

La **evolución manufacturera** y las **tecnologías ambientales** en la **industria maquiladora electrónica** de **Tijuana**

HUMBERTO
GARCÍA JIMÉNEZ*

El objetivo del presente documento es analizar los factores de aprendizaje y de evolución de competencias implicados en la selección, la introducción y la aplicación de tecnologías ambientales en las empresas filiales electrónicas de Tijuana. La pregunta central es: ¿de qué manera la evolución de competencias productivas de las filiales transnacionales condiciona la aplicación de tecnologías ambientales?

En virtud de que la industria maquiladora de exportación electrónica en Tijuana ha experimentado diversas fases de evolución productiva,¹ la hipótesis de este documento establece que la adopción de tecnologías ambientales se encuentra asociada con el nivel de conocimiento manufacturero y el papel de la empresa filial dentro de su red corporativa.

El estudio se basa en una muestra de 12 empresas seleccionadas y clasificadas en tres momentos de evolución productiva a partir de los trabajos de Alonso y Carrillo, y de Contreras, Kenney y Alonso Estrada.² Los datos se recolectaron en 1998 mediante la aplicación de un cuestionario y entrevistas a los gerentes de planta y encargados del depar-

tamento ambiental. El análisis de trayectorias productivas en relación con el ambiente identifica los factores principales implicados en la selección, la introducción y la aplicación de tecnologías ambientales, con los cuales se enriquece el entorno de decisiones productivas propuestas por el modelo hipotético del presente artículo.

PERFIL DE LAS MAQUILADORAS ESTUDIADAS

De acuerdo con el directorio de la Asociación de la Industria Maquiladora, las 12 plantas estudiadas en este documento pertenecen a equipo y aparatos electrónicos (rama 5). De las plantas visitadas, seis se crearon durante la década de los ochenta; cinco de 1991 a 1994 y una en 1996 (véase el esquema 1). En este grupo predomina la planta filial (ocho casos) y las de albergue (*shelter*) (2 casos); también hay una subcontratista manufacturera y una matriz. Ello ilustra sobre la red corporativa de las empresas, que es una variable importante para entender la formación de competencias productivas así como la aplicación de tecnologías ambientales.

Con excepción de una de capital nacional, en las empresas predomina el capital extranjero, especialmente de Estados Unidos (58%), seguido del Reino Unido, Japón y Taiwan. En cada empresa labora un promedio de 683 trabajadores con un mínimo de 160 y un máximo de 1 470, mientras que 54.5% de las empresas tiene aproximadamente 500 trabajadores. No obstante la diversidad de su origen extranjero, la mayor parte de las empresas visitadas utiliza técnicas de or-

* Investigador por proyecto en El Colegio de la Frontera Norte <hgarcia@colef.mx>. Este documento es un resumen de la tesis del autor para la maestría en desarrollo regional de El Colegio de la Frontera Norte, en agosto de 1998.

1. Jorge Alonso y Jorge Carrillo, "Gobernación económica y cambio industrial en la frontera norte de México: un análisis de trayectorias y aprendizaje", *Revista Eure*, separata, vol. XXII, núm. 67, Santiago, Chile, pp. 45-69.
2. Óscar Contreras, Jorge Estrada y Martín Kenney, "Los gerentes de las maquiladoras como agentes de endogeneización de la industria", *Comercio Exterior*, vol. 47, núm. 8, agosto de 1997, México, pp. 670-679.

ganización del trabajo asociadas con el modelo japonés de producción, sobre todo en las actividades que buscan lograr una mayor eficiencia en los procesos de elaboración de sus principales productos, como el control estadístico de procesos (91.7%), rotación de tareas (83.3%), equipos de trabajo (83.3%), justo a tiempo en inventarios (83.3%), justo a tiempo en procesos (75%), multicalificación (75%) y manufactura celular (66.7%).

Asimismo, en 66.7% de las empresas visitadas el corporativo cuenta con una política ambiental explícita, aun cuando sólo 25% de ellos haya firmado la norma ISO14000 y el requerimiento ambiental más importante (de las filiales) sea cumplir con las normas mexicanas (75%). Mientras 66.7% de las empresas manifestó que la regulación ambiental les ayudó a mejorar sus sistemas de control y monitoreo, 50% se quejó de los excesivos trámites burocráticos y el consiguiente incremento en los costos de producción (25%). Las principales tecnologías ambientales que se identificaron en los pisos de producción son las siguientes: control de emisiones (41.7%), segregación de materiales (91.7%), monitoreo (91.7%), reducción de mermas (91.7%), reciclaje (16.7%) y disminución de residuos por rediseño de procesos y productos (33.3%).

UNIDADES BÁSICAS DE ANÁLISIS Y TEMPORALIDAD ESPECÍFICA POR GRUPO DE TRAYECTORIAS

Para definir las unidades básicas, se revisaron cronológicamente los principales aspectos productivos de las empresas visitadas. Se prestó atención a sus actividades más importantes y las formas de organización del trabajo asociadas a cada función de ingeniería para construir las trayectorias productivas de cada empresa por momento evolutivo. En el esquema 1 se muestra que de las 12 empresas analizadas, siete se encuentran o han pasado durante su vida productiva por el momento I, 11 por el momento II, siete se encuentran en transición (I-II y II-III) y una ha evolucionado desde el momento I hasta el III (empresa L).

Para caracterizar cada grupo de empresas se consideran aquellas que durante su vida productiva pasaron por algún momento evolutivo,³ y para realizar el análisis de trayectorias de cambio se examinan las empresas que hayan transitado de un momento evolutivo a otro (I-II y II-III).

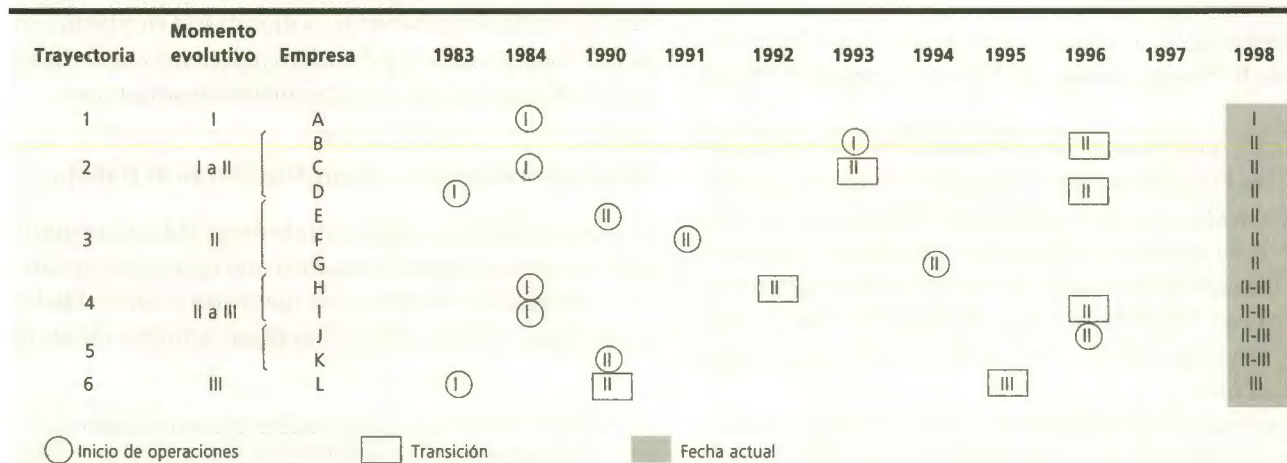
En el esquema 2 se identifican seis trayectorias básicas:

Trayectoria 1. Se ubican las empresas que iniciaron actividades y permanecen con las características del momento

3. A partir de los datos tanto de la entrevista a profundidad como de los cuestionarios, se reconstruye la vida productiva de cada una de las empresas. Sin embargo, en casi todas las entrevistas se particulariza en información actual sobre su funcionamiento productivo, por lo cual en algunas no es posible encontrar elementos puntuales de su pasado para caracterizar cada momento de evolución.

E S Q U E M A

MAPA CRONOLÓGICO DE MOMENTOS EVOLUTIVOS POR EMPRESAS



Fuente: elaboración propia con base en análisis de trayectorias.

TRAYECTORIAS POR MOMENTOS EVOLUTIVOS

Trayectoria productiva	Empresas	Momentos evolutivos		
1	A	I		
2	B, C, D	I	II	
3	E, F y G		II	
4	H e I	I	II	III
5	J y K		II	III
6	L	I	II	III

Fuente: elaboración propia con base en análisis de trayectorias.

evolutivo I. Como se observa, de las plantas visitadas la única que se encuentra en tal situación es la planta A, que representa 8.3% de la muestra.

Trayectoria 2. Son empresas que nacieron en el momento I y que han transitado hacia el momento II. Aquí se encuentran las empresas B, C y D, que representan 25% del total.

Trayectoria 3. Se incluyen empresas que por sus características productivas nacieron en el momento evolutivo II y que hasta la fecha han permanecido en esa fase productiva. Es el caso de las plantas E, F y G, con 25% de la participación total.

Trayectoria 4. Estas empresas iniciaron su vida productiva en el momento I y actualmente transitan hacia el momento III. Incluye las empresas H e I, que representan 16.3% del total.

Trayectoria 5. Se ubican las empresas que iniciaron su vida productiva en el momento II y que han transitado hacia el momento III, cuya representación es de 16.3% en las empresas J y K.

Trayectoria 6. Corresponde a la empresa L que ha transitado por los tres momentos evolutivos, y representa 8.3% del total.

Ésta es una presentación agregada de trayectorias que no refleja la aparición cronológica de las empresas, por lo que se examina la temporalidad específica de cada una para observar su evolución productiva. Al respecto es importante destacar que las empresas consideradas entraron en cada fase en diferentes tiempos. El esquema 1 muestra la evolución temporal de cada una de las empresas por tipo de trayectoria.

En el esquema 1 se observa que las empresas que iniciaron su vida productiva en el momento I aparecen desde principios de los ochenta (trayectorias 1, 2, y 4). El esquema también ilustra que las plantas del momento II se concentran

de 1990 a 1996 (trayectorias 2, 3 y 5), mientras que la planta del momento III inicia operaciones desde 1983 (trayectoria 6). A su vez, las trayectorias 1 y 3 no han evolucionado hacia otros momentos desde su fundación, pues se trata de empresas que han permanecido en el momento I y II prácticamente desde el inicio de sus actividades productivas. Cabe señalar que este conjunto de aglomeración industrial confirma, guardando las proporciones del tamaño de muestra y objetivos de investigación, el predominio de empresas manufactureras desde mediados de los ochenta y su consolidación desde 1990.⁴

Por su parte, la temporalidad de las fases críticas de transición de un momento a otro, en este caso, las transiciones del momento I al II han tenido lugar entre 1993 (planta C) y 1996 (plantas B, D e I); mientras que el momento crítico de transición entre II y III ha ocurrido en el período 1997-1998 (plantas J y K), la planta H es la excepción en esta tendencia, ya que su transición inicia desde 1992. La importancia de estas transformaciones de un momento evolutivo radica en que muestran una progresión cronológica en el contenido de conocimiento manufacturero. Así, en términos generales el esquema 2 muestra la coexistencia diferenciada de distintos momentos evolutivos entre empresas; mientras que unas evolucionan (trayectorias 2, 4, 5 y 6), otras, atendiendo a los parámetros de referencia, involucionan en el tiempo (trayectorias 1 y 3).

MOMENTOS EVOLUTIVOS Y APLICACIÓN DE TECNOLOGÍAS AMBIENTALES

Para mostrar la existencia de diferentes competencias productivas asociadas a cada momento de evolución se describen las principales características de cada fase en cuanto a su origen, funcionamiento productivo (relaciones matriz-filial, formas de organización) y conocimiento manufacturero.

Momento evolutivo I: intensificación en el trabajo

El primer momento evolutivo de la maquiladora electrónica lo constituyen empresas que iniciaron operaciones a principios de los años ochenta y que funcionan como unidades de albergue y de subcontratación manufacturera, donde el

4. Flor Brown y Lilia Domínguez, "Nuevas tecnologías en la industria maquiladora de exportación", *Comercio Exterior*, vol. 39, núm. 3, marzo de 1989, pp. 215-223. Patricia Wilson, *Exports and Local Development Mexico's New Maquiladoras*, University of Texas Press, Austin, 1992. Jorge Alonso y Jorge Carrillo, *op. cit.*

cliente aporta la maquinaria, la materia prima y el diseño del proceso, y la empresa filial se encarga del ensamblaje de los productos y del manejo de las cuestiones administrativas ligadas al funcionamiento de la empresa. 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, es la principal fuente de ganancias. Así, la estrategia competitiva de estas empresas se basa en la disminución de costos administrativos (por ejemplo, mediante la utilización de mano de obra barata) y en la producción del mayor número de unidades en el menor tiempo posible.

Debido a que el diseño de procesos proviene de los clientes, estas empresas se dedican más bien a las actividades administrativas y no participan directamente en el rediseño de manufactura. De hecho, las actividades de ensamble son tan simples que no requieren adecuaciones importantes a las condiciones locales ni un seguimiento especializado por parte de los ingenieros de producción. A esta forma de participación en el aprendizaje se le llama ingeniería simple, porque es mínimo el contenido de conocimientos necesarios en la manufactura. Así, en este tipo de empresas la introducción de máquinas y herramientas tiene un bajo contenido tecnológico y se utiliza trabajo manual intensivo, generalmente realizado por mujeres en una línea de producción continua y de tareas repetitivas.⁵ Bajo este contexto de producción, la evidencia empírica sugiere que la aplicación de tecnologías ambientales va desde cero hasta un mínimo control y monitoreo (esquema 3), ya que eleva los costos administrativos que son su principal fuente de ganancias.

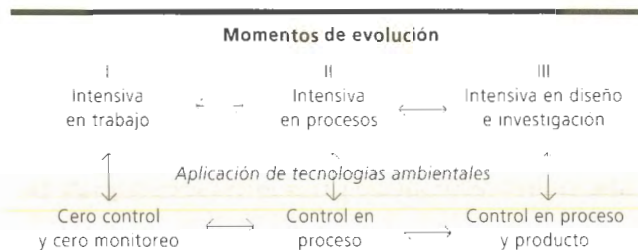
Momento evolutivo II: intensificación en procesos

Estas empresas iniciaron operaciones de 1990 a 1994; durante la segunda fase evolutiva las maquilas tienden a manufacturar sus productos con tecnologías automatizadas y la aplicación de diferentes formas de organización del trabajo, ambas asociadas con la necesidad de resolver problemas específicos en su manufactura. Estos problemas pue-

den 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 balanceo de líneas (manufactura celular, justo a tiempo en procesos, rotación de tareas). En algunas plantas también se observó una mayor participación del trabajador en la manufactura mediante la formación de círculos de calidad y equipos de trabajo, con la incorporación creciente de mano de obra calificada (técnicos e ingenieros) y el incremento del empleo masculino.⁶

Estas plantas funcionan como filiales transnacionales que reciben un presupuesto anual del corporativo cuyo manejo está a cargo del personal administrativo de la planta. En este modelo, el corporativo solicita el producto y la empresa organiza el proceso de manufactura, de tal manera que con el presupuesto otorgado éstas deben cumplir con sus obligaciones administrativas (pago de salarios y servicios generales) y requerimientos de producción (*stock* de producción y nivel de defectos). En este sentido, su estrategia competitiva se basa en la calidad y la eficiencia de procesos, mediante la disminución de los costos de operación (unitarios, control de inventarios, de producción) en productos con grados crecientes de diferenciación y complejidad.⁷ En este caso, la fuente de ganancias reside en la reducción de costos administrativos (con el uso de mano de obra barata, principalmente) y

E S Q U E M A 3 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.

5. Estos resultados corresponden a lo que se conoce como la empresa maquiladora "tradicional", encontrada en Norma Iglesias, *La flor más bella de la maquiladora. Historia de vida de la mujer obrera en Tijuana, B. C.*, SEP y Centro de Estudios Fronterizos del Norte de México, Colección Frontera, 1985; Jorge Carrillo y Alberto Hernández, *Mujeres fronterizas en la industria maquiladora*, Secretaría de Educación Pública y Centro de Estudios Fronterizos del Norte de México, Tijuana, B. C., 1986; Jorge Alonso y Jorge Carrillo, *op. cit.*, Alfredo Hualde, *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, Costa Rica, OIT, 25-28 de noviembre de 1997.

6. Véase Jorge Carrillo y Jordi Micheli, "Organización flexible y capacitación en el trabajo. Un estudio de caso", documentos de trabajo, núm. 30, Fundación Friedrich Ebert Stiftung, 1990; Patricio Wilson, *op. cit.*

7. Véase también Bernardo González-Aréchiga y José Carlos Ramírez, *Subcontratación y empresas transnacionales*, Fundación Friedrich Ebert, México, 1990.

la disminución del costo por unidad de producto (por medio de la reasignación de tareas en línea, la búsqueda de nuevas materias primas, la aplicación de tecnologías automatizadas (el rediseño de productos para mejorar procesos y la aplicación de nuevas formas de organización); es decir, su competitividad radica en la mayor eficiencia de procesos, mediante incrementos en la productividad y la calidad del producto.

En este marco productivo, los costos del control ambiental (como consecuencia de la aplicación de tecnologías ambientales) se observan de una manera menos nociva respecto a su principal competencia (reducción de costos unitarios de producción) 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. Además, este tipo de empresas tiene mayor capacidad para incorporar tecnologías de control ambiental, las cuales coinciden con aquellas que contribuyen a hacer más eficientes las actividades de proceso. Prueba de ello es la aplicación del programa de reducción de mermas que, sin ser parte de las actividades ambientales, contribuye a la disminución de residuos generados durante la manufactura. Así, el tipo de tecnología ambiental asociada a este momento evolutivo es de control de residuos en proceso (esquema 3).

Este elemento marca una diferencia clave respecto a las empresas del momento I, donde los costos asociados al control ambiental inciden directamente en su principal fuente de ganancias (reducción de costos administrativos), mientras que en este tipo de empresa los costos ambientales se redistribuyen sobre la base de los costos unitarios de producción.

Momento evolutivo III: intensificación en diseño e investigación

Este tipo de empresas, además de tomar medidas para ganar eficiencia de procesos, incorporan a sus competencias productivas el diseño de productos. La matriz 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, la planta cuenta con un laboratorio de ingeniería donde se fabrican productos muestra para los clientes y se desarrollan nuevos modelos para el mercado. En estos laboratorios se realizan pruebas y ajustes al proceso para verificar que cumpla con los requerimientos de diferenciación y calidad del producto. La introducción de tecnología automatizada⁸ y las formas



de organización del trabajo desarrolladas en su fase II, gestan la integración de procesos de manufactura y el diseño del producto, además de que establecen nuevas relaciones entre el cliente y el proveedor y abren canales de comunicación internos entre los departamentos de calidad, producto y proceso, gestan la integración de procesos de manufactura y el diseño del producto.

Al igual que en las plantas del momento II, esta empresa recibe un presupuesto anual que debe administrar para mantener niveles de rendimiento que justifiquen su operación en el marco de su red corporativa. Sin embargo, dadas sus nuevas funciones productivas, la principal fuente de ganancias radica en el mejoramiento de la eficiencia desde el diseño del producto y de la manufactura, mediante la disminución del tiempo en la realización de los proyectos sobre nuevos productos, lo cual implica una búsqueda constante para reducir los costos asociados con su operación productiva (administrativos, de manufactura y diseño del producto). Al tener competencias en diseño del producto y del proceso, los costos asociados al 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.

MOMENTOS DE EVOLUCIÓN PRODUCTIVA Y TRAYECTORIAS AMBIENTALES

Dado que las empresas transnacionales avanzan por diferentes momentos de evolución productiva, el trabajo de campo mostró que las trayectorias ambientales se asocian a cada fase en tres etapas que van desde el cero control y cero monitoreo,

8. Al respecto, Jorge Alonso y Jorge Carrillo, *op. cit.*, han documentado que "el nivel tecnológico aumenta considerablemente [...] pero no por la adap-

tación de procesos automatizados, sino por la maquinaria [...] para el diseño de productos".

pasando por tecnologías de control en proceso, hasta tecnologías de prevención en proceso y producto, las cuales corresponden, en general, a cada momento evolutivo (esquema 3).

En este sentido, cada momento de evolución expresa diferentes niveles de competencias productivas y, por tanto, distintas formas de aprendizaje inter e intraempresarial (cuadro 1), las cuales muestran los diferentes entornos de comportamiento ambiental de nuestro modelo heurístico. Por tanto, la aplicación de distintas tecnologías ambientales en cada fase evolutiva se asocia con el desarrollo de conocimientos manufactureros y el papel de la filial en su red corporativa, expresada en su estrategia de reducción de costos como fuente de ganancia. El esquema 4 muestra que en la escala baja se encuentran aquellas tecnologías que, por su naturaleza, se pueden considerar 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 cuya aplicación exige la existencia de conocimientos de manufactura, contenidos en las funciones de ingeniería de procesos. En la escala más alta encontramos las tecnologías ambientales que tratan de disminuir la contaminación desde el diseño del producto hasta su manufactura, por lo que su instrumentación requiere un mayor grado de conocimiento y especialización sobre las características de producto y su proceso; contenidos en las funciones de ingeniería de proceso y diseño del producto.

No obstante que la aplicación de tecnologías ambientales se asocia con diversos niveles de conocimiento manufacturero y el papel de la filial en su red corporativa, existen otros

factores que también son elementos de cambio en los distintos tipos de tecnologías ambientales instrumentadas en las maquiladoras. El esquema 5, además de evidenciar la heterogeneidad productiva y ambiental que caracteriza a las empresas transnacionales de Tijuana, también identifica las principales trayectorias de cambio que convergen sobre las características productivas de cada momento evolutivo.

La representación empírica de esta tipología muestra las fases evolutivas del aprendizaje tecnoproductivo y la instrumentación diferenciada de tecnologías ambientales. Asimismo, sintetiza la vinculación entre lo productivo y lo ambiental como una relación dinámica dependiente no sólo de la creación de competencias manufactureras y de los marcos de operación específicos, sino también de la regulación ambiental y las políticas de su red corporativa. En el esquema las flechas representan las trayectorias de cambio tecnológico, que muestran los diversos entornos en que tienen lugar las decisiones sobre el ambiente.

Un elemento clave en la presentación de este esquema tiene que ver con la manera en que las decisiones pasadas condicionan el desenvolvimiento de los eventos presentes, es decir, las trayectorias de cambio dependen de la experiencia manufacturera acumulada (en conocimientos y formas de organización del trabajo) por la interacción social en el interior de la empresa y por el grado de madurez alcanzado en la transferencia de funciones productivas desde la matriz hacia la filial. Así, se pueden identificar tres trayectorias de cambio tecnológico ambiental: a) trayectoria control, b) trayectoria procesos, c) trayectorias proceso y producto.

C U A D R O 1

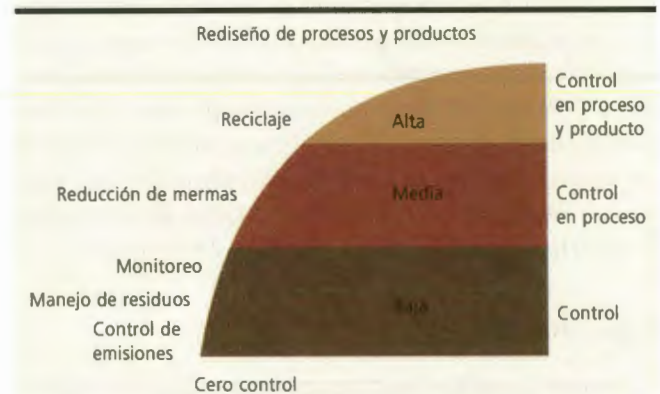
ACTIVIDADES REALIZADAS POR LOS DEPARTAMENTOS DE INGENIERÍA DE EMPRESAS EN TRANSICIÓN DEL MOMENTO II AL III

Actividades	Departamento de ingeniería
Administración de paquetería y correspondencia	Área ambiental
a) Descripción y análisis del proceso de producción	Participación de ingenieros de proceso, calidad y diseño. Ingeniería concurrente
b) Evaluación de corrientes de residuos	
c) Identificación de opciones	
d) Evaluación de implicaciones económicas y sobre la calidad del producto de cada opción	
e) Elección y aplicación de las mejores opciones	
f) Medición de resultados	

Fuente: elaboración propia con base en recorridos por departamentos de manufactura y diseño, además de entrevistas a profundidad con gerentes de planta en las empresas H, J y K.

E S Q U E M A 4

TIPOLOGÍA DE TECNOLOGÍAS AMBIENTALES SEGÚN LA ESCALA



Fuente: adaptación propia con base en Kim Skea, "Environmental Technology", en Gabel y H. Opschoor (eds.), *Principles of Environmental and Resource Economics: A Guide for Students and Decision Makers*, University of Texas Press, 1995.

Trayectoria control

En este tipo de trayectorias de cambio ambiental se encuentran empresas que, por las características descritas en trabajo de campo, están en el momento evolutivo I (punto A, esquema 5) y empresas intensivas en actividades de proceso (momento evolutivo II) que durante sus primeras fases de operación aplicaron tecnologías con las características de esta trayectoria ambiental (cambio A-B, esquema 5)

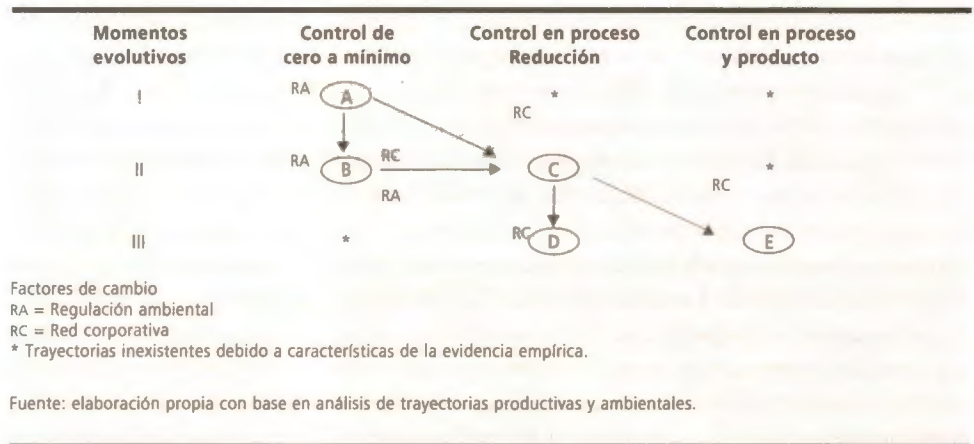
Aquí se ubican las empresas que durante alguna fase de su vida productiva abarcaron desde cero control o cero monitoreo hasta la aplicación mínima de tecnologías ambientales, básicamente orientadas hacia el manejo de residuos, control de emisiones y segregación de materiales, agrupadas en las tecnologías de control de nuestra tipología (esquema 4). Dos características distinguen el entorno de selección e instrumentación de este tipo de tecnologías: por un lado, la presencia de bajos niveles de conocimientos manufactureros en la producción de su principal producto (de baja complejidad y diferenciación) y, por otro, la presencia de la regulación ambiental y, en ocasiones, de una política ambiental corporativa (cuadro 2).

Respecto a la primera característica, el trabajo de campo muestra que estas empresas, al dedicarse exclusivamente al servicio de gestión del ensamble, basan su estrategia de negocios en la disminución de costos administrativos, por lo cual la aplicación de tecnologías ambientales afecta directamente su principal fuente de ganancias. De manera que los factores externos de cambio son la regulación ambiental, mediante el control y el monitoreo por parte de las autoridades ambientales (estatales y federales), y la política ambiental corporativa, principalmente en aquellas empresas que iniciaron su vida productiva en el momento I pero que han evolucionado hacia el momento II (cambio A-B esquema 5).

Trayectoria procesos

Son empresas que han avanzado desde la aplicación mínima de tecnologías (asociadas al manejo de residuos, control de emisiones y segregación de materiales) hacia la instrumentación de medidas orientadas a la disminución de residuos

TIPOLOGÍA DE TRAYECTORIAS DE CAMBIO TECNOLÓGICO AMBIENTAL EN FILIALES ELECTRÓNICAS



ENTORNO DE DECISIONES AMBIENTALES EN EMPRESAS FILIALES TRANSNACIONALES

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

0 Factor ausente
 + Factor presente

durante el proceso de manufactura. Se trata de las plantas que han transitado del momento I al II, y las que nacieron con características del momento II, señalados en el cambio de A-C y B-C, respectivamente, del esquema 5.

La aplicación del programa de reducción de mermas es la tecnología básica de esta trayectoria, que, sin ser parte de la política de protección al medio ambiente sino de las actividades de ingeniería de procesos, influye en el desempeño ambiental de las empresas. Con ello se pretenden hacer más eficientes los procesos por medio de 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 fundamental para controlar las actividades de producción, detectar errores en las especificaciones y disminuir los costos por unidad durante la manufactura, asociadas por lo común a las actividades de la ISO 9000. Aquí las formas de organización del trabajo desempeñan un papel importante al abrir diferentes canales de coordinación entre los integrantes de la empresa y cumplir el justo a tiempo en inventarios y procesos, equipos de trabajo, manufactura celular y mejoramiento continuo como programas de reducción de mermas. Estas formas de organización intervienen en la disminución de residuos mediante el mejoramiento de la eficiencia de procesos:

a) *Justo a tiempo en inventarios*. Posibilita la obtención de insumos en cantidades y especificaciones requeridas para cada orden de producción, haciendo más eficientes los canales de abastecimiento y disminuyendo las cantidades de mermas por piezas ensambladas con insumos que no cumplen con los requerimientos del producto. Así, la coordinación entre la empresa y sus proveedores tiene repercusiones en la protección ambiental.

b) *Justo a tiempo en proceso*. El conocimiento de cada actividad del proceso hace posible que en el interior de la planta se mantenga un flujo continuo de insumos a lo largo de la línea, de tal manera que su asignación sea la requerida para cada orden de producción y, por tanto, sea posible calcular el monto de mermas generadas antes de la instrumentación del proceso para verificarlo con el obtenido después de la producción. Si éste es superior a lo calculado se revisan las actividades del proceso para detectar la falla.

c) *La producción en celdas de trabajo*. Facilita la identificación de aquellas en que se desperdician materiales, mientras que su trabajo en equipo (entre sus operadores, supervisores e ingenieros) permite hacer labores de mejoramiento continuo que disminuyen las cantidades de residuos durante la producción.

d) *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”, cuya instrumentación sistemática promueve, entre otros objetivos de producción, la disminución de la cantidad de residuos generados durante el proceso.

No obstante la importancia de estas actividades, en la mayoría de las plantas visitadas se observó que la aplicación del programa de reducción de *scrap* tiene lugar después de un proceso gradual de actividades manufactureras orientadas a hacer más eficientes los procesos. En especial, se adaptan los procesos a condiciones locales y se reducen los “tiempos muertos”. La preocupación por disminuir residuos aparece cuando se elevan los costos por disposición y cuando la política corporativa lo exige como un requerimiento productivo.

Por otra parte, al ser una actividad exclusiva de la ingeniería de manufactura, las actividades encaminadas a hacer más eficientes los procesos se vinculan de manera marginal con las instancias encargadas de llevar a cabo las actividades ambientales. En este sentido, la división organizacional configura labores ambientales muy diferenciadas: por un lado, el departamento ambiental o la comisión mixta de higiene y seguridad se encarga de dar seguimiento administrativo a las actividades de manejo de residuos, control de emisiones y monitoreo; por otro, las actividades de reducción de mermas se llevan a cabo por la ingeniería de procesos. En esta perspectiva, en el interior de la trayectoria procesos se identifican dos fases de aplicación de tecnologías ambientales:

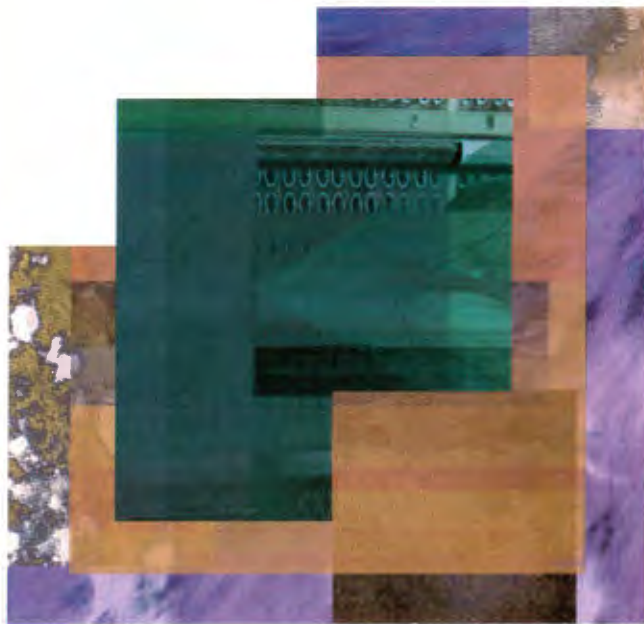
a) En la primera fase se aplican tecnologías referidas al control de emisiones, el manejo de residuos y el monitoreo; donde la regulación ambiental y, en algunas plantas como D y E, la política ambiental corporativa están presentes.

b) En una segunda fase, la aplicación del programa de reducción de mermas se presenta como parte de las actividades para hacer más eficientes los procesos dentro de las funciones de la empresa filial en su red corporativa.

Esta trayectoria es la base cognitiva 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 del desempeño ambiental. Se trata del cambio ocurrido del punto C al D en el esquema 5, en que 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. En esta situación se ubica la empresa I, a la cual durante 1998 se le transfirió la actividad de diseño del producto, pero hasta el momento no la ha incorporado, sino que continúa disminuyendo los residuos mediante tecnologías relacionadas con actividades de procesos.

Trayectorias proceso y producto

En esta trayectoria se identifican las empresas que han incorporado a sus actividades de diseño de producto y de proce-



estas medidas tendientes a disminuir la cantidad de residuos generados durante la actividad productiva. En esta etapa se lleva a cabo lo que en este trabajo se denomina la transición verdadera, en que el conocimiento manufacturero se integra a las actividades ambientales; es decir, los departamentos de ingeniería de procesos y producto trabajan en coordinación directa con las personas encargadas del área ambiental, se toma en cuenta su opinión y no sólo realizan labores de monitoreo administrativo, sino que se incorporan de lleno en los equipos encargados del rediseño de procesos y productos. En este entorno de operación se encuentran las empresas que han transitado del momento II al III, ubicadas dentro del cambio C-E en el esquema 5.


A partir de los hallazgos en estas empresas se descubrió que existen algunos elementos que facilitan esta transición verdadera: a] una política ambiental corporativa que impulse la certificación ambiental ISO 14000; b] conocimiento sobre las fases del proceso y el diseño del producto desarrolladas con el respaldo de su experiencia manufacturera, que en algunas se expresan mediante la certificación ISO 9000; c] organización del trabajo en formas tales como el trabajo en equipo entre los departamentos de ingeniería de procesos, producto y calidad (ingeniería concurrente), tanto en el interior de las plantas como en el ámbito corporativo, además del apoyo del justo a tiempo (en inventarios y procesos) durante su etapa de intensificación de procesos (momento II) y, d] apro-

vechamiento de los canales de comunicación entre clientes y proveedores, creados al principio para mejorar la calidad y la especificidad de producto, y después para sugerir cambios en los procesos y productos con una orientación de protección ambiental.

De estos elementos, la certificación ISO 14000 destaca como un mecanismo que facilita la detección de problemas ambientales. Ello es así porque las actividades propuestas por el estándar potencian la aplicación del conocimiento manufacturero en la reducción de la generación de residuos en su sistema de manufactura. Aquí es importante observar que el antecedente de la certificación ISO 9000 en la trayectoria productiva de la planta facilita (por la experiencia en su gestión organizacional) su incorporación a la ISO 14000. Esto significa que las competencias adquiridas para la elaboración y la adaptación de procedimientos de operación ambiental tienen como base cognitiva la experiencia acumulada en la preparación de procedimientos de calidad.

COMENTARIOS FINALES

En las trayectorias de cambio tecnológico ambiental la conformación de competencias manufactureras es un elemento clave, pero no el único para entender los comportamientos ambientales diferenciados entre cada una de las empresas. Como lo muestra el cuadro 2, son relevantes también otros factores en el marco de las decisiones productivas y ambientales (regulación ambiental y política ambiental corporativa), y su importancia radica en entornos diferenciados de aplicación de tecnologías ambientales.

Los resultados muestran que la política ambiental formulada para este tipo de empresas tiene que considerar al menos dos elementos: por un lado, los factores de aprendizaje y de evolución de competencias como elementos centrales para orientar (y, en su caso, reorientar) el comportamiento ambiental, y por otro, la promoción de actividades industriales asociada con el surgimiento de fases avanzadas de integración de procesos como una posibilidad para mejorar el desempeño ambiental de las empresas filiales electrónicas. Ambas dimensiones tendrían que complementarse con la construcción de indicadores ambientales para medir su funcionamiento, sobre todo la cuantificación de costos ambientales por tipo de relación productiva y la evaluación cuantitativa del conocimiento manufacturero para validar su estrategia de costos en la red corporativa. 

Ellos nacieron en la era de la información

pero aún no lo saben.

UNETE, Unión de Empresarios para la Tecnología en la Educación, trabaja para acercar la tecnología a los niños de primarias y secundarias públicas a través de TV educativa, computadoras e Internet.

UNETE también contribuye con la capacitación de los maestros para que los alumnos aprovechen estas herramientas.

Pide informes al 52 45 14 05
o visita nuestra página en Internet
www.uneteya.org

Ellos merecen un mejor futuro.



Unión de Empresarios para la Tecnología en la Educación, A.C. Reforma N° 2435
Col. Lomas Reforma. Tel. 52 45 14 05 Donativos deducibles de impuestos.