental. Consideramos también que se requieren y hacen falta estudios adicionales que permitan conocer la influencia específica de cada uno de estos factores en la demanda de gestión ambiental y, por tanto, en el comportamiento de los recursos humanos y económicos destinados a la protección ambiental.

BIBLIOGRAFÍA

- Alonso, Jorge y Jorge Carrillo, "Gobernación económica y cambio industrial en la frontera norte de México: Un análisis de trayectorias y aprendizaje", *Eure*, "Separata", vol. xxii, núm. 67, diciembre de 1996, pp. 45-64.
- Ariffin, Norlela y Paulo N. Figueiredo, "Internationalization of Innovative Capabilities: Evidence from the Electronics Industry in Malaysia and Brazil", Science and Technology Policy Research, University of Sussex, Reino Unido, 2001, 50 pp.
- Ayala Espino, José, *Instituciones y economía: Una introducción al neoinstitucionalismo económico*, México, Fondo de Cultura Económica, 1999.
- Barajas, Ma. del Rosio y Carmen Rodríguez, *Mujer y trabajo en la industria maquiladora de exportación*, Rosio Barajas (coord.), El Colegio de la Frontera

- Norte y Fundación Friedrich Ebert, Tijuana, 1989, 67 pp. (Documentos de Trabajo, núm. 22).
- y Carmen Rodríguez, “La mujer ante la reconversión productiva”, en González-Aréchiga, Bernardo y José Carlos Ramírez (coords.), *Subcontratación y empresas transnacionales. Apertura y reestructuración industrial*, México, El Colegio de la Frontera Norte, Universidad Autónoma de Nuevo León y Fundación Friedrich Ebert, 1990, pp. 335-367.
- y Carmen Rodríguez, “El entramado institucional en la IME y la percepción de las plantas sobre las políticas gubernamentales y empresariales de apoyo al escalamiento y al aprendizaje en tres ciudades fronterizas”, en Carrillo, Jorge y Ma. del Rosio Barajas (coords.), *Evolución y heterogeneidad. Las maquiladoras fronterizas electrónicas y automotrices* (en prensa), México, Plaza y Valdés y El Colegio de la Frontera Norte, 2006.
- , Carmen Rodríguez y Araceli Almaraz, “Complejidad tecno-productiva y su relación con la formación de capacidades tecnológicas y organizacionales en la industria maquiladora de exportación”, en Carrillo, Jorge y Ma. del Rosio Barajas (coords.), *Evolución y heterogeneidad. Las maquiladoras fronterizas electrónicas y automotrices* (en prensa), Plaza y Valdés y El Colegio de la Frontera Norte, 2006.
- Bell, Martin y Keith Pavitt, “The Development of Technological Capabilities”, en Haque, I. U. (ed.), *Trade, Technology and International Competitiveness*, Washington, D. C., The World Bank, 1995, pp. 69-101.
- Brown, Flor, “Comportamiento ambiental de la industria textil”, ponencia presentada en el seminario El Desempeño Ambiental de la Industria y los Instrumentos de Política, México, El Colegio de México, 22 y 23 de enero de 1998.
- y Lilia Domínguez, “Nuevas tecnologías en la industria maquiladora de exportación”, *Comercio exterior*, vol. 39, núm. 3, marzo de 1989, pp. 215-223.
- Buitelaar, Rudolph, R. Padilla y R. Urrutia, “Industria maquiladora y cambio técnico”, *Revista de la CEPAL*, núm. 67, abril de 1999, pp. 133-152.
- Carrillo, Jorge y Alfredo Hualde, “Maquiladoras de tercera generación. El caso de Delphi-General Motors”, *Comercio exterior*, vol. 47, núm. 9, septiembre de 1997, pp. 747-757.
- y Humberto García Jiménez, “Escalamiento industrial y riesgos de trabajo: El papel de las certificaciones internacionales”, *Comercio exterior*, vol. 53, núm. 7, agosto de 2003, pp. 734-743.

- , Humberto García Jiménez y Redi Gomis, “Desempeño ambiental y evolución productiva en la industria maquiladora de exportación”, en Carrillo, Jorge y Claudia Shatan (comps.), *El medio ambiente y la maquila en México: Un problema ineludible*, México, Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2005, pp. 79-148.
- , Michael Mortimore y Jorge Alonso, *Competitividad y mercado de trabajo. Empresas de autopartes y de televisores en México*, México, Plaza y Valdés, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez y Universidad Autónoma Metropolitana, 1999.
- Casalet, Mónica, “Las redes institucionales en la creación del capital social”, en Carrillo, Jorge (coord.), *¿Aglomeraciones locales o clusters globales? Evolución empresarial e institucional en el norte de México*, México, El Colegio de la Frontera Norte y Fundación Friedrich Ebert, 2000, pp. 17-43.
- Constantino, Roberto, “Ambiente, tecnología e instituciones: El reto de un nuevo orden competitivo”, *Comercio exterior*, vol. 36, núm. 10, octubre de 1996, pp. 774-784.
- Contreras, Óscar, Martin Kenney y Jorge Alonso Estrada, “Los gerentes de las maquiladoras como agentes de endogenización en la industria”, *Comercio exterior*, vol. 47, núm. 8, agosto de 1998, pp. 670-679.
- Cruz, Rodolfo y Alfonso Mercado (coords.), *Estudio para impulsar el mejoramiento de la calidad del empleo en la industria maquiladora de exportación*, reporte final de investigación, Tijuana, El Colegio de la Frontera Norte y Secretaría del Trabajo y Previsión Social, 2001.
- De la O., María Eugenia y Cirila Quintero (coords.), *Globalización, trabajo y maquilas: Las nuevas y viejas fronteras en México*, México, Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social, Fundación Friedrich Ebert, Solidarity Center y Plaza y Valdés, 2002.
- Domínguez, Lilia, “Comportamiento ambiental de las empresas de la industria de fibras químicas en México”, ponencia presentada en el 0seminario El Desempeño Ambiental de la Industria y los Instrumentos de Política, México, El Colegio de México, 22 y 23 de enero de 1998.
- , “Pequeña empresa y medio ambiente: Un enfoque regional”, *Economía informa*, núm. 333, marzo-abril de 2005, pp. 26-46.
- Dosi, Giovanni y Joseph Malerba, *Organization and Strategy in the Evolution of the Enterprise*, Londres, Macmillan Press Editors, 1996.
- Dutrénit, Gabriela, *Learning and Knowledge Management in the Firm: From Knowledge Accumulation to Strategic Capabilities*, Aldershot, Edward Elgar Editor, 2000.

- y Alexandre Vera-Cruz, “Rompiendo paradigmas: Acumulación de capacidades tecnológicas en la maquila de exportación”, *Innovación y competitividad*, año II, núm. 6, abril-junio de 2002, pp. 11-15.
- El Colegio de la Frontera Norte, “Aprendizaje tecnológico y escalamiento industrial en plantas maquiladoras”, encuesta dentro del proyecto Conacyt núm. 36947-s, “Aprendizaje tecnológico y escalamiento industrial. Perspectivas para la formación de capacidades de innovación en las maquiladoras en México” (www.maquiladoras.info), Tijuana, El Colegio de la Frontera Norte, Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales y Universidad Autónoma Metropolitana, 2002.
- Gallagher, Kevin, *Trade Liberalization and Industrial Pollution in Mexico: Lesson for the FTAA*, Medford, Estados Unidos de América, University of Tuffs, 2000.
- García Jiménez, Humberto, “Trayectorias productivas y tecnología ambiental en la industria maquiladora electrónica de Tijuana”, *Región y sociedad*, vol. XI, núm. 18, marzo de 1999, pp. 35-72.
- , “Trayectorias de cambio tecnológico ambiental en la industria maquiladora de exportación de Tijuana”, *Comercio exterior*, vol. 52, núm. 3, marzo de 2002, pp. 198-206.
- Gerber, Jim, “Perspectivas de la maquiladora después del 2001”, *Comercio exterior*, vol. 49, núm. 9, septiembre de 1999.
- González-Aréchiga, Bernardo y Rosio Barajas Escamilla (comps.), *Las maquiladoras. Ajuste estructural y desarrollo regional*, México, El Colegio de la Frontera Norte y Fundación Friedrich Ebert, 1989.
- González, Édgar L., *Capacidades de aprendizaje organizacional en la industria maquiladora electrónica de Tijuana*, El Colegio de la Frontera Norte, tesis de maestría, Tijuana, agosto de 2002.
- Grijalva M., Gabriela, “Generación de empleos en la frontera norte de México: ¿Quiénes han aprovechado el TLC?”, *Frontera norte*, vol. 16, núm. 31, enero-junio de 2004, pp. 33-67.
- Jenkins, Rhys, “La apertura comercial ¿ha creado paraísos de contaminadores en América Latina?”, *Revista de la CEPAL*, núm. 80, agosto de 2003, pp. 85-100.
- Kopinak, Kathryn y Saúl Guzmán García, “Industrial Hazardous Waste in Tijuana and its Proximity to Local Populations”, ponencia presentada en la Conferencia Internacional sobre el Futuro de la Industria Maquiladora:

- Producción Global y Trabajadores Locales, Tijuana, El Colegio de la Frontera Norte y Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 20 y 21 de octubre de 2000.
- y Saúl Guzmán García, “Hacia una nueva teoría de las maquiladoras mexicanas la cual considera los impactos del ambiente”, en Carrillo, Jorge y Claudia Shatan (comps.), *El medio ambiente y la maquila en México: Un problema ineludible*, México, Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2005, pp. 203-250.
- Lara Valencia, Francisco, “Gestión conjunta del medio ambiente fronterizo y TLC: Cambio institucional, actores locales y redes fronterizas”, *Región y sociedad*, vol. XVI, núm. 29, 2004, pp. 75-107.
- Magnusson y Ottoson, *Evolutionary Economics and Path Dependence*, Cheltenham, Reino Unido, Edward Elgar Editor, 1997.
- Massey, Dorey, *Spacial Division of Labor*, Hong Kong, Mcmillan Education LTD, 1984.
- Méndez, Elizabeth, “La industria maquiladora en Tijuana: Riesgo ambiental y calidad de vida”, *Comercio exterior*, vol. 45, núm. 2, 1995.
- Mercado, Alonso (coord.), *Instrumentos económicos para un comportamiento empresarial favorable al medio ambiente en México*, México, El Colegio de México y Fondo de Cultura Económica, 1999.
- , *El comportamiento de las maquiladoras con respecto al cumplimiento de las normas ambientales*, memoria de la Conferencia Internacional: Libre Comercio, Integración y Futuro de la Industria Maquiladora. Producción Global y Trabajos Locales, Tijuana, Secretaría del Trabajo y Previsión Social y El Colegio de la Frontera Norte, 2001.
- Montalvo Corral, Carlos, *Environmental Policy and Technological Innovation: Why do Firms Adopt or Reject New Technologies*, Cheltenham, Reino Unido, Edward Elgar Editor, 2002 (New Horizons in the Economics of Innovation Series).
- , “Challenges for Cleaner Production in International Manufacturing Subcontracting: The Case of Maquiladora Industry in Northern Mexico”, *Frontera norte*, vol. 16, núm. 31, enero-junio de 2004.
- Nauman, Talli, “Mexican Trade Policy: Trading Away the Future”, *Borderlines*, vol. 9, núm. 5, mayo de 2001, en BIOS Border Information Outreach Services. A Project of the Interhemispheric Resource Center, Albuquerque, Nuevo México, www.us-mex.org. Consultado en marzo de 2005.

- Nelson, R. y S. Winter, *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Cambridge, Mass., The Belknap Press of Harvard University Press, 1982.
- Porter, Michael y Class van der Linde, "Toward a New Conception of the Environment-competitiveness Relationship", *Journal of Economics Perspectives*, vol. 9, núm. 4, 1995, pp. 97-118.
- Rojas, Paz, *El comportamiento ambiental de una maquiladora de componentes electrónicos y el efecto de los instrumentos económicos*, tesis de maestría en economía aplicada, Tijuana, El Colegio de la Frontera Norte, 1996.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en www.semarnat.gob.mx. Consultado en febrero de 2005.
- Shatan, Claudia, "Mexico's Manufacturing Exports and the Environmental under NAFTA", estudio presentado en el Primer Simposium Norteamericano sobre Comercio y Medio Ambiente, Washington, D. C., Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte, 11 y 12 de octubre de 2000.
- Stromberg, Per, "La industria maquiladora mexicana y el medio ambiente: Una revisión de los problemas principales", en Carrillo, Jorge y Claudia Shatan (comps.), *El medio ambiente y la maquila en México: Un problema ineludible*, México, Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2005, pp. 21-78.
- Villavicencio, Daniel, "Las pequeñas y medianas empresas innovadoras", *Comercio exterior*, vol. 44, núm. 9, septiembre de 1994, pp. 759-769.
- Wheeler, David, *Armonización de la actividad industrial y el medio ambiente: Nuevas funciones para la comunidad, el mercado y el gobierno*, Bogotá, Colombia, Banco Mundial y Alfaomega Colombiana, 2002.