

Derechos reservados de El Colegio de Sonora, ISSN 0188-7408

Trayectorias productivas y tecnología ambiental en la industria maquiladora electrónica de Tijuana *

Humberto García Jiménez **

Resumen: El objetivo principal del presente estudio es analizar los factores de aprendizaje y de competencias involucrados en la selección, introducción y puesta en práctica de tecnologías ambientales en las empresas filiales electrónicas de Tijuana. La pregunta central que se pretende responder en esta investigación es: ¿De qué manera la evolución de competencias productivas de las filiales transnacionales condiciona la introducción y puesta en marcha de tecnologías ambientales?

En virtud de que la industria maquiladora de exportación electrónica en Tijuana ha experimentado diferentes fases de evolución productiva, la hipótesis de este documento establece que la capacidad, habilidad y necesidad de incorporar tecnologías ambientales se encuentra asociada con el nivel de conocimiento manufacturero y el rol de la empresa filial dentro de su red corporativa.

Este trabajo muestra algunos resultados del proyecto de investigación del mismo título, desarrollado entre

* Las ideas vertidas en este documento son parte de la tesis presentada el 3 de septiembre de 1998 para obtener el grado de maestro en desarrollo regional, con especialidad en reestructuración productiva por el Colegio de la Frontera Norte. El autor agradece los comentarios críticos y constructivos de Jorge Alonso Estrada, Alfredo Hualde y Carlos Montalvo durante esta investigación

** Profesor-Investigador del Colegio de la Frontera Norte. Correo electrónico: hgarcia@colef.mx

los meses de enero y agosto de 1998. El estudio abarcó una muestra de 12 empresas, que fueron seleccionadas y clasificadas en tres momentos de evolución productiva a partir de los trabajos de Alonso y Carrillo (1996) y Contreras et al. (1996). El análisis de trayectorias productivas en relación con el medio ambiente identifica los factores principales involucrados en la selección, introducción y aplicación de tecnologías ambientales, con los cuales enriquecemos el contexto de decisiones productivas y ambientales propuestas por nuestro modelo hipotético

Abstract: The main objective of this study is to analyze the learning and competency factors involved in the selection, introduction, and implementation of environmental technologies in electronic plants from Tijuana. The central question addressed is as follows: In which way do the evolution of productive competencies of the transnational companies affect the introduction and implementation of environmental technologies?

Given the fact that the maquiladora industry of electronic exportation in Tijuana has experienced different faces of productive evolution, the hypothesis of this document is that the capacity, skill, and need to incorporate environmental technologies are associated to manufacturing knowledge level and the role of the subsidiary within its corporate network. We show some findings as a part of the research project labeled as this essay, which was carried out from January to August 1998. The study encompassed a twelve-plants sampling, selected and classified in three stage of productive evolution following Alonso y Carrillo (1996) and Contreras et al. (1996). The analysis of productive trajectories identifies the mains factors involved in selecting, introducing and implementing environmental technologies. This allow to enrich the context of productive and environmental decision making proposed by our hypothetical model.

Introducción

Las nociones de medio ambiente han dejado de ser conceptos exclusivos de las ciencias físicas, biológicas o antropológicas para incorporarse a la terminología del funcionamiento económico. El acelerado deterioro de los recursos naturales utilizados intensivamente en los procesos productivos, así como la degradación del paisaje y el creciente deterioro de los centros urbanos, son algunos elementos que justifican la incorporación de la variable ambiental en la toma de decisiones de los agentes productivos.

En este contexto, el estudio sobre el comportamiento ambiental¹ de las empresas ha partido de una preocupación por entender los procesos mediante los cuales los agentes adoptan nuevas actitudes frente al medio ambiente (Domínguez, 1998, y Brown, 1998). Asimismo, se ha explorado la naturaleza de los incentivos económicos necesarios para que las empresas asuman un comportamiento productivo favorable a la protección ambiental (Mercado, 1995, y Paz, 1996). En estas investigaciones, la explicación del comportamiento de los agentes económicos se basa en la existencia de información perfecta acerca del conjunto de opciones que tienen a su alcance, cuya orientación racional los posibilita para elegir opciones que maximicen su utilidad marginal. La empresa se integra al análisis como un ente abstracto, donde su funcionamiento es observado como una "caja negra" y donde no existen interacciones en el interior de la misma (Nelson y Winter, 1982; Dosi y Malerba, 1996; Magnusson y Ottosson, 1997).

Una manera adicional, que poco se ha explorado en los estudios sobre comportamiento ambiental, consiste en observar a la firma como un agente económico con información imperfecta respecto al conjunto de opciones posibles, actuando sobre la base de racionalidades limitadas a su ámbito de operación (Nelson y Winter, 1982; Dosi y Malerba, 1996); donde la empresa es un lugar de aprendizaje continuo y de organización social en la construcción dinámica de

¹ Comportamiento ambiental es el conjunto de acciones que llevan a cabo los agentes productivos para el cuidado del medio ambiente. Entre ellas, la aplicación de tecnologías ambientales para controlar y/o prevenir la contaminación generada por su actividad.

rutinas y procedimientos necesarios para resolver sus problemas operativos. Entre otras implicaciones, esta propuesta involucra la observación de los mecanismos internos de articulación socioorganizacional² ocurridos al interior de las unidades productivas.

Para nosotros este planteamiento es útil por dos razones: en primer lugar, por que permite trazar trayectorias de evolución productiva en empresas con encadenamientos globales que trascienden el ámbito local y que están sujetas a procesos de creación y recreación de funciones productivas; en segundo lugar, porque nos aproxima a las relaciones entre lo productivo y lo ambiental no como un conexión estática y monolítica en el tiempo, sino como una interacción dinámica que corresponde a diferentes momentos de evolución en un lugar y tiempo determinados.

Con esta perspectiva analítica, este documento tiene como objetivo principal analizar los factores de aprendizaje y de evolución de competencias involucrados en la selección, introducción y aplicación de tecnologías ambientales en las empresas filiales electrónicas de Tijuana. Básicamente en torno a tres vertientes de análisis:

- a) identificación de los factores que influyen sobre el comportamiento ambiental de las empresas filiales,
- b) exposición de los principales aspectos de la evolución productiva en empresas localizadas en Tijuana,
- c) análisis de las trayectorias productivas en relación con el medio ambiente para identificar los factores involucrados en la selección, introducción y puesta en marcha de tecnologías ambientales.

En el sentido de lo expuesto anteriormente, primero destacamos los niveles socioespaciales como un intento por clasificar los factores que influyen sobre el comportamiento ambiental de las empresas, ello con base en la interacción de procesos de construcción social territorialmente localizados. Este planteamiento tiene sentido en la medida en que reconoce el desenvolvimiento del comportamiento ambiental como resultado de la articulación de diferentes niveles socioespaciales (global, mesoglobal y local-periférico) que son necesarios para enriquecer el contexto de decisiones productivas y ambientales de nuestro modelo hipotético; según el cual la capacidad,

² Entendemos como contexto socioorganizacional al conjunto de condiciones de organización social que influyen en el comportamiento de los agentes económicos.

habilidad y necesidad de incorporar tecnologías ambientales se encuentra asociada con el nivel de conocimiento manufacturero y el rol de la empresa filial dentro de su red corporativa.

Expondremos después las megatendencias productivas y ambientales presentes en la reestructuración industrial corporativa, como elementos globales que han impactado los procesos de transferencia de funciones productivas hacia las empresas filiales. En este apartado, se plantea la evolución de competencias productivas en los agentes locales como resultado de su capacidad de aprendizaje y adaptación a las condiciones cambiantes de su entorno productivo. Éstas se vuelven operativas mediante las funciones de ingeniería propuestas por Contreras et al. (1996) y Alonso y Carrillo (1996) como niveles de conocimiento manufacturero; además de la aplicación de formas organizacionales necesarias para ejecutar estas funciones de ingeniería. Ambas dimensiones son parámetros para ubicar los diferentes momentos de evolución de competencias productivas.

En tercer lugar, a partir de los trabajos de Alonso y Carrillo (1966) y Hualde (1997), además de visitas guiadas en 12 empresas filiales electrónicas de Tijuana, se identifican y exponen las características de cada momento evolutivo; validando empíricamente la existencia de diferentes competencias y las variables socio-organizacionales críticas de transición. Aquí, el papel de la empresa filial en su red corporativa condiciona y, al mismo tiempo, se ve condicionada, por la formación progresiva de competencias y la transferencia de funciones productivas de la corporación hacia la filial.

Más adelante, se identifican y clasifican las tecnologías ambientales utilizadas en las empresas filiales de acuerdo con el nivel de conocimiento manufacturero requerido para su aplicación y el rol de la firma en su red corporativa. En quinto lugar, se analizan las trayectorias productivas en relación con la selección y aplicación de tecnologías ambientales. En este apartado se identifican trayectorias de cambio tecnológico ambiental que reconoce los factores involucrados en el contexto de decisiones productivas y ambientales.

Finalmente, en las conclusiones se propone que una política ambiental dirigida a empresas filiales tiene que considerar los diferentes momentos de evolución de competencias productivas para (re)orientar el comportamiento ambiental de este tipo de firmas.

Niveles de determinación socioespacial en el comportamiento ambiental de las empresas transnacionales

Desde una perspectiva espacial, la contextualización de los fenómenos regionales son producto de la articulación de diferentes escalas o niveles socioespaciales, con un alcance particular sobre su desenvolvimiento. La designación de niveles socioespaciales intenta dividir las variables que intervienen en el comportamiento ambiental de las empresas, con base en la interacción de procesos de construcción social territorialmente localizados, cuyas escalas (globales, mesoglobales y locales) expresan los alcances que cada uno de estos niveles tienen sobre el comportamiento del fenómeno ambiental (esquema 1).

Así, las relaciones causales de cada nivel socioespacial son observadas como posibles más que como determinantes en sus efectos; es decir, pueden ser alteradas sus implicaciones 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; donde los alcances de cada nivel se expresan a la luz de contextos productivos particulares. Este planteamiento es relevante para nuestra exposición por dos motivos. Por un lado, nos permite evitar el establecimiento de relaciones causales mecánicas para explicar la dinámica del comportamiento ambiental y, por otro, ubica nuestra exposición a partir del vínculo entre las megatendencias productivas y ambientales (nivel global), la redefinición de estrategias corporativas y la transferencia productiva hacia las empresas filiales (nivel mesoglobal) y el proceso de aprendizaje en la conformación de competencias productivas regionales (nivel local-periférico).

Megatendencias productivas y ambientales en la reestructuración industrial corporativa

Desde mediados de la década de los setenta, las condiciones de competitividad internacional han cambiado paulatinamente, provocando

procesos de reestructuración productiva en las corporaciones transnacionales. Según Oman (1994) y Dahlman (1996), dos elementos han alterado la naturaleza de sus estrategias competitivas. En primer lugar, los efectos combinados de la saturación de mercados por la excesiva producción en serie, el fenómeno de la estanflación y el incremento súbito de los precios del petróleo. En segundo lugar, la incorporación de nuevas tecnologías en comunicaciones y transportes basadas en la microelectrónica que han posibilitado el movimiento rápido de grandes volúmenes de capital financiero de un lugar a otro, reduciendo significativamente los tiempos y costos de transporte, comunicación y procesamiento de datos.

Básicamente estos elementos han redimensionado la naturaleza de la competitividad internacional. Hoy, los factores competitivos se construyen con menor intensidad sobre la dotación natural de recursos naturales y con mayor vigor sobre la calidad, la respuesta rápida a las necesidades del cliente y la creación de nuevas redes de distribución (Dahlman, 1996). En este nuevo ambiente competitivo, algunos corporativos han iniciado procesos deliberados de reconfiguración estructural con la finalidad de adaptarse al dinamismo de las nuevas condiciones del mercado. Aquí, la adopción de elementos identificados con el modelo japonés de producción ha formado parte de su estrategia de reestructuración (Abo, 1994; Bonazzi, 1993; Coriat, 1995; Shimizu, 1998). Así, la introducción del "justo a tiempo" y del control total de la calidad vía la instalación de máquinas automáticas e innovadoras formas de organización del trabajo distinguen la base de su cambio organizacional. Según Womack et al. (1990) y Bonazzi (1993), la esencia de estos cambios radica en la búsqueda de reducir costos de producción con niveles crecientes de calidad y flexibilidad, en condiciones de mercado caracterizadas por el cambio constante en la demanda de productos.

Al amparo de estas megatendencias productivas, el reconocimiento de un creciente deterioro ambiental por parte de la comunidad mundial ha originado un intenso debate centrado en la lógica del desenvolvimiento económico, donde el daño ambiental es considerado como una externalidad originada por la dinámica producción-consumo.

Como parte de este debate, a nivel macroeconómico se plantea un conflicto entre las necesidades de crecimiento en el corto plazo y

la protección ambiental en el largo plazo, mientras que a nivel microeconómico los dilemas se reflejan en el aumento de costos de operación por la introducción del medio ambiente al ámbito productivo de las empresas. En ambos niveles, la discusión ha derivado en una aparente contradicción entre elevar los niveles de competitividad internacional o mejorar el desempeño ambiental de las empresas (Walley y Whitehead, 1994; Jaffe, 1995; Hart, 1997). No obstante, la ubicación de los residuos contaminantes como resultado de un uso ineficiente de los factores de producción, junto con la existencia de barreras comerciales fundadas en principios de manejo ambiental, están propiciando que la protección ambiental se empiece a considerar como un factor de competitividad internacional (Constantino, 1996).

En este contexto, la Comisión Económica para América Latina reconoce que el reto de la sustentabilidad "ha motivado la generación de un esfuerzo importante de innovación tecnológica tendiente precisamente a neutralizar los efectos negativos sobre el medio ambiente y a elevar la capacidad competitiva de los bienes frente a la creciente sensibilidad respecto a la dimensión ambiental" (CEPAL, 1991:6).

De esta forma, al paradigma de la calidad total (asociado con las nuevas formas de organización productiva del modelo japonés) empieza a agregarse la dimensión de la seguridad y calidad ambiental (Porter Michael y C. van der Linde, 1995). En esta perspectiva, los aspectos concernientes a la protección ambiental comienzan a formar parte de las estrategias de reestructuración corporativa (Leonard, 1988; F. den Hond, 1996; Dobilas y MacPherson, 1997).³

Transferencia productiva y construcción de competencias productivas

Las empresas filiales transnacionales, como parte de redes corporativas globales, no escapan de estas megatendencias productivas y am-

³ Como parte de esta preocupación, el establecimiento de estándares internacionales sobre protección ambiental surgen con la finalidad de "homologar los procesos productivos respecto a sus efectos sobre el medio ambiente" (Constantino, 1996). Es el caso de la iniciativa ISO 14000, la British Standard 7750 y la Canadian Standards Association, que, aun siendo guías voluntarias de manejo ambiental, empiezan a constituirse como garantías de un mejor manejo de los asuntos ambientales.

bientales. De hecho, la búsqueda de economías de escala y de alcance están inmersas en una lógica por disminuir costos, aprovechando los factores regionales en la ubicación de actividades productivas. Así, estas tendencias globales son transmitidas desde la corporación hacia sus filiales con la finalidad de adaptar su funcionamiento productivo a sus estrategias competitivas (Ferdows, 1997). En este proceso de transferencia, se articulan dos elementos: por un lado, las formas en que las corporaciones definen, organizan y conducen sus estrategias a nivel mundial (Malnight, 1996; Ferdows, 1997), y por otro, la evolución de competencias productivas en los agentes locales (ingenieros, técnicos y operadores de producción) para adaptar las funciones transferidas (Kogut y Zander, 1993; Birkinshaw y Hood, 1998).

La actividad productiva de las filiales transnacionales locales es producto de la imbricación entre los imperativos establecidos por las agencias globales (red corporativa) y la forma en que las agencias locales los asimilan (Massey, 1984). En este sentido, la evolución de competencias supone procesos crecientes de aprendizaje en la creación de rutinas y procedimientos, necesarios para responder a los requerimientos técnicos y organizacionales impuestos por la corporación (Dosi y Marengo, 1994; Dosi y Malerba, 1996). Aquí, la empresa filial se constituye como una entidad caracterizada por competencias específicas contenidas en sus rutinas, cuya evolución en el tiempo se explica, parcialmente, debido a su capacidad de aprendizaje y adaptación a las condiciones cambiantes de su entorno productivo. En términos de los procesos de transferencias matriz-subsidiaria, ello significa que en la medida en que las funciones productivas se incrementan en número y complejidad, se generan procesos de evolución de competencias como resultado del aprendizaje de las agencias locales (Dosi y Marengo, 1994, Alonso y Carrillo, 1996).

En la industria maquiladora de Tijuana, Contreras et al. (1996) y Alonso y Carrillo (1996) han identificado el desenvolvimiento de diferentes funciones de ingeniería como niveles de conocimiento manufacturero, que expresan distintos niveles de control y dominio sobre las características del producto y el proceso productivo en la manufactura. Esta dimensión ha sido útil para observar la evolución de competencias manufactureras en las empresas filiales. Sin embargo, un elemento adicional ha sido la aplicación de formas organiza-

cionales necesarias para ejecutar las funciones productivas transferidas por el corporativo transnacional (Brown y Domínguez, 1989; González-Aréchiga y Ramírez, 1990; Wilson 1992; Alonso y Carrillo, 1996).⁴

De esta manera, ambas dimensiones (funciones de ingeniería y formas organizacionales) son parte del establecimiento de procedimientos y rutinas necesarios para resolver ciertos problemas derivados de la transferencia de funciones productivas; es decir, forman parte de las competencias productivas. En este sentido, el rol de la empresa filial en su red corporativa condiciona, y al mismo tiempo se ve condicionado, la formación progresiva de competencias y la transferencia de funciones productivas del corporativo hacia la empresa filial.

En este sentido, la identificación de fases o momentos de evolución en la trayectoria productiva de las empresas es necesaria para ubicar el desarrollo de competencias productivas acordes con mayores niveles de conocimiento manufacturero y roles diferenciados de la empresa filial en su red corporativa. A partir de los trabajos de Alonso y Carrillo (1996) y Hualde (1997), además de visitas guiadas en 12 empresas filiales electrónicas de Tijuana, se identifican tres momentos de evolución: intensificación del trabajo, intensificación en procesos e intensificación en procesos y productos, cuyas características se presentan en la próxima sección.

Comportamiento productivo de empresas transnacionales por momentos de evolución

En esta sección se describen las principales características de cada momento de evolución, enfatizando su origen, funcionamiento productivo (relaciones matriz-subsidiaria, formas organizacionales), y

⁴ Estas nuevas formas de organización productiva, identificadas con elementos del sistema de producción japonés, son transferidos desde la casa matriz hacia la subsidiaria. Al respecto, las adaptaciones del modelo a contextos productivos diferentes de su lugar de origen se asocian con transferencias híbridas, en donde los elementos locales coexisten con aspectos globales del modelo japonés. Para una lectura más detallada véase a Boyer et al. (1998) y Freyssenet et al. (1998).

las funciones de ingeniería asociadas con cada momento. Con este grupo de variables intentamos mostrar la existencia de diferentes competencias productivas relacionadas con cada momento de evolución. En el cuadro 1 se muestran las características de cada momento evolutivo.

Momento evolutivo I. Intensificación en el trabajo

El primer momento evolutivo de la IME electrónica lo constituyen empresas que iniciaron operaciones a principios de los años ochenta. Generalmente, son firmas que funcionan como unidades shelter y de subcontratación manufacturera, donde el cliente aporta 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 al funcionamiento de la empresa (i.e. pago de salarios, renta, luz, trámites burocráticos).⁵ En este caso, el tipo de relación establecida se sustenta en el pago por producto ensamblado, el cual constituye su fuente principal de ingreso para mantener las labores administrativas, y después de un límite de producción, constituye su principal fuente de ganancias. En este sentido, la estrategia competitiva de estas empresas se basa en la disminución de costos administrativos (v.gr., vía la utilización de mano de obra barata) y en la producción del mayor número de unidades en el menor tiempo posible.

Debido a que las actividades de diseño de procesos son transferidas totalmente de los clientes y su principal competencia son las actividades administrativas, estas empresas no participan directamente en el rediseño de manufactura. De hecho son tan simples las actividades de ensamble que no requieren adecuaciones importantes a las condiciones locales, ni un seguimiento especializado por parte de los ingenieros de producción. Esta condición propicia que el contenido de conocimientos necesarios en la manufactura sea mínimo, y a esta forma de participación en el aprendizaje le llamamos ingeniería simple. Por ello, en este tipo de empresas la introducción de máquinas y herramientas tiene un bajo contenido tecnológico y

⁵ Comúnmente se refiere a empresas que actúan como shelter o de subcontratación manufacturera.

la organización del trabajo se sustenta en el trabajo manual intensivo, generalmente realizado por mujeres en una línea de producción continua y de tareas repetitivas.⁶

Momento evolutivo II. Intensificación en procesos

Las empresas que empezaron funcionando en este momento productivo iniciaron operaciones entre 1990 y 1994; durante su puesta en marcha han aprovechado la experiencia acumulada por ingenieros que laboraban en otras maquiladoras antes de trabajar en estas plantas.

En la mayoría de los casos funcionan como filiales de transnacionales y reciben un presupuesto anual cuya responsabilidad de manejo está a cargo del personal administrativo de la planta. Bajo este esquema, el corporativo solicita el producto y la empresa se responsabiliza de organizar el proceso de manufactura; con el presupuesto otorgado tienen que cumplir con sus obligaciones administrativas y requerimientos de producción. Aquí, su estrategia competitiva se basa en la calidad y en el hacer eficientes los procesos, mediante la disminución de costos unitarios, control de inventarios y reducción de tiempos muertos en la línea de producción.⁷

En 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 la aplicación de formas de organización que permitan hacer más fluida la producción.⁸ Aquí, las agencias locales (ingenieros, técnicos y operadores de producción) intervienen con mayor intensidad en los procesos mediante la aplicación de mayores niveles de conocimiento manufacturero.⁹

⁶ Estos hallazgos corresponden a lo que se conoce como la empresa maquiladora tradicional encontrada en Iglesias (1985) Carrillo y Hernández (1986).

⁷ Véase también González-Aréchiga y Ramírez (1990).

⁸ En esta perspectiva, los ingenieros de estas plantas tienen la responsabilidad de reducir cada año los 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.

⁹ Desde el punto de vista del producto, esta característica es relevante porque no es lo mismo trasplantar procesos donde la especificación del producto varía muy poco (como en el caso del ensamble simple) que adaptar procesos donde constantemente se requiere hacer ajustes para que sigan siendo eficientes.

En esta etapa, las empresas se orientan hacia procesos de manufactura y a la introducción de tecnologías automatizadas en el proceso productivo, al tiempo que se observa la aplicación de diferentes formas de organización asociada con las necesidades de resolver problemas específicos en la manufactura del producto. Estos problemas pueden referirse al mejoramiento de las labores de inspección (aplicación del control estadístico de procesos), de sus entregas de producto (justo a tiempo en inventarios) y de equilibrio de líneas (manufactura celular, justo a tiempo en procesos y equipos de trabajo). En algunas plantas, también se observa una mayor participación del trabajador en el proceso productivo a través de la formación de círculos de calidad y equipos de trabajo, con incorporación creciente de mano de obra calificada (técnicos e ingenieros) y el incremento del empleo masculino.¹⁰

Momento evolutivo III. Intensificación en diseño e investigación

En este tipo de empresas, además de realizar actividades para hacer eficientes los procesos, incorporan a sus competencias productivas el diseño de productos. En su relación con la matriz, ésta envía las especificaciones del producto y la empresa se encarga de diseñar el proceso. Sólo que ahora, en función de su conocimiento manufacturero, tiene mayor capacidad de adaptar cambios en el diseño del producto. Para ello, cuenta con un laboratorio de ingeniería donde se fabrican productos muestra para los clientes y se desarrollan nuevos modelos para lanzarlos al mercado. En estos laboratorios se realizan pruebas y ajustes al proceso para verificar que cumpla con los requerimientos de diferenciación y calidad. Una vez aprobada la prueba piloto y que el cliente acepta las especificaciones del producto, se instrumenta en la línea de producción.

En esta dinámica, dos elementos son críticos: el establecimiento de nuevas relaciones cliente-proveedor, mediante la interacción directa de los ingenieros de diseño con los clientes y, por otro, los canales internos de comunicación entre los departamentos de calidad,

¹⁰ También véase Carrillo y Micheli (1990) así como Wilson (1992).

producto y proceso, que gestan lo que se conoce como ingeniería concurrente.

De acuerdo con este esquema de operación, su principal fuente competitiva consiste en hacer más eficiente el diseño del producto y del proceso, mediante la disminución del tiempo en la realización de los proyectos sobre nuevos productos. Ello implica una búsqueda por disminuir todos los costos asociados con su operación productiva (i.e. administrativos, de manufactura y diseño del producto).

El desarrollo de nuevos productos lo realiza un grupo de ingenieros de cada departamento, los cuales se encargan de proyectos específicos de productos a desarrollar. De esta manera, su organización se realiza a partir de la conformación de equipos de alto nivel de capacitación técnica en funciones que privilegian la creatividad en el diseño, creación y capacidad de elaboración de productos y procesos (Alonso y Carrillo, 1996). En este sentido, las agencias locales realizan actividades que escapan al universo productivo del ensamble y la manufactura para convertirse en agentes dinamizadores dentro del diseño de productos y procesos.

Por su parte, las formas de organización del trabajo que se aplicaban para hacer más eficientes los procesos son la base para que el diseño de productos opere en la línea de producción. El nivel tecnológico en el diseño de nuevos productos no se caracteriza por la utilización de máquinas automatizadas, sino más bien por la adaptación y rediseño de equipos electrónicos.¹¹

Formas de aprendizaje y variables críticas de transición

El conjunto de características mencionadas en cada momento de evolución expresa la diferenciación productiva asociada con la dinámica de las plantas visitadas, donde cada fase evolutiva representa diferentes competencias productivas y roles diferenciados de las empresa filial en su red corporativa global. Estas características se muestran con la identificación de funciones de ingeniería y la naturaleza organizacional matriz-subsidiaria.

¹¹ Al respecto, Alonso y Carrillo (1996) han documentado que "el nivel tecnológico aumenta considerablemente [...] pero no por la adaptación de procesos automatizados, sino por la maquinaria [...] para el diseño de productos".

Sin embargo, esta presentación no debe entenderse como un simple corte transversal de las trayectorias productivas, sino como la coexistencia de diferentes fases dentro y entre cada una de las empresas visitadas; es decir, por la sucesión cronológica en la formación de competencias cada planta muestra elementos correspondientes a las características de cada momento de evolución.

En torno a las formas de aprendizaje desarrolladas, podemos decir que con los elementos expuestos en cada fase evolutiva se asocian diferentes tipos de aprendizaje (inter e intra empresa) con orientaciones específicas de acuerdo con las estrategias de la red corporativa en la empresa filial (cuadro 2). Esta conducción es dinámica en el tiempo como parte de la imbricación entre los imperativos establecidos por la red corporativa a la empresa filial y las competencias creadas por los gerentes, técnicos y operadores de línea en el interior de cada una de las empresas. En este sentido, las características de los momentos críticos de transición son relevantes para mostrar las condiciones de cambio en la evolución de competencias manufactureras (cuadro 3).

En este contexto, dado que la industria maquiladora de exportación electrónica en Tijuana ha experimentado diferentes fases de evolución productiva, surge la pregunta acerca de la manera en que la evolución de competencias productivas de las filiales transnacionales condiciona la introducción e implementación de tecnologías ambientales. Intentaremos responder a esta pregunta en los siguientes apartados.

Evolución de competencias productivas e introducción de tecnologías ambientales

Supuestos básicos

Antes de explicar la manera en que las tecnologías ambientales se integran a las trayectorias productivas de cada momento de evolución, es necesario hacer explícitos los supuestos que sustentan nuestra argumentación. Nos referimos a los siguientes:

- a) Cualquier actividad que tenga como objetivo la protección ambiental tiene un costo económico externo a los gastos normales de una empresa.
- b) Las decisiones sobre la implementación de tecnologías ambientales son consideradas en términos de su impacto sobre los costos de producción.
- c) En el mediano plazo, el costo ambiental se considera como un costo fijo dentro de los costos administrativos.
- d) 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 y la naturaleza de la relación con su red corporativa son elementos clave en la toma de decisiones.¹²

La filial en su red corporativa: momentos evolutivos y lógica organizacional

Como mencionamos en la sección titulada momento evolutivo I, la principal fuente competitiva de las empresas en el momento I se basa en la disminución de costos administrativos y en la producción del mayor número de unidades en el menor tiempo posible. En este contexto, la puesta en marcha de tecnologías ambientales eleva los costos administrativos, principal fuente de ganancias. Por ello, este tipo de empresas tiende a aplicar actividades que van de cero a un mínimo control y monitoreo.

Por su parte, las empresas ubicadas en el momento II son filiales de empresas corporativas que realizan labores de manufactura, en las que el tipo de relación se basa en la asignación de un presupuesto financiero para realizar sus operaciones manufactureras. En este caso, la fuente de ganancias la constituyen, generalmente, la reducción de costos administrativos (mediante la utilización de mano de obra barata, principalmente) y la disminución del costo por unidad de producto (vía la reasignación de tareas en línea, búsqueda de nuevas

¹² En especial nos referimos al tipo de relación que las empresas filiales establecen con sus principales clientes o con su casa matriz. En este documento, se identifican cuatro tipos de relaciones según su independencia de operación: shelter, subcontratista manufacturero, filial transnacional y empresa matriz. Estos tipos de relaciones determinan los contextos específicos de operación para cada una de las empresas visitadas.

materias primas, tecnologías automatizadas, rediseños de producto para mejorar procesos y aplicación de nuevas formas de organización). Ahora bien, debido a que la principal tarea de este tipo de empresas es el proceso de manufactura, su fuente competitiva radica en hacer más eficientes los procesos, vía incrementos en la productividad y calidad del producto. Esto implica que la reducción de costos unitarios sea una parte importante de su fuente de ganancias y que la disminución de costos administrativos sea menos relevante.

En este contexto productivo, los costos del control ambiental son observados de una manera menos nociva respecto a su principal competencia (reducción de costos unitarios y funciones de ingeniería de procesos), debido a que el costo ambiental se redistribuye sobre la base del costo unitario, es decir, permite tolerar un mayor costo administrativo asociado con el control ambiental. Así, desde el punto de vista de los costos, existe una mayor capacidad para incorporar tecnologías de control ambiental, las cuales se ubican en la ejecución de medidas que hagan más eficientes las actividades de proceso con la finalidad de disminuir la cantidad de residuos generados durante el mismo. Por tanto, el tipo de tecnología ambiental asociada con este momento evolutivo es de control de residuos en proceso.

Esta situación marca una diferencia clave respecto a las empresas del momento I, donde los costos asociados con el control ambiental inciden directamente en su principal fuente de ganancias (i.e. reducción de costos administrativos), mientras en este tipo de empresa los costos ambientales se redistribuyen sobre la base de los costos unitarios.

Por su parte, las empresas que se hallan en su tercer momento evolutivo han integrado a su funcionamiento las actividades de proceso y diseño de producto. Estas firmas funcionan como auténticas casas matrices, desde donde se produce y distribuye el producto. En esta coyuntura productiva, la principal fuente competitiva se sustenta en la disminución del tiempo en la realización de los proyectos, además de promover la reducción de todos los costos (i.e. administrativos y unitarios) relacionados con el diseño del producto y su manufacturabilidad. Bajo esta línea de argumentación, los costos asociados con el control ambiental (como parte de los costos de administración) se reducen mediante el rediseño del producto para

minimizar la generación de residuos y disminuir los costos por su disposición.

En función de lo expresado anteriormente, dado que las empresas transnacionales transitan por diferentes momentos de evolución productiva, las trayectorias ambientales se relacionan con cada fase en tres etapas: 1) cero control y cero monitoreo, 2) tecnologías de control en proceso y 3) tecnologías de prevención en proceso y producto, correspondientes a cada momento evolutivo (esquema 2)

Escalas de conocimiento manufacturero por tipos de tecnología ambiental

En el sentido de lo expuesto anteriormente, como cada momento de evolución expresa diferentes niveles de competencias productivas, entonces cada etapa de tecnologías ambientales se asocia con diferentes niveles de conocimiento manufacturero y lógicas organizacionales, implícitas en el rol de la empresa filial en su red corporativa (esquema 3).

Como muestra este esquema, en la escala baja se encuentran las tecnologías que por su naturaleza podemos considerarlas como típicas de final de chimenea y cuya aplicación se vincula con bajos o nulos niveles de conocimientos manufactureros. En una escala media, se ubican las tecnologías ambientales que para su aplicación demandan la existencia de conocimientos manufactureros, en particular las funciones de ingeniería de procesos. En la escala más alta, se encuentran las tecnologías ambientales que tratan de disminuir la contaminación desde el diseño del producto hasta su manufacturabilidad. En este sentido, su instrumentación requiere de niveles sobre las características de producto y su proceso.

Factores asociados con las trayectorias de cambio tecnológico ambiental por momentos de evolución

Como podemos observar en el esquema 4, durante el trabajo de campo se evidenció la heterogeneidad productiva y ambiental que caracteriza al funcionamiento de las empresas transnacionales en Tijuana. En este esquema, se identifican tres trayectorias de cambio tec-

nológico ambiental que convergen sobre las características productivas de cada momento evolutivo, esbozado en líneas anteriores.

La representación empírica de esta tipología muestra las fases de cambio entre los diferentes contenidos de conocimiento manufacturero y la instrumentación diferenciada de tecnologías ambientales, al tiempo que sintetiza la vinculación entre lo productivo y lo ambiental como una relación dinámica, dependiente de la evolución de competencias manufactureras y de contextos de operación diferenciados, que caracterizan el funcionamiento de las filiales electrónicas.

En el esquema, las flechas representan las diferentes trayectorias de cambio tecnológico, que muestran los diversos contextos productivos donde tienen lugar las decisiones sobre medio ambiente. Agrupadas en función de las etapas de aplicación de tecnologías ambientales (control, control en procesos y control en procesos y productos), cada momento de evolución representa escalas ascendentes de conocimiento manufacturero vinculado con actividades de protección ambiental.

Un elemento que consideramos clave en la presentación de este esquema tiene que ver con la manera en que las decisiones pasadas condicionan el desenvolvimiento de los hechos presentes, es decir, las trayectorias de cambio tecnológico son senderos dependientes (*path dependence*) de la experiencia manufacturera acumulada (en conocimientos manufactureros y formas de organización del trabajo), dados por la interacción social en el seno de la firma y el grado de madurez alcanzado en la transferencia de funciones productivas desde la matriz.

De esta manera, las trayectorias de cambio tecnológico ambiental identificadas a partir de los hallazgos empíricos son: trayectoria de control, trayectoria de procesos manufactureros y trayectorias de control en procesos y productos.

Trayectoria de control

En este tipo de trayectorias de cambio ambiental encontramos empresas que, por las características descritas en trabajo de campo, se encuentran en el momento evolutivo I y empresas intensivas en actividades de proceso (momento evolutivo II) que durante sus prime-

ras fases de operación aplicaron tecnologías con las características de esta trayectoria ambiental. En el esquema 4, estos grupos de empresas se muestran en los puntos A y B.

Respecto al tipo de tecnología ambiental, en esta trayectoria se hallan aquellas empresas que durante alguna fase de su vida productiva abarcaron desde el cero control y/o cero monitoreo hasta la aplicación mínima de tecnologías ambientales, básicamente orientadas hacia el manejo de residuos, control de emisiones y segregación de materiales, agrupadas en las tecnologías de control de nuestra tipología (ver esquema 2). La aplicación de este tipo de tecnologías ambientales se encuentra en la escala más baja de nuestra clasificación en virtud de que su puesta en práctica involucra pocos o nulos conocimientos de manufactura, principal producto (de baja complejidad y diferenciación)

Dos tiempos distinguen el contexto de selección e instrumentación de este tipo de tecnologías: una primera fase se presenta cuando, desde la óptica de sus principales clientes, la actividad ambiental se concibe como un requisito administrativo de la empresa ensambladora para continuar su funcionamiento; limitando los intercambios de información al pedimento de lotes de producción y especificaciones particulares de los productos ensamblados, dejando fuera el aspecto de la protección ambiental. Una segunda fase sucede cuando la regulación ambiental y, en ocasiones, la política ambiental corporativa, los obliga a aplicar tecnologías ambientales de control en sus procesos (cuadro 4).

Respecto al primer tiempo, el trabajo de campo mostró que estas empresas, al dedicarse exclusivamente al servicio de gestión del ensamble, en su relación con los clientes su estrategia de negocios se basa en la disminución de costos administrativos, donde la puesta en práctica de tecnologías ambientales es una contingencia que afecta directamente su principal fuente de ganancias (vía el incremento de costos administrativos). De manera que, en un contexto de bajos niveles de conocimiento manufacturero, las tecnologías aplicadas corresponden a actividades mínimas de control y monitoreo (ver esquema 3). Sin embargo, en el segundo tiempo los factores externos de cambio en este tipo de trayectorias son la regulación ambiental, vía el control y monitoreo por parte de las autoridades ambientales (estatales y federales) y la política ambiental corporativa, principal-

mente en aquellas empresas que iniciaron su vida productiva en el momento I pero que han evolucionado hacia el momento II.

Trayectoria ambiental de procesos manufactureros

Se trata de empresas que se han movido desde la aplicación mínima de tecnologías (asociadas al manejo de residuos, control de emisiones y segregación de materiales) hacia el establecimiento de medidas orientadas a la disminución de residuos durante el proceso de manufactura. Nos referimos a las plantas que han transitado del momento I al II, y aquellas que nacieron con características del momento II. En el esquema 3 se señalan en el cambio experimentado de A - C y B - C, respectivamente.

La aplicación del programa de reducción de scrap (residuos metálicos) es la tecnología crítica en el desenvolvimiento de esta trayectoria. Éste, sin ser parte de la política de protección al medio ambiente, sino de las actividades de ingeniería de procesos, se presenta como un factor que influye sobre el desempeño ambiental de las empresas; amparado en la lógica por hacer eficientes los procesos, mediante la generación de menores cantidades de residuos para disminuir los costos por su manejo y disposición final.

En esta trayectoria ambiental, el conocimiento manufacturero de los ingenieros es un elemento clave para tener un mayor control sobre las actividades de producción, detectar errores en las especificaciones y disminuir los costos por unidad durante la manufactura, comúnmente asociadas a las actividades de la iso 9000. En este elemento de hacer eficientes los procesos juegan un rol importante las formas de organización del trabajo, donde se conjugan diferentes canales de coordinación entre los integrantes de la firma. El justo a tiempo en inventarios y procesos, equipos de trabajo, manufactura celular y mejoramiento continuo se observaron como las actividades que ayudan en la puesta en marcha de programas de reducción de scrap. A continuación, presentamos la manera en que estas formas de organización intervienen en la disminución de residuos al hacer más eficientes los procesos.

a) El justo a tiempo en inventarios posibilita la obtención de insumos en cantidades y especificaciones requeridas para cada orden de producción, haciendo eficientes, por un lado, los canales de abasteci-

miento y, por otro, disminuyendo las cantidades de scrap por piezas ensambladas con insumos que no cumplen con los requerimientos del producto. Así, la coordinación entre la empresa y sus proveedores es una actividad que influye sobre la protección ambiental.

- b) El justo a tiempo en proceso. El conocimiento de cada actividad del proceso posibilita que en el interior de la planta se mantenga un flujo continuo de insumos a lo largo de la línea de producción, de tal manera que la asignación de insumos sea la requerida para cada orden de producción y, por tanto, sea posible estimar las cantidades de scrap generadas antes de la puesta en marcha del proceso y verificarlo con el obtenido después de la producción. Si el nivel de scrap producido está por arriba de lo estimado, se revisan las actividades del proceso para detectar la falla.
- c) La producción en celdas de trabajo facilita la identificación de líneas de producción donde se están desperdiciando materiales, mientras que el trabajo en equipo permite la generación de propuestas entre los operadores, supervisores e ingenieros de la celda para disminuir las cantidades de residuos producidos durante la producción.
- d) Aplicación de actividades de mejoramiento continuo, una vez instrumentado el proceso de manufactura, la búsqueda continua por hacer más eficiente la producción, se cristaliza en principios como "hacerlo bien la primera vez". Su aplicación sistemática promueve, entre otros objetivos de producción, la disminución de la cantidad de residuos generados durante el proceso.

Sin embargo, en la mayoría de las plantas visitadas, se observó que la puesta en práctica del programa de reducción de scrap tiene lugar después de un proceso gradual en el que le anteceden actividades manufactureras orientadas hacia hacer más eficientes los procesos. En especial, la adaptación y rediseño de procesos a condiciones locales, la reducción de "tiempos muertos" (mediante el equilibrio de líneas de producción), donde la preocupación por disminuir residuos aparece cuando se elevan los costos por disposición y cuando la política corporativa lo exige como un requerimiento productivo (cuadro 4).

Por otra parte, al ser una actividad exclusiva de la ingeniería de manufactura, las actividades para hacer eficientes los procesos tienen una vinculación marginal con las instancias encargadas de llevar a cabo las actividades ambientales. En este sentido, la división organizacional configura labores ambientales claramente diferenciadas: por un lado, el departamento ambiental y/o la comisión mixta de higiene y seguridad se encargan de dar seguimiento administrativo a las actividades de manejo de residuos, control de emisiones y monitoreo, mientras que, por otro lado, las actividades de reducción de scrap son llevadas a cabo por la ingeniería de procesos.

En esta perspectiva, se identifican dos fases de aplicación de tecnologías ambientales (cuadro 4):

- a) En la primera fase se ponen en marcha tecnologías referidas al control de emisiones, manejo de residuos y monitoreo; la regulación ambiental y, en algunas plantas, la política ambiental corporativa son factores presentes en su aplicación.
- b) En una segunda fase, la aplicación del programa de reducción de scrap se presenta como parte de las actividades para hacer eficientes los procesos. En esta fase, el papel como empresa filial dentro de su red corporativa y las competencias adquiridas en la manufactura son un elemento directamente relacionado con estas actividades.

Esta trayectoria es el basamento cognitivo para operar un cambio del conocimiento de procesos hacia la integración de actividades de diseño e investigación (momento III), la cual no necesariamente implica la incorporación de estas funciones dentro de su desempeño ambiental. Nos referimos al cambio ocurrido del punto C al D en el esquema 4, donde la red corporativa ha transferido funciones de diseño e investigación que la colocan en el momento III, pero sigue aplicando tecnologías de control en procesos.

Trayectorias de control en proceso y producto

En esta trayectoria, se identifican las empresas que han incorporado a sus actividades de diseño de producto y de procesos, medidas tendientes a disminuir la cantidad de residuos generados durante su actividad productiva. En consecuencia, durante el desenvolvimiento de

esta etapa se produce lo que nosotros denominamos la transición efectiva, que integra el conocimiento manufacturero en las actividades ambientales. En este contexto de operación, se encuentran las empresas que han transitado del momento II al III, ubicadas en el esquema 4 dentro del cambio del punto C al punto E.

A partir de los hallazgos encontrados en estas empresas, pudimos percatarnos de que los elementos que facilitan la incorporación de las labores de diseño a las actividades ambientales son: a) política ambiental del corporativo que impulsa la certificación ambiental ISO 14000, b) el conocimiento sobre las fases del proceso y el diseño del producto desarrolladas por estas empresas con el respaldo de su experiencia manufacturera, que en algunas se expresan a través de la certificación ISO 9000, c) aplicación de formas de organización del trabajo tales como el trabajo en equipo entre los departamentos de ingeniería de procesos, producto y calidad (ingeniería concurrente), tanto en el ámbito de las plantas como a nivel corporativo; además del apoyo del justo a tiempo (en inventarios y procesos) desarrolladas durante su etapa de intensificación de procesos (momento II) y, d) aprovechamiento de los canales de comunicación entre clientes y proveedores, creados para mejorar la calidad y especificidad de producto, ahora aprovechados para llevar a cabo innovaciones en procesos y productos orientadas hacia la protección ambiental.

En cuanto a la certificación en ISO 14000, durante nuestras visitas observamos que ésta se trata de una serie de procedimientos que han facilitado la detección de problemas ambientales, que les ha permitido, en función de su conocimiento sobre los procesos y productos, intervenir en las partes de su sistema productivo que consideren necesario para disminuir la generación de residuos. De esta manera, la integración de actividades de diseño en procesos y productos para disminuir la cantidad de residuos se facilita al contar con una herramienta normativa de sus actividades ambientales.

Aquí es importante señalar que el antecedente de la certificación ISO 9000 en su trayectoria productiva facilitó la incorporación de la mayoría de las empresas a la certificación ISO 1400, lo cual confirma que la obtención de esta certificación se produce sobre la base de las competencias adquiridas en la elaboración y adaptación de procedimientos de proceso y calidad.

Finalmente, la evidencia empírica de esta tipología muestra que, en las trayectorias de cambio tecnológico ambiental, la conformación de competencias manufactureras son un elemento clave para entender comportamientos ambientales diferenciados entre cada una de las empresas. En este sentido, de acuerdo con diferentes niveles de conocimiento manufacturero y la aplicación de diferentes formas de organización para hacer operables las funciones productivas transferidas desde la corporación, las empresas poseen diferentes competencias para poner en práctica diferentes tipos de tecnologías ambientales. Sin embargo, este planteamiento no anula la importancia de otros factores presentes en el contexto de decisiones productivas y ambientales (regulación ambiental y política ambiental corporativa), sino que ubica su importancia a la luz de la instrumentación de diferentes tecnologías ambientales en diferentes empresas (ver cuadro 4).

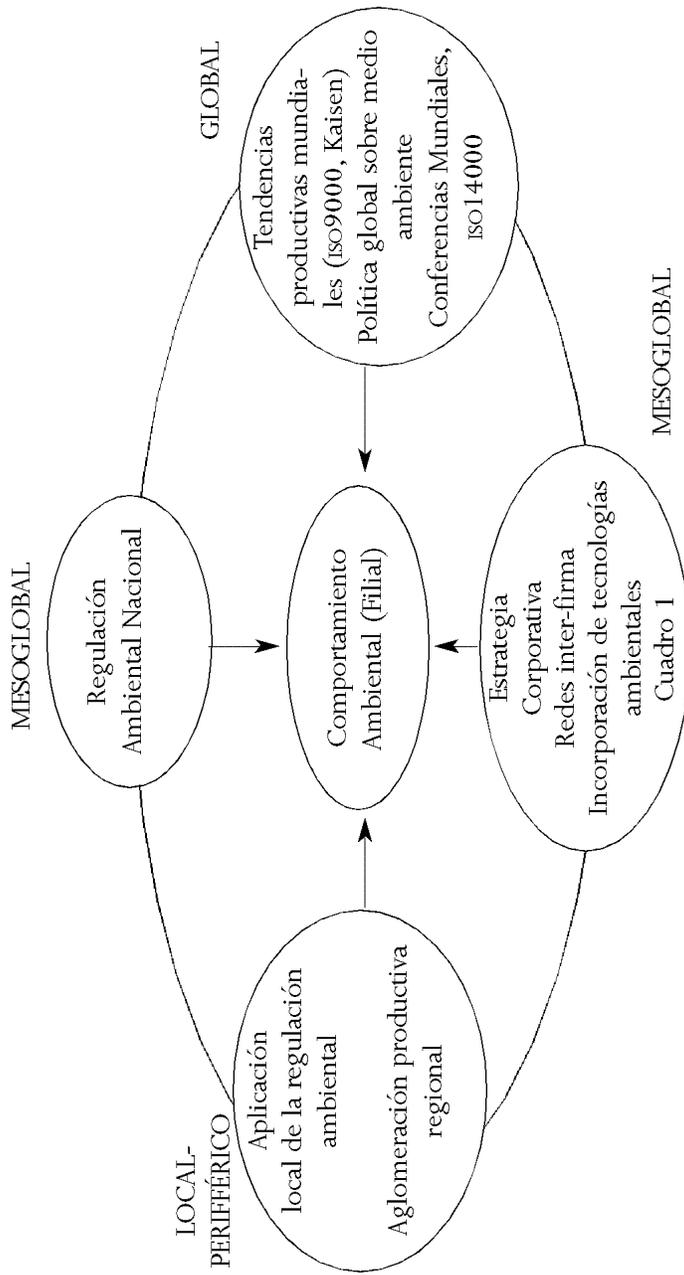
A manera de conclusión

En términos del diseño de políticas ambientales, estos resultados tienen dos implicaciones: en primer lugar, la consideración de los niveles de conocimiento manufacturero y el rol de las empresas filiales en su red corporativa como elementos centrales de la evolución de competencias, que facilitan la aplicación de tecnologías ambientales y, por tanto, como una posibilidad de (re)orientar el comportamiento ambiental; en segundo lugar, la promoción de actividades industriales asociadas con la emergencia de fases avanzadas de manufactura de productos y procesos para mejorar el desempeño ambiental de las empresas filiales electrónicas.

En términos de las tareas y preguntas pendientes por investigarse en el futuro, esta investigación muestra que, ante las limitaciones técnicas y organizacionales para incorporar una protección efectiva del medio ambiente, es necesario explorar los límites y posibilidades de una firma para desarrollar tecnologías que prevengan la contaminación desde una perspectiva del ciclo de vida del producto.

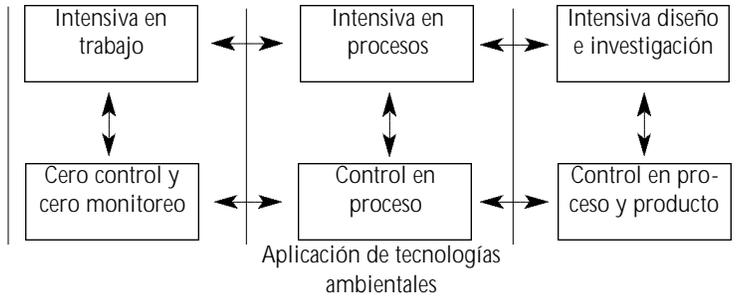
Recibido en abril de 1999
Revisado en agosto de 1999

Esquema 1
Niveles de determinación socioespacial en el comportamiento ambiental
de las empresas filiales transnacionales



Esquema 2

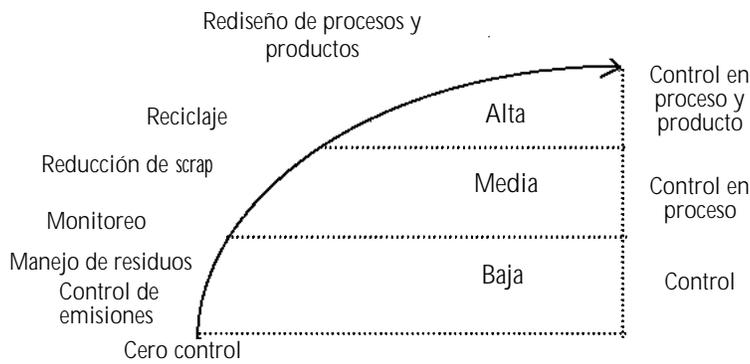
Asociación de momentos evolutivos y aplicación de tecnologías ambientales en empresas electrónicas transnacionales.



Fuente:Elaboración propia con base en análisis de trayectorias productivas y ambientales de las plantas visitadas.

Esquema 3

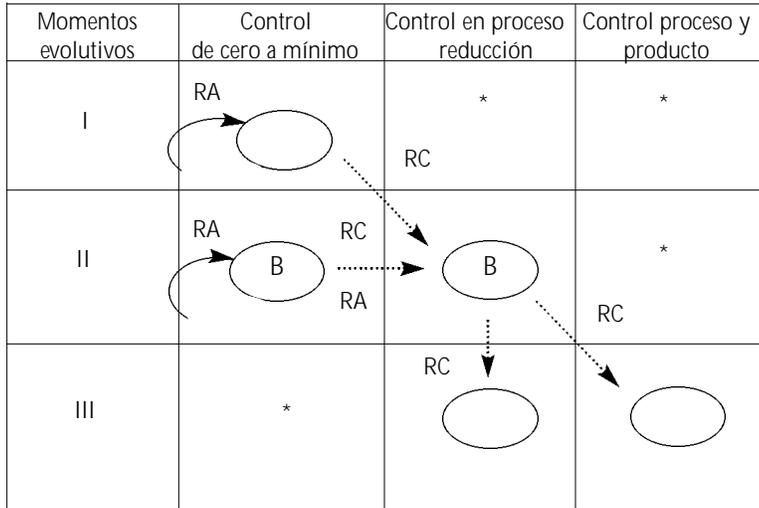
Tipología de tecnologías ambientales según escala de conocimiento manufacturero



Fuente:Adaptación propia sobre la base de Skea (1995).

Esquema 4

Tipología de trayectorias de cambio tecnológico ambiental en filiales electrónicas



Factores de cambio

RA = Regulación ambiental.

RC = Red corporativa.

* Trayectorias inexistentes por características de la evidencia empírica.

Fuente: Elaboración propia con base en análisis de trayectorias productivas y ambientales.

Cuadro 1
Características generales por momentos de evolución para empresas electrónicas transnacionales de Tijuana

Momentos evolutivos	Trabajo	Tecnología	Organización de la producción	Función de ingeniería	Estrategia competitiva
I Intensificación del trabajo manual	a) Femenina b) Baja educación, sin capacitación c) Operaciones simples	a) Escasa b) Trabajo manual c) Herramientas simples	a) En línea, por lotes b) Trabajo fragmentado	Ingeniería simple	a) Bajos salarios y b) Disminución de costos administrativos
II Intensificación en proceso	a) Más personal masculino b) Justo a tiempo, círculos de calidad c) Operaciones críticas y polivalencia limitada d) Segmentación de la mano de obra	a) Plantas de control numérico b) Robots c) Microscopios d) Herramienta más sofisticada	a) En línea o células b) Equipos de trabajo c) Líneas flexibles	Ingeniería de procesos	Competitividad: a) Aumento de productividad y calidad en manufactura b) Reducción de costos unitarios, inventario, y tiempos muertos.
III Intensificación en diseño e investigación	a) Predominio de profesionistas b) Trabajo de diseño y planeación c) Competencias múltiples	a) Diseño asistido por computadora b) Sistemas en red	a) Estaciones de trabajo b) Máxima flexibilidad	Ingeniería de procesos y diseño de producto	Competitividad: a) Disminución de costos de operación, tiempo de implementación y manufacturabilidad

Fuente: Adoptado de Hualde, 1997.

Cuadro 2

Formas de aprendizaje por momentos de evolución productiva: síntesis de hallazgos empíricos

Aprendizaje	Características	Momento I	Momento II	Momento III
Orientación	Estrategia de costos	Reducción de costos administrativos y utilización de trabajo intensivo	Hacer eficientes los procesos	Disminución de costos de operación, desde el diseño del producto hasta su manufactura
Inter-empresa	Relación matriz-subsidiaria	Actúa como empresa empresa shelter o de subcontratación manufacturera	La matriz encarga el producto y los ingenieros diseñan el proceso	La filial se encarga del desarrollo del producto, desde la concepción hasta la manufactura
	Canales de comunicación	Se limitan al intercambio de información sobre insumos y productos.	i) Intercambios de personal técnico ii) Memorándum	La filial establece relaciones directas con proveedores de la corporación
Intra-empresa	Funciones de ingeniería	Ingeniería simple	Ingeniería de proceso Ingeniería de proceso-producto	Diseño Investigación y desarrollo
	Formas de organización	Rotación de tareas, con poca o nula del trabajador en el proceso	Justo a tiempo en inventarios y procesos, Multicalificación, manufactura celular, círculos de calidad y equipos de trabajo	Ingeniería concurrente Sistemas globales de información

Fuente: Elaboración propia con base en análisis de trayectorias productivas.

Cuadro 3
Características de momentos críticos de transición

Momentos de transición	Factores de cambio	Medios	Implicaciones
Del I al II	<ul style="list-style-type: none"> a) Exigencias del cliente por mayores niveles de calidad del producto b) Necesidad de incorporarse al estándar de calidad ISO9000 c) Mayores requerimientos de diferenciación, motivada por la disminución del ciclo de vida del producto 	<ul style="list-style-type: none"> a) Intercambio de ingenieros matriz - subsidiaria y subsidiaria - matriz, con la finalidad de instrumentar procesos y elaborar procedimientos ISO9000 b) Intercambio de información con clientes sobre especificaciones de producto para modificar procesos c) Implementación de nuevas formas de organización del trabajo: JIT en inventarios; en proceso, manufactura celular; círculos de calidad y equipos de trabajo 	<ul style="list-style-type: none"> a) En su relación matriz - subsidiaria actúan como filiales de corporativos extranjeros. Les asignan un presupuesto anual b) Diseñan el proceso sobre bocetos de producto proveniente del corporativo. Lo cual implica que ahora son plantas manufactureras d) Cambio de líneas de producción de lotes por líneas en flujo continuo e) Hacer más eficientes los procesos, Disminución de costos por unidad de producción
Del II al III	<ul style="list-style-type: none"> a) Intensa diferenciación del producto demandada por el mercado que atiende la filial b) Posibilidad de disminuir costos de proceso aprovechando el conocimiento sobre las actividades manufactureras de los ingenieros locales 	<ul style="list-style-type: none"> a) Formalización intercambio de conocimientos a través de un comité corporativo b) Intercambio periódico de ingenieros de matriz y subsidiaria c) Relación de los ingenieros de proceso y producto con sus principales clientes 	<ul style="list-style-type: none"> a) En la relación matriz-subsidiaria se observa mayor colaboración en el diseño de productos b) Intercambio constante con sus principales clientes y proveedores para diseñar los productos c) Mayor control y dominio sobre las características del producto d) Hacer más eficiente el proceso desde diseño del producto

Fuente: Elaboración propia con base en anexo 1

Cuadro 4
Contexto de decisiones ambientales en empresas filiales trasnacionales

Momentos evolutivos y tecnología ambiental	Factores que intervienen en la aplicación de tecnologías ambientales		
	Regulación ambiental local	Política ambiental corporativa	Conocimiento manufacturero
Momento I			
Control de emisiones	+	0/+	0
Manejo de residuos	+	0/+	0
Segregación de materiales	0/+	0	0
Monitoreo	0/+	0/+	0
Programa de reducción de <i>scrap</i>	0	+	+
Reciclaje	0	0	0
Rediseño de procesos con procesos ambientales	0	0	0
Momento II-III			
Control de emisiones	+	0/+	0
Manejo de residuos	+	0/+	0
Segregación de materiales	0/+	0	0
Monitoreo	0/+	+	+
Programa de reducción de <i>scrap</i>	0	+	+
Reciclaje	0	0/+	0/+
Rediseño de procesos con procesos ambientales	0	0/+	+

0 Factor ausente
+ Factor presente

Fuente: Elaboración propia con base en análisis de trayectorias ambientales.

Bibliografía

- Abo, T. (1994), *Hybrid Factory: The Japanese Production System in the United States*, Nueva York, Oxford University Press.
- Alonso, J. y J. Carrillo (1996), "Gobernación económica y cambio industrial en la frontera norte de México: un análisis de trayectorias y aprendizaje", *Revista Eure*, separata, vol. XXII, no. 67, Santiago de Chile, diciembre, pp. 45-64.
- Amin, A. y N. Thrift (1993), "Globalization, Institutional Thickness and Local Prospects", *Revue d'Economie Régionale et Urbaine*, no. 3.
- Birkinshaw, J. y N. Hood (1998), "Multinational Subsidiary Evolution: Capability and Charter Change in Foreign-owned Subsidiary Companies", *Academy of Management Review*, vol. 23, no. 4, pp. 773-795.
- Bonazzi, G. (1993), "Modelo japonés, toyotismo, producción ligera: algunas cuestiones abiertas", *Sociología del Trabajo*, nueva época, no. 18, Madrid, Siglo XXI, pp. 3-22.
- Boyer, R., E. Carron, U. Jürgens y S. Tolliday (1998), "Between Imitation and Innovation. The Transfer and Hybridization of Productive Models in the International Automotive Industry", Oxford University Press.
- Brown, F. (1998), "La industria textil", ponencia presentada en el seminario "El desempeño ambiental de la industria y los instrumentos de política", enero, México.
- Brown, F. y L. Domínguez (1989), "Nuevas tecnologías en la industria maquiladora de exportación", *Comercio Exterior*, vol. 39, no. 3, marzo, México, pp. 215-223.

- Carrillo, J. y A. Hernández (1986), *Mujeres fronterizas en la industria maquiladora*, Secretaría de Educación Pública y Centro de Estudios Fronterizos del Norte de México.
- Carrillo, J. (1989), "Las transformaciones en la industria maquiladora de exportación", en B. González-Aréchiga y R. Barajas Escamilla (comps.), *Las maquiladoras. Ajuste estructural y desarrollo regional*, México, El Colegio de la Frontera Norte y Fundación Friedrich Ebert.
- Carrillo, J. y J. Micheli (1990), "Organización flexible y capacitación en el trabajo, un estudio de caso", *Documentos de trabajo no. 30*, Fundación Friedrich Ebert Stiftung.
- Carrillo, J., M. Mortimore y J. Alonso (1996), *Competitividad, capacitación y movilidad laboral en empresas de autopartes y de televisores en el Norte de México*, Tijuana, El Colegio de la Frontera Norte (Avances de investigación).
- Carrillo, J. y A. Hualde (1997), "Maquiladoras de tercera generación. El caso de Delphi-General Motors", *Comercio Exterior*, vol. 47, no. 9, septiembre, pp. 747-757.
- Comisión Económica Para América Latina (CEPAL), División Conjunta CEPAL/ONUDI de Industria y Tecnología (1991), *Tecnología, competitividad y sustentabilidad*, Santiago de Chile, 11 de enero.
- Constantino, R. (1996), "Ambiente, tecnología e instituciones: el reto de un nuevo orden competitivo", *Comercio Exterior*, vol. 36, no. 10, octubre, pp. 774-784.
- Contreras, O., M. Kenney y J. Alonso Estrada (1998), "Los gerentes de las maquiladoras como agentes de endogeneización de la industria", *Comercio Exterior*, vol. 47, no. 8., agosto, México, pp. 670-679.

Coriat, B. (1995), "Pensar al revés. Trabajo y organización en la empresa japonesa", Madrid, Siglo XXI de España Editores, 1995.

Dahlman, C. J. (1996), "New Elements of International Competitiveness: Implications for Developing Economies", en C. I. Bradford Jr., *The New Paradigm of Systemic Competitiveness: Toward more Integrated Policies in Latin America*, París, Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE).

Den Hond, Frank (1996), "In Search of a Useful Theory of Environmental Strategy: A Case Study on the Recycling of End-of-life Vehicles from the Capabilities Perspective", Amsterdam, vU Huisdrukkerij.

Dobilas, G. y A. MacPherson (1997), "Environmental Regulation and International Sourcing Policies of Multinationals Firms", *Growth & Change*, vol. 28, no. 1, pp 7-23.

Domínguez, L. (1998), "Comportamiento ambiental de las empresas de la industria de fibras químicas en México", ponencia presentada en el seminario "El desempeño ambiental de la industria y los instrumentos de política", enero, México.

Dosi, G. y L. Marengo (1994), "Some Elements of an Evolutionary Theory of Organizational Competences", en Richard W. England (ed.), *Evolutionary Concepts in Contemporary Economics*, The University of Michigan Press, pp. 157-178.

Dosi, G. y F. Malerba (1996), "Organization and Strategy in the Evolution of the Enterprise", Macmillan Press.

Ferdow, K. (1997), "Making the Most of Foreign Factories", *Harvard Business Review*, marzo-abril, pp. 73-88

Fryssenet, M., A. Mair, K. Shimizu y G. Volpato (1998), *One Best Way? Trajectories and Industrial Models of the World's Automobile Producers*, Oxford University Press.

- Gladwin, Th. (1987), "Environmental, Development and Multinational Enterprise", en C. Pearson, *Multinational Corporations, Environment and the Third World*, Duke University Press, cap. 1, pp. 3-31.
- González-Aréchiga, B. y J. C. Ramírez (1990), *Subcontratación y empresas transnacionales*, El Colegio de la Frontera Norte y Fundación Friedrich Ebert, México, D.F.
- Hart, S. (1997), "Beyond Greening: Beyond for a Sustainable World", *Harvard Business Review*, vol. 75, no. 1, enero-febrero, pp. 67-76.
- Heaton, G., R. Repetto y R. Sobin (1991), *Transforming Technology: An Agenda for Environmentally Sustainable Growth in the 21st Century*, World Resources Institute, pp. 2-20.
- Hualde, A. (1997), "Las maquiladoras en México a fin de siglo", ponencia presentada en el seminario "subregional tripartito sobre aspectos sociales y laborales de las zonas francas industriales", San José de Costa Rica, 25-28 de noviembre, Organización Internacional del Trabajo (OIT).
- Iglesias, N. (1985), *La flor más bella de la maquiladora. Historia de vida de la mujer obrera en Tijuana, B.C.*, Secretaría de Educación Pública/Centro de Estudios Fronterizos del Norte de México, Colección Frontera.
- Jaffe, A. B., et al. (1995), "Environmental Regulation and the Competitiveness of U.S. Manufacturing: What does the Evidence Tell Us?", *Journal of Economic Literature*, vol. xxxiii, marzo, pp. 132-163.
- Katz, J. y B. Kosacoff (1998), "Aprendizaje tecnológico, desarrollo institucional y la microeconomía de la sustitución de importaciones", *Desarrollo Económico*, vol. 37, no. 148, pp. 483-502.
- Kenny, M. y R. Florida (1992), "Japanese-Styles of Management in Three U.S. Transplant Industries: Autos, Still and Electronics",

ponencia presentada en Workshop on Japanese Management Styles: an International Comparative Perspective, Cardiff, septiembre.

Kogut, B. y Z. Udo (1993), "Knowledge of the Firm and the Evolutionary Theory of the Multinational Corporation", *Journal of International Business Studies*, vol. 24, no. 4, cuarto trimestre, pp. 625-645.

Leonard, J. H. (1988), *Pollution and the Struggle for the World Product. Multinational Corporations, Environment, and International Comparative Advantage*, Cambridge University Press.

Magnusson L. y J. Ottoson (1997), *Evolutionary Economics and Path Dependence*, Edward Elgar Press, pp 1-10.

Malnight, T. W. (1996), "The Transition from Decentralized to Network-based MNC Structures: An Evolutionary Perspective", *Journal of International Business Studies*, vol. 27, no. 1, First Quarter, pp. 43-65.

Massey, D. (1984), *Spatial Divisions of Labor*, Hong Kong, Macmillan Education LTD.

Naciones Unidas (1993), *Environmental Management in Transnational Corporations Report on the Benchmark Corporate Environmental Survey*, Centre on Transnational Corporations, United Nations, Nueva York.

Nelson, R. y S. Winter (1982), *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Cambridge, Mass, Harvard University Press, Belknap Press.

Oman, C. (1994), *Globalization and Regionalization: The Challenge for Developing Countries*, OCDE, Francia, cap. 5.

Palacios, J. J. (1990), "Maquiladoras, reorganización productiva y desarrollo regional: el caso de Guadalajara", en B. González-Aréchiga y J.C. Ramírez, *Subcontratación y empresas transnacionales*, El Colegio de la Frontera Norte y Fundación Friedrich Ebert, México.

- Paz Rojas, T. (1996), "El comportamiento ambiental de una maquiladora de componentes electrónicos y el efecto de los instrumentos económicos", *Maestría en Economía Aplicada*, El Colegio de la Frontera Norte.
- Porter, M. y C. van der Linde (1995), "Toward a New Conception of the Environment-Competitiveness Relationship", *Journal of Economic Perspectives*, vol 9, no. 4, pp. 97-118.
- Shimizu, K. (1999), *Le Toyotism*, París, editions La Découverte (collection Repères).
- Skea, J. (1995), "Environmental Technology", en Gabel & H. Opschoor (eds.), *Principles of Environmental and Resource Economics: a Guide for Students and Decision Makers*, Aldershot, Edward Elgar.
- Storper, M. y R. Walker (1989), *The Capitalist Imperative: Territory, Technology and Industrial Growth*, Oxford, Basil Blackwell.
- Tapia, A. y R. Pichs (1997), "Empresas innovadoras en la esfera de protección ambiental", en Leonel Corona Treviño, *Cien empresas innovadoras en México*, México, Miguel Angel Porrúa, Grupo Editorial UNAM.
- Toyota Motor Corporation (1995), *International Public Affairs Division and Operations Management Consulting Division*, octubre.
- Walley, N. y B. Whitehead (1994), "It's not Easy Being Green", *Harvard Business Review*, vol. 72, no. 3, mayo-junio pp. 46-52.
- Wilson, P. (1992), *Exports and Local Development Mexico's New Maquiladoras*, México, D.F., University of Texas Press, Austin.
- Womack, J. y Ross (1990), *The Machine that Changed the World*, Nueva York, Rawson Associates.