

Estrategias empresariales para la introducción de tecnologías ambientales en la industria galvanizadora de Guadalajara

CECILIA LEZAMA ESCALANTE *

Resumen: Este trabajo resume la experiencia del proceso de cambio que involucra a un grupo de pequeñas y medianas empresas de la industria galvanizadora de Guadalajara. Resulta un ejemplo claro de cómo interactúan diversos actores sociales para dar solución a problemas críticos relacionados con la contaminación generada por los procesos de galvanización. En la conformación de esta red intervienen grupos sociales relevantes: las autoridades ambientales, la empresa industrial, los centros de investigación y desarrollo, etc. Todas estas instancias cumplen un papel definitivo en la adopción y cambio de tecnologías ambientales en la industria. El proceso de conformación de esta red es el tema que aborda este artículo.

Abstract: This article summarizes the experience of change that involved a group of small and medium-sized firms in the galvanization industry in Guadalajara. This situation provides a clear example of the way various social actors interact to reach a solution to critical problems related to the pollution caused by the galvanization process. The creation of this network involved significant social groups: the environmental authorities, industrial firms, and research and development centers. All these organizations played a key role in the adoption and change of environmental technologies in industry. The creation of this network constitutes the focus of this article.

Palabras clave: tecnología ambiental, industria, galvanizado.
Key words: environmental technology, industry, galvanization.

INTRODUCCIÓN

A PESAR DEL ACELERADO RITMO DEL DETERIORO del medio ambiente a raíz de las prácticas irracionales de explotación de los recursos naturales por parte de la sociedad industrial moderna, esta problemática no fue abordada sistemáticamente sino hasta la década de los años setenta. Hasta entonces, la conservación y reproducción se supeditaba a los intereses particulares que controlaban los recursos, de manera que su explotación no tenía más límite que los del tipo de tecnología empleada. Se consideraba casi como dogma que la tecnología podría sustituir ilimitadamente los recursos por otros nuevos. Bajo estos términos, la expansión no controlada del crecimiento venía minando la base sobre la que se sustenta la estructura social, y ponía en peligro el futuro desarrollo de la humanidad (Daly, 1989:11-21). El cambio de perspectiva obedece al replanteamiento de una de las condiciones del desarrollo: la

* Dirigir correspondencia a CIESAS Occidente, Doctorado en Ciencias Sociales, Av. España 1359, Col. Moderna, C.P. 44190, Guadalajara, Jal., tel. (3)812 0001, fax (3)810 8326, teléfono particular (3)636 6721, e-mail: cecilia_lezama@hotmail.com.

sustentabilidad;¹ y con ello la búsqueda de una racionalidad ambiental y de tecnologías ecoeficientes (Leff, 1994:30-33, Biffani, 1993:40-42).

Las tendencias del desarrollo tecnológico actual y el auge del proceso innovador apuntan a generar nuevas soluciones a los problemas ambientales que están surgiendo. Se prioriza la integración de requerimientos ambientales básicos en las nuevas tecnologías, lo que implica desde cambios en cuanto al tipo y composición de productos, procesos, uso racional de insumos como agua y energía, sustitución de insumos peligrosos para la salud y el medio ambiente, hasta la revisión de los ciclos de vida del producto, reducción y reciclaje de desechos, etc. Actualmente, los países industrializados están invirtiendo más en desarrollar tecnologías de punta para mejorar sus productos y evitar la contaminación, que para producir más. Es decir, estamos presenciando un cambio del patrón industrial basado en la eficiencia a uno fincado en el progreso técnico. Gran parte de los esfuerzos de investigación y desarrollo requeridos por la industria tienen como propósito reducir los costos económicos y ecológicos derivados de tecnologías ineficientes y sucias, más que incrementar la producción (Fajnzylver, 1983; Schmidheiny, 1992:62).

El mayor problema que enfrenta México ante el nuevo giro de la producción industrial es el rezago tecnológico de su planta industrial. Si bien México se ha logrado colocar entre los países más industrializados del mundo, también es cierto que las políticas de proteccionismo generaron una industria ineficiente y dependiente. Ante esto, el cumplimiento de la legislación ambiental sigue siendo un reto difícil para la industria mexicana, si consideramos que aproximadamente 98% de su planta industrial está constituida por micro y pequeñas empresas. Por lo general, en este tipo de empresas predominan el manejo de tecnología atrasada, los bajos niveles de capitalización, la baja capacidad de producción y los sistemas administrativos ineficientes (Puga, 1992:127); factores que, en conjunto, impiden el acceso a tecnologías ecoeficientes.

Actualmente, las nuevas legislaciones ambientales en el plano nacional e internacional están normando los criterios de las políticas productivas y comerciales a través de los tratados de comercio internacional (TLC y OCDE) y de la implantación de estándares ambientales internacionales (ISO-14000). Aunque los primeros antecedentes de la legislación ambiental en México datan de la década de los setenta, no es sino hasta 1988 cuando se emite la primera Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA). En lo que se refiere al aspecto industrial, esta ley establece las bases sobre las cuales se apoyan los diversos reglamentos y normas que rigen la actividad industrial en materia de protección ambiental. El cumplimiento de esta normatividad está conminando al sector industrial a manejar sistemas de gestión ambiental y a introducir cambios tecnológicos en sus sistemas productivos.

¹ Paolo Biffanni utiliza el concepto de desarrollo sostenible refiriéndolo a un constante proceso de cambio en el que la explotación de los recursos naturales y la dirección de la inversión, del cambio institucional y del progreso científico-tecnológico permiten garantizar la satisfacción de necesidades sociales actuales y futuras.

El presente trabajo se ubica dentro de este contexto, y pretende resumir la experiencia del proceso de cambio tecnológico que involucra a un grupo de micro, pequeñas y medianas empresas de la industria galvanizadora de Guadalajara. Su historia reciente muestra cómo se conjuntan esfuerzos para definir estrategias tecnológicas ambientales ante la identificación de los problemas técnicos comunes que caracterizan a este tipo de procesos productivos. Asimismo, permite percibir las formas de aprendizaje y de asimilación de nuevas tecnologías ambientales por parte de la industria.

El objetivo de este artículo es mostrar las condiciones que dan origen a la construcción de redes de colaboración, donde confluyen diversos tipos de actores sociales que participan en la solución de los problemas de contaminación generada por los procesos de recubrimientos metálicos. Se pretende resaltar aquí la importancia que adquieren dichas redes en el proceso de sensibilización del empresario a la problemática ambiental, así como el papel que desempeñan los actores de su entorno para brindarle los apoyos necesarios en cuanto a asesoría técnica, legal o financiera, que le permitan hacer una selección de las alternativas tecnológicas más acordes con su realidad.

El entorno social de la empresa está compuesto por aquellas entidades sociales con las que establece alguna relación, ya sea para acceder a los recursos o servicios que requiere su actividad, para canalizar la distribución de sus productos o para el control y regulación de sus actividades. El empresario acude a proveedores, instituciones de crédito o a centros de investigación para obtener los insumos necesarios para la producción y los recursos financieros y tecnológicos que le permiten cumplir con su función. Por otro lado, tenemos las entidades sociales que regulan su entorno, como son las instituciones gubernamentales y el mercado visto como un conglomerado de fuerzas que imponen sus normas a la producción y a la mercancía (Pérez, 1994: 16-17). Las asociaciones civiles, comunitarias o de vecinos también tienen injerencia en la regulación de las actividades industriales, en la medida que éstas afectan el medio ambiente y su bienestar.

Las interacciones que tienen lugar en este campo conducen a la estructuración de redes sociales entre empresarios y otros grupos e instituciones. Una red se refiere a un campo social constituido por interacciones entre diversos actores o grupos de actores, cuya extensión se limita en función de sus relaciones y de los flujos de intercambio recíproco. Dichas redes son esencialmente estructuras económicas, cuya base se forma por el intercambio de bienes y servicios entre sus miembros, contribuyendo de esta manera a la difusión del conocimiento de un grupo. En la medida que se suspende tal intercambio, la red tiende a desintegrarse.

De acuerdo con su naturaleza, las redes sociales pueden organizarse bajo criterios de intercambio y reciprocidad. Una red se caracteriza por el tipo de interacciones que se establecen entre los actores: cuando prevalecen criterios de intercambio de bienes y servicios se forman las redes profesionales, gremiales, de patronazgo, etc. En sociedades complejas cobran importancia distintos tipos de redes basadas en criterios de colaboración y de cooperación, por ejemplo, en el caso de ciertas redes de colaboración, los actores establecen mecanismos de intercambio de información, proyectos, capacita-

ción y asesoría técnica, dinero, transferencia de tecnologías, etc. De la misma manera se puede hablar de otro tipo de relaciones que dan origen a redes particulares de cooperación.

Las redes sociotécnicas caracterizan las interacciones que se dan en el medio industrial, donde parte de las relaciones entre los actores se establecen en función del desarrollo de artefactos técnicos. Este tipo de redes describe las interacciones entre entidades sociales heterogéneas y de éstas con los artefactos técnicos. La ventaja de tal enfoque es que destaca el análisis de las interrelaciones entre el desarrollo social y el técnico, que en la práctica siempre van juntos (Elzen *et al.*, 1996:101-102).

Robertson y Langlois (1995:543-552), por su parte, presentan otro punto de vista: consideran que en las economías modernas operan distintos tipos de redes, las cuales podrían clasificarse en función de su grado de articulación formal. Señalan que las redes se articulan básicamente a través de dos dimensiones: la propiedad y la coordinación. La conformación de redes de tipo horizontal se relaciona con la existencia de un mayor grado de integración de la coordinación entre las organizaciones de una red; tal es el caso de los distritos industriales, donde un grupo de empresas pequeñas que realizan una sola función dentro de la cadena de producción, se agrupan geográficamente para aprovechar redes de abasto, venta, manufactura, información, transferencia de tecnología, y para intercambiar flujos de conocimiento. Por otro lado tenemos que a mayor grado de integración de la propiedad se establecen redes de integración vertical, donde varias empresas pequeñas se agrupan alrededor de una empresa mayor o de un corporativo que mantiene la propiedad y el control semicentralizado de todas las etapas de la producción; sin embargo, no todas las redes se articulan bajo estas dimensiones.

Para analizar las redes de colaboración utilizo conceptos atribuidos al enfoque de la construcción social de la tecnología (Bijker *et al.*, 1987), que permiten analizar cómo los actores interactúan con la tecnología y en qué sentido se proponen dirigir el cambio tecnológico. Dicho enfoque concibe a los actores como miembros de grupos sociales relevantes, refiriéndose en estos términos a todo aquel grupo de personas que comparte en común el mismo significado respecto de una determinada tecnología, así como patrones comunes de interacción entre los actores y ésta. Una red se forma por diversos nodos que representan actores o grupos de actores, más o menos heterogéneos, cuya relevancia depende específicamente del tipo de interacción que guardan en el desarrollo y uso de una tecnología (Elzen *et al.*, 1996:100-101).

En la conformación de la red que forma parte de esta investigación intervienen varios grupos sociales relevantes. En primer término se encuentra el grupo de industriales que ante la envergadura de su problema promueve la búsqueda de apoyo acudiendo a asociaciones gremiales y autoridades reguladoras para obtener guía e información calificada sobre la naturaleza y aplicación de las regulaciones impuestas. Las asociaciones de industriales cumplen la función de enlace entre empresarios y autoridades, lo que constituye el punto de arranque para una negociación sectorial. En segundo término, los centros de investigación y desarrollo les ayudan a diagnosticar su problemática ambiental y a plantear las soluciones tecnológicas más viables.

Finalmente, la consultoría de asesores y proveedores les dan acceso a información sobre la oferta tecnológica existente y les ayudan a conseguir los apoyos financieros adecuados a sus necesidades.

Esta red se organiza en respuesta a la intervención de otros dos actores; por un lado, las autoridades ambientales, que ejercen un papel normativo y fijan los parámetros de desempeño ambiental a la industria; y por otro, el mercado, que también fija sus reglas, especialmente cuando se trata de productos de exportación. Cada una de estas instancias cumple un papel específico en el proceso de adopción y cambio de tecnologías ambientales en la industria.² El proceso de construcción de esta red es el tema que aborda este artículo.

Este estudio³ se llevó a cabo en un grupo de 15 empresas galvanizadoras de la ciudad de Guadalajara, donde se aplicaron entrevistas a empresarios y técnicos, así como a otros informantes clave entre las autoridades, las cámaras gremiales, consultorías y proveedores, con el fin de conocer el contexto en que se desarrollan estas empresas. La muestra incluyó a seis microempresas, cuatro empresas pequeñas y cinco medianas. Este sector se compone de alrededor de 120 empresas, constituido en su mayoría por talleres y pequeñas empresas, donde las empresas medianas y grandes son minoría. Por lo general, éstas han operado de manera semiaislada, con escasa comunicación o contacto entre sí, excepto aquellas empresas que forman parte del eslabonamiento de cadenas productivas más amplias.

A través de las encuestas se pudo obtener información sobre las prácticas llevadas a cabo por los empresarios en torno al manejo de las descargas, emisiones y residuos derivados del proceso productivo, considerando las tecnologías que adoptaron para atacar las fuentes de contaminación.

CONSTRUCCIÓN DE REDES PARA PROMOVER EL CAMBIO

El sector de la galvanoplastia y de recubrimientos metálicos ha sido objeto de fuertes presiones gubernamentales debido a los altos contenidos de sustancias peligrosas que registran las descargas de aguas residuales, que en ocasiones han llegado a estar hasta 300% por arriba de la norma. Así, las empresas enfrentan la necesidad de ajustar sus procesos productivos a los reglamentos en el corto plazo, a riesgo de ser clausuradas en caso de no tomar las medidas conducentes. Si bien la LGEEPA en el estado de Jalisco

² La sociedad civil se podría considerar como otro actor social en esta red, en tanto que representa una fuerza de presión para que autoridades e industriales den seguimiento y cumplimiento a la legislación ambiental. Su interacción se manifiesta a través de la denuncia ciudadana, que funciona como un catalizador en el proceso de implantación de las regulaciones ambientales. Sin embargo, en este caso no hubo una participación concreta para considerarla como otro actor de la red.

³ Los datos aquí utilizados forman parte de una investigación más amplia que se llevó a cabo durante el periodo de 1994 a 1996 como tesis para la maestría en Ciencias Sociales de la Universidad de Guadalajara, titulada "Contaminación ambiental y estrategias empresariales de cambio tecnológico en la industria galvanizadora de Guadalajara".

data de 1989, no se tenían bien explicitados los parámetros regulatorios para cada giro industrial, las inspecciones eran muy laxas y las propias autoridades apenas empezaban entonces a detectar la problemática y sus alcances.

Una práctica común entre los industriales era arrojar sus aguas residuales cargadas con metales pesados como cobre, cinc, níquel, cromo y cianuro al drenaje intermunicipal, sin que esto fuera motivo de preocupación. Los residuos sólidos igualmente eran desechados con los cargamentos de la basura municipal. Casi no se preocupaban porque el personal utilizara equipo de protección como mascarillas, guantes, botas, etc., y los accidentes por inhalación de gases letales, donde incluso perdieron la vida algunos obreros, se achacaban a imprudencias o errores cometidos por los trabajadores. Así han trabajado por años estas plantas y no se percibían los peligros involucrados en las fuentes de contaminación como motivo para el cambio, sino como las condiciones inherentes a un proceso, de suyo, sucio.

No fue sino hasta 1992, con los acontecimientos generados por las explosiones del drenaje el 22 de abril, cuando la sociedad jalisciense cobró conciencia de los problemas de la contaminación ocasionados por la actividad industrial. Esta fecha constituyó un punto de inflexión en la supervisión y control de la contaminación en la ciudad de Guadalajara. Fue entonces cuando se empezó a sentir la presión de las autoridades ambientales federales, estatales y municipales, que empezaron a recorrer la ciudad, fábrica tras fábrica, para revisar las condiciones de operación de las empresas y el cumplimiento de los reglamentos, especialmente en torno a las descargas residuales. La percepción de algunos empresarios sobre este problema se aprecia en los siguientes comentarios:

todo comenzó el 22 de abril. Fue cuando las autoridades tomaron conciencia del problema y decidieron poner en práctica las leyes ambientales. Su actitud parecía echar la culpa a la industria de todos los problemas de la contaminación. Allí comenzó mi calvario como dueño de una fábrica 100% contaminante. Era muy difícil enfrentar una presión tan fuerte de las autoridades en medio de una crisis económica tan dura, justo cuando enfrentaba hasta la posibilidad de tener que cerrar la fábrica (entrevistas a empresarios, 16 de octubre de 1996).

a raíz del 22 de abril ha sido constante el registro de descargas de aguas residuales y hay un mayor monitoreo de parte del SIAPA [Sistema Intermunicipal de Agua Potable y Alcantarillado]. Fueron muy estrictos al principio, pero como nadie conocía de normas de descarga, ni de los parámetros que aplicaban para la industria, acabaron por conceder tiempos razonables para que se implementaran las medidas necesarias para corregir el problema (entrevistas a empresarios, 26 de noviembre de 1996).

Las multas y sanciones no se hicieron esperar. La situación se volvió patética. Una ola de inconformidad se levantó entre los empresarios, que se veían asediados y sin soluciones en la mano. La inminencia de las multas y las posibles clausuras los colocaban ante la disyuntiva de modificar sus procesos o dejar de operar. Por primera vez estaban conscientes de la firmeza de los requerimientos de las autoridades y de que cualquier queja de la ciudadanía sobre su desempeño tendría repercusiones graves para su actividad.

Este hecho motivó a los empresarios a repensar la seguridad y limpieza de sus tecnologías para evitar posibles contingencias y a reconocer la necesidad de dar cumplimiento a la legislación ambiental. Surgió de esta manera una necesidad concreta: introducir tecnologías anticontaminantes para permanecer en el mercado.

Fue así como un pequeño grupo de empresarios se reunió para tratar de intercambiar experiencias y propuestas para dar solución a sus problemas comunes e inició la búsqueda de apoyo, información y tecnología. Pronto se encontraron con el hecho de que no contaban con una plataforma que los unificara para actuar; estaban conscientes de que un sector industrial unido tiene mayor fuerza y capacidad de negociación para avalar sus propósitos. Acudieron entonces a su organismo central, la Cámara de la Industria Metálica de Guadalajara (CIMEG) en busca de orientación y apoyo.

Una medida estratégica fue la creación de una sección especial para galvanoplastia dentro de la propia Cámara, que se sumaba a las secciones de autopartes, bienes de capital, fundidores y otras más. Esta medida les dio un peso específico dentro de la CIMEG para formalizar sus actividades e iniciar un plan de trabajo conjunto: la creación de la nueva sección a principios de diciembre de 1992 se logró después de una intensa labor de convencimiento entre los empresarios del ramo, obteniendo un consenso de casi 70% de las 120 empresas registradas formalmente bajo este giro.

Las primeras actividades se planearon en torno a dos objetivos: buscar un consenso con las autoridades sobre los márgenes de cumplimiento, para evitar multas y clausuras y, por otro lado, buscar asistencia técnica para atender el problema de las aguas residuales. La prioridad del grupo consistió en negociar con las autoridades encargadas del Sistema Intermunicipal de Agua Potable y Alcantarillado (SIAPA) una prórroga en los plazos estipulados para ajustarse a los parámetros de las normas técnicas vigentes sobre tratamiento y descargas de aguas residuales. Este plazo debía dar al empresario la oportunidad de analizar las propuestas tecnológicas apropiadas para su planta y también conseguir los fondos o los créditos indispensables para adquirir los equipos e instalarlos.

Las autoridades del SIAPA actuaron en consecuencia y expusieron al grupo las políticas de aplicación de la nueva legislación ambiental y las condiciones de los plazos, pero continuaron monitoreando las descargas de las plantas, dejando constancia de los resultados de cada inspección. La negociación de plazos se hizo individualmente, de acuerdo con las condiciones de cada empresa, dando crédito a la palabra y a los avances reportados sobre las gestiones realizadas por los empresarios para solucionar el problema.

Enseguida se planearon actividades en torno a la asistencia técnica para atender la normatividad de las aguas residuales. Con el apoyo del entonces presidente de la Cámara, se inició primero con la búsqueda de información sobre alternativas tecnológicas existentes a nivel nacional e internacional, que incluyó un recorrido de los representantes de la sección por países europeos para conocer los últimos avances tecnológicos en materia de recubrimientos y sondear su posible adaptación a los sistemas de producción local.

Asimismo, la CIMEG solicitó la asesoría de un centro de investigación de la Universidad de Guadalajara, el Departamento de Ingeniería de Proyectos del CUCEI,⁴ con objeto de elaborar un plan de trabajo que permitiera desarrollar tecnologías alternas para incrementar la eficiencia de los procesos productivos y el equipamiento para combatir la contaminación. En las primeras conferencias y reuniones de discusión y análisis del grupo se reunían hasta 50 empresarios, algunos en busca de las soluciones técnica y económicamente más viables, otros, tratando de buscar consenso para negociar plazos para el cumplimiento con las autoridades ambientales. La incorporación de la universidad en esta red, en opinión de uno de los investigadores del departamento, respondió al surgimiento de una necesidad, donde la confianza fue un factor importante en la interacción:

el primer acercamiento que tuvimos con los empresarios nace a raíz de una persistencia incisiva de las autoridades por el cumplimiento. Ellos recurren a su organismo central, la CIMEG, para que les ayude, pues se dan cuenta de que solos no lo podían hacer. La gente de la cámara nos manifiesta la magnitud del problema [...] Cuando un grupo de universitarios y de investigadores se acerca a un grupo de empresas es difícil lograr convencer y más difícil es demostrar que se pueden hacer las cosas, pero en este caso han coincidido todos los factores: la necesidad y la capacidad de respuesta. Yo creo que sobre todo radica en crear la necesidad. [...] Aparte de coincidir en la necesidad y capacidad de respuesta, se debe coincidir con un grupo de trabajo participativo. Esto es digno de resaltar de este pequeño sector industrial. Siendo tan pequeño, tan modesto —en algunos casos con unos niveles de educación básica, unos no saben ni leer ni escribir—, [...] tan desconocedor de grandes tecnologías, de grandes conocimientos, se volcaron con entusiasmo a este proyecto, cosa que no hemos encontrado en empresas con mayor capacidad económica o mayor nivel cultural. Sencillamente hemos optado por trabajar con la gente que quiere que nosotros trabajemos (entrevistas a investigadores, 4 de septiembre de 1996).

Si bien para entonces los empresarios estaban convencidos de la necesidad de invertir en nuevas tecnologías, el costo resultaba demasiado alto para su capacidad económica. Sin embargo, decidieron apostar al éxito del proyecto y aportaron un capital inicial para formar un fondo común que permitió empezar los trabajos de investigación y desarrollo de un equipo piloto. Esta erogación constituyó un paso importante, en tanto que marcó la decisión de depositar su confianza en la capacidad de investigación y de respuesta de la universidad. El fondo para iniciar los trabajos de investigación y desarrollo se complementó con el apoyo del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, que aportó capital de riesgo.

La universidad se comprometió a desarrollar un modelo de tecnología más apropiado y accesible para los micro y pequeños empresarios, que constituirían la mayoría del grupo. Propusieron un cambio de concepción en las tecnologías de producción: el objetivo no era sólo equipar, sino sustituir materias primas por otras que fueran menos agresivas al medio ambiente. Desecharon el uso de reactivos altamente peligrosos

⁴ Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingeniería, Universidad de Guadalajara.

en los procesos electrolíticos, como son sulfuros y cianuro, cuyo empleo además incrementa los costos en la fase de descarga. El tratamiento de aguas residuales se logró mediante un sistema más sencillo que consiste en el uso de sustancias químicas para controlar el pH, para inducir el proceso de floculación y la decantación de metales pesados. Las aguas residuales así tratadas se depositan en fosas de sedimentación, de donde son extraídos los lodos del fondo y el agua, ya neutralizada, se vierte en el drenaje municipal.

La intención fue proponer una tecnología básica, no necesariamente novedosa, que les permitiera, antes que nada, adaptar sus procesos para cumplir con la norma, con la idea de que después el empresario pudiese escalar nuevos módulos o la infraestructura para integrar su tecnología paulatinamente, en la medida de sus posibilidades. Esto implicaba el aprovechamiento del equipo existente, añadiendo componentes y dispositivos más económicos, bajo la condición de que cumplieran la misma función que los equipos más avanzados,⁵ a fin de reducir al máximo la inversión inicial de los equipos anticontaminantes.

Los propios investigadores universitarios, con la colaboración de consultores, autoridades y proveedores, se encargaron de impartir un programa de capacitación que incluyó conferencias y cursos sobre galvanoplastia básica, nuevos procesos de recubrimientos metálicos, normas y tratamiento de aguas residuales, etc. Con estas acciones se trató de motivar el interés de los empresarios del ramo, logrando fomentar la convivencia, el intercambio y la sensibilización que contribuyeron a despertar en ellos una conciencia ecológica.

Se convocó también al Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico del Estado de Querétaro (Cideteq), centro dedicado a proyectos de investigación y desarrollo en el área de la metal-mecánica, a que impartiera un seminario en sus propias instalaciones para dar oportunidad a los empresarios de ver en operación los últimos avances en procesos de recubrimientos metálicos. La participación del Cideteq tenía como propósito facilitar y agilizar el proceso de asimilación y de transferencia de las nuevas tecnologías en la pequeña y mediana empresa.

La asesoría y capacitación brindada por los centros de investigación fue muy significativa en el proceso de concientización de los empresarios, quienes después de identificar su propia problemática y las alternativas tecnológicas existentes, optaron por definir sus propias estrategias en cuanto a medios, plazos, financiamiento y equipos para abatir la contaminación de sus descargas. De hecho, ha quedado un reducido número de microempresarios bajo la asesoría del centro universitario de investigación, con quien mantiene un estrecho contacto.

En esta etapa los proveedores también jugaron un papel muy importante como promotores o agentes del cambio tecnológico ambiental. Los empresarios suelen recurrir

⁵ Los equipos avanzados cuentan con tinas y válvulas de acero inoxidable y un acondicionamiento especial para las fosas de sedimentación, que a la larga garantizan una vida más larga de los equipos, pero el ahorro de estos gastos mediante tinas de fibra de vidrio y válvulas de bronce entre otros, favorecía la implantación de estos sistemas.

a ellos en busca de información sobre alternativas y avances en el mercado y de soluciones viables y concretas, tendencia que se acentúa más en las micro y pequeñas empresas, donde la división del trabajo no permite contar con personal especializado en la búsqueda, diseño e instalación de equipos. Frecuentemente suplen la función de consultoría, actualizando al empresario sobre las novedades que existen en el mercado. Su trabajo consiste en entender los problemas técnicos más determinantes para la producción, en prever y detectar las necesidades concretas de su cliente para proponerle las soluciones más adecuadas y convencerlo respecto de la bondad de tecnologías alternativas o de productos novedosos.

La interacción de esta red de actores tuvo lugar en diversos foros y dio origen a nuevas propuestas de trabajo, una de las cuales, de largo plazo para el control ambiental integral, fue el proyecto de un parque multiindustrial en la periferia de la ciudad, planeado para concentrar establecimientos dedicados a diversas actividades relacionadas con la industria de la galvanoplastia. Se pretendía reubicar las fábricas y talleres que actualmente se encuentran dispersos por toda la ciudad, a fin de crear instalaciones comunes para tratar sus descargas y para el manejo de residuos sólidos, con lo que se pretendía abatir costos de operación y evitar daños en las zonas habitacionales donde se encuentran, sobre todo en lo que se refiere a la contaminación del drenaje urbano. Sin embargo, dicho proyecto no prosperó porque no hubo consenso, ya que la reubicación resultaba muy onerosa, si se considera que había que volver a adquirir terrenos y desplazar y reacomodar las plantas. Además, faltó cooperación entre los socios, quienes suelen ver con cierta rivalidad a sus competidores.

MOTIVACIONES EMPRESARIALES PARA EL CAMBIO

Ante los nuevos marcos de competencia comercial y la instrumentación de las nuevas leyes sobre protección al ambiente, las fábricas altamente contaminantes están obligadas a cambiar sus procesos productivos paulatinamente, ya sea mediante la transferencia de nuevas tecnologías, la adaptación de otras a lo ya existente o bien mediante la introducción de innovaciones en sus procesos. La sobrevivencia de numerosas industrias quedará supeditada, entre otras cosas, a su capacidad de cambio para hacer frente a estos requerimientos en el corto plazo para permanecer en el mercado. Sin embargo, la capacidad de cambio depende, a su vez, de la generación de una conciencia ambiental en el interior de la empresa.

Los propios empresarios entrevistados opinan que aún existe reticencia en el medio para adoptar cambios, no sólo por motivos económicos, sino por ignorancia, desinterés o incluso por desidia. Persiste también la idea de que no cuentan con el apoyo de las autoridades: muchos empresarios están simplemente a la expectativa de qué acciones están tomando las autoridades con otras empresas, para comparar su situación e ir tomando las precauciones necesarias. Hay quienes piensan que mientras no les clausuren la empresa no tomarán medida alguna para evitar la contaminación. No obstante, ante situaciones críticas en que ven amenazada la continuidad de sus nego-

cios, los empresarios de este sector se han vuelto proactivos, como lo demuestran los datos referidos en este estudio y opiniones de los propios empresarios:

Tenemos conciencia de que hay que hacer algo para aminorar la contaminación, el problema es conseguir los créditos y la asesoría. A las empresas que cerraron fue porque de a tiro no han de haber luchado nada. El problema es que no lo entienden a uno; el gobierno no ofrece estímulos o alguna forma de condonación de impuestos para facilitarnos la compra de los equipos anticontaminantes. Sólo se dedica a hacernos requerimientos y a cobrar multas, con lo que se hace más grande el problema y no se proponen salidas. Deberían reconsiderar sus lineamientos para darnos plazos más largos. Sus disposiciones nos están ahogando. No es a grandes zancadas como vamos a solucionar el problema (entrevistas a empresarios, 23 de mayo de 1996).

En 66% de las micro empresas que formaron parte de la muestra, la motivación más importante para introducir cambios tecnológicos en los procesos productivos ha sido la presión sistemática de las autoridades ambientales, que les han fijado plazos para cumplir las nuevas regulaciones. En el caso de las empresas pequeñas, las estrategias adoptadas se relacionan con el tipo de mercados en que se insertan, puesto que algunas producen para la exportación, ya sea directa o indirectamente, y requieren mantener altos niveles de productividad y de calidad. En estos casos, las empresas líderes, que forman parte de cadenas productivas, funcionan como un factor de presión para motivar a las empresas proveedoras a introducir tecnologías para el control de emisiones y efluentes, como condición para mantener su cuota de maquila.

Las estrategias utilizadas por las empresas medianas⁶ están sujetas, por cuestiones de competitividad, a exigencias aún más estrictas del mercado nacional e internacional, tanto en términos ambientales como de calidad. Existe una actitud favorable al cambio por parte de la dirección de las empresas, por lo que han dedicado fuertes inversiones a la adquisición de equipos y procesos anticontaminantes. La motivación inicial de 60% de estas empresas de introducir tecnologías limpias fue el cumplimiento de las especificaciones de las normas técnicas oficiales establecidas para el giro de la galvanoplastia. Las demás lo hicieron por la presión ejercida por clientes internacionales para que modernizaran sus instalaciones y logran competir con tecnologías utilizadas a nivel mundial.

DIAGNÓSTICO Y EVALUACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL

Al principio los empresarios desconocían por completo los problemas ambientales que causan sus procesos productivos. Incluso para algunos de ellos era un enigma la

⁶ Dos de estas empresas son maquiladoras, las otras tres se dedican a la manufactura. Se trata de empresas que tienen más de 100 empleados, cuya producción en dos de los casos se destina casi en su totalidad al mercado de exportación vía la industria automotriz o de lámparas metálicas. Las tres restantes producen muebles, accesorios cromados, válvulas, celosías y perfiles para la industria de la construcción destinados principalmente al mercado nacional.

composición de los productos químicos que compraban, y mucho menos se preocupaban por averiguar si contaminaban o no. No falta ahora quien reclame a sus proveedores por no alertarlos sobre los riesgos del uso de sustancias tóxicas y contaminantes. Si el empresario no tiene conocimiento sobre las fuentes de origen de los problemas ambientales que surgen en su fábrica, tampoco podrá contar con los elementos técnicos para darles una solución adecuada.

Cuando se emitieron las primeras regulaciones ambientales los empresarios se vieron en la necesidad de conseguir un diagnóstico detallado sobre las condiciones de operación y de normatividad en que se encontraban sus empresas. Con la ayuda de los asesores universitarios obtuvieron el diagnóstico donde encontraron sus fallas más relevantes en cuestión de operación y de manejo de materias primas, un inventario de sus emisiones, la calidad de sus descargas, así como una relación de sus irregularidades administrativas en cuanto a tramitación de licencia de funcionamiento, registros de descargas, manifiestos de residuos sólidos peligrosos y no peligrosos, etc. En la medida que el empresario adquiere un conocimiento más preciso de los problemas ambientales que enfrenta y de las alternativas de solución para sus procesos contaminantes, puede evaluar los costos y beneficios para determinar su propia estrategia a seguir.

Por lo general, la cultura ambiental del empresario responde a un tipo de racionalidad económica y productivista. No valora, ni conoce muchas veces, los ciclos de vida de sus propios productos y tampoco le interesa qué sucede antes o después del proceso de transformación de las materias primas que utiliza. No concibe los valores ambientales en términos económicos; por tanto, la demanda y el precio de estos recursos han sido desestimados como costos de producción. Insumos como agua, aire y suelo no son considerados como costos de producción; por ende, su uso no tiene restricciones, ni sanciones que eviten su degradación ni su posible agotamiento. Perciben la inversión ambiental como un costo más, no como parte de su proceso de producción. No estiman los beneficios relacionados con la eficientización de sus procesos y los ahorros derivados de las inversiones en tecnologías ambientales. Su evaluación de los costos y beneficios suele medirse en función de la obtención de una ganancia inmediata.

Si bien el empresario industrial en general está cada vez más consciente de que el problema ambiental es una manifestación más de la globalización, falta mucho para que se incorpore a una cultura ambiental enfocada más activamente en favor de la preservación del medio ambiente y del uso racional de los recursos.

ESTRATEGIAS DIFERENCIADAS DE CAMBIO TECNOLÓGICO AMBIENTAL

El proceso de asimilación de nuevas tecnologías ambientales en la empresa pasa por diversas etapas, cuya evolución da por resultado un cúmulo de nuevos conocimientos para el empresario que propician un cambio en su manera de pensar y de actuar, y que se refleja en un cambio en la racionalidad, en sus estrategias y en su comportamiento en torno a la protección ambiental.

El proceso de asimilación de las nuevas tecnologías ambientales ha sido gradual, especialmente en el caso de las microempresas. La táctica de los asesores universitarios es iniciar con tecnologías sencillas, pues entre más complejas son, los costos de operación y mantenimiento tienden a dificultar su asimilación. La intención es que el empresario se vaya adaptando a los cambios y en la evolución de este proceso logre ir definiendo por su cuenta sus necesidades y los equipos que más se ajustan a ellas. Los ciclos de asimilación pueden ser muy largos, de manera que el crecimiento de la empresa se va dando junto con las nuevas tecnologías.

En el proceso de búsqueda de soluciones ambientales alternativas es posible que las empresas desarrollen tecnologías propias o innovaciones derivadas de atención a nuevas necesidades. Así, por ejemplo, una de las innovaciones surgidas en una pequeña empresa consistió en la introducción de un implemento para absorber el exceso de grasas en las tinas para desengrase, que ayuda a conservar más limpia el agua donde se sumergen las piezas antes del proceso y a alargar la duración de las tinas. La ventaja que proporcionó esta innovación fue permitir el reciclaje inmediato del agua, para utilizarse en otro desengrase y además se pudo octuplicar la vida útil de la tina de almacenamiento. Ésta es una innovación completamente doméstica que se logró a base de ensayo y error, con la participación del dueño de la empresa y el proveedor de las sustancias desengrasantes.

En este proceso de aprendizaje los industriales de las galvanizadoras han adquirido un mayor conocimiento sobre el manejo del agua y sobre el uso de otras materias primas para los procesos electrolíticos que permiten dar el mismo o mejor acabado a sus productos, sin el costo del empleo de insumos ambientalmente agresivos. Para muchos empresarios es motivo de orgullo mostrar la calidad de sus aguas residuales en contraste con los lodos que vertían antes al drenaje.

El manejo de los residuos sólidos de esta industria es un campo donde no ha habido un desarrollo tecnológico sustantivo. Hasta ahora los avances tecnológicos más relevantes se dirigen al proceso de compactación y secado de lodos para facilitar y disminuir los montos de los residuos que se envían para confinamiento. Es posible que conforme aumenten los costos de confinamiento y las medidas para el control de los depósitos para residuos peligrosos, los propios empresarios tendrán que desarrollar una capacidad de innovación para generar alternativas tecnológicas para la reducción o el reciclamiento de estos residuos.

El proceso de cambio tecnológico ambiental en las microempresas está supeditado a problemas de orden económico, puesto que para sufragar el costo de los equipos para el tratamiento de agua o para modificar procesos los empresarios entrevistados tuvieron que recurrir al escaso ahorro interno de la empresa o al patrimonio familiar; algunos recurrieron a la venta de vehículos familiares o de bienes inmuebles. En otros casos se endeudaron con los propios proveedores, negociando plazos para efectuar la compra, pues difícilmente pueden acceder a créditos preferenciales por los múltiples requerimientos y candados que les impiden ser sujetos de crédito. A estos empresarios les resulta claro que no existe otra alternativa, que es irreversible la necesidad del cambio para dar cumplimiento a las nuevas regulaciones ambientales y evitar

sanciones y clausuras. Sólo una de las microempresas consideradas no ha adoptado ninguna medida ambiental, aunque sí reconoce la necesidad de hacerlo a partir del momento en que cuente con el financiamiento para ello.

A pesar de los altos costos que representa la adquisición de los equipos, la pequeña y mediana empresa no suele recurrir a la obtención de créditos bancarios, sino al ahorro interno o a negociaciones con los mismos proveedores. Más de 80% de las ventas de uno de los proveedores más importantes de la región se lleva a cabo mediante crédito a empresas medianas y grandes. A falta de créditos preferenciales, que son “complicados y tediosos de obtener”, recurren a la adquisición de obligaciones; emisiones de papel comercial que resultan ser más accesibles.

Los datos aportados por las empresas estudiadas permiten inferir que mientras mayor sea el tamaño de la empresa, mayor es su capacidad para promover el cambio tecnológico ambiental. Esto se debe a que dispone de mayores recursos humanos, financieros y técnicos. Mientras que la micro y pequeña empresa no cuentan con la capacidad de inversión, el acceso a créditos blandos, ni con recursos humanos especializados. Sin embargo, cuando logran solventar este obstáculo, las empresas pequeñas resultan a veces más flexibles para implantar cambios.

Las tecnologías tradicionales para el galvanizado y cromado de piezas de metal no habían cambiado mucho hasta fines de la década de los ochenta, cuando las compañías extranjeras en Alemania, España y Estados Unidos invirtieron en la investigación y desarrollo de sustancias químicas alternativas para evitar la contaminación de los procesos de recubrimientos metálicos. Dichas tecnologías no se empezaron a difundir en México sino hasta principios de los años noventa y actualmente hay una gama de procesos alternativos en función de las necesidades concretas de cada empresa.

La mayor parte de los equipos y refacciones como tinas, filtros, compresores de aire y rectificadores son adquiridos en el país, aunque parte de estos equipos es de origen extranjero. En este campo, dependen en gran medida de lo que les ofrecen los proveedores locales, que son representantes de firmas estadounidenses y europeas. También hay una tendencia muy acentuada a comprar equipo usado, proveniente de negocios que cierran, que modernizan sus equipos o de fábricas de otras ramas industriales.

A pesar de que las empresas medianas cuentan con personal más especializado y profesional en los niveles administrativos y operativos, las decisiones técnicas sobre compra de equipos se apoyan, igual que en la micro y pequeña empresa, en los proveedores de su confianza, quienes están más actualizados sobre las tecnologías que ofrece el mercado o incluso porque a veces se les dificulta interpretar las especificaciones en inglés de los catálogos de los productos. La instalación y arranque de los equipos suele quedar en manos de los proveedores, quienes no siempre se comprometen a proporcionar el servicio completo para garantizar su correcto funcionamiento con el tiempo. Se encontraron casos de compra de equipos o tecnologías muy costosas, pero inoperantes o poco apropiadas para las necesidades particulares de la empresa.⁷

⁷ En un caso, el equipo de tratamiento de agua tenía tiempo de no funcionar porque ante algún desperfecto, nadie pudo entender los catálogos para saber qué hacer. A falta de servicio del proveedor

La función de los proveedores es un arma de dos filos, pues si bien se encuentran al día sobre los requerimientos ambientales, el costo/beneficio de las nuevas tecnologías y sus ventajas comparativas y en otros casos su falta de seriedad han generado cierta desconfianza, porque abusan del desconocimiento técnico de los compradores para vender cualquier equipo, sin tener un diagnóstico preciso de las necesidades del cliente o de sus condiciones de operación. Los propios empresarios se quejan de que hay mucha “charlatanería” en la venta de equipos, de que les venden equipos inservibles debido a que el proveedor no proporciona las refacciones o las reparaciones requeridas, e incluso de que los utilizan como “conejillos de indias”, recomendando productos o equipos que no conocen bien.

El problema es que no existe la capacidad técnica en el mercado local para orientar al empresario en la operación y servicio de mantenimiento de los equipos. En el mercado se ofrecen equipos de diverso origen y grados de complejidad, muchos de los cuales se adquieren por correspondencia. El comprador selecciona por catálogo aquello que considera que más se ajusta a sus necesidades y en algunos casos el proveedor acude a instalar el equipo y a entrenar a los operarios, pero no garantiza el servicio posterior. Esto invalida con frecuencia la posibilidad del cambio.

CONCLUSIONES

El análisis sociológico de la introducción de nuevas tecnologías ambientales en un grupo de empresas de la industria de recubrimientos metálicos ha permitido conocer los mecanismos de estructuración de una red de colaboración entre los diversos actores que intervienen en el proceso de cambio tecnológico. El origen de esta red de colaboración obedece al surgimiento de necesidades concretas de un grupo de empresarios que responden a las siguientes condiciones:

- necesidad de dar cumplimiento a nuevas regulaciones ambientales;
- necesidad de responder a las presiones del mercado de exportación;
- existencia de una problemática común entre un grupo de empresas;
- incapacidad de los actores para dar una respuesta con sus propios recursos, y
- necesidad de establecer flujos de conocimiento con fuentes de generación y distribución de tecnología.

La red de colaboración se conforma con varios tipos de actores que determinan el tipo de interacción que se establece entre ellos. Esta red conjunta a una serie de actores que, de acuerdo con sus características, se distinguen como entidades receptoras, de enlace, de servicio y reguladoras: los empresarios, como solicitantes y usuarios de ser-

original, tuvieron que recurrir a asesoría especializada para echarlo a andar. Otra empresa compró un desmineralizador cuya puesta en marcha después de seis meses, seguía pendiente de la negociación para que un experto viniera de Estados Unidos a instalarla y a dar el entrenamiento necesario a los operadores. No faltan casos de equipos parados por tiempo indefinido por falta de mantenimiento, de refacciones o de repuestos originales.

vicios, son entidades receptoras; las cámaras industriales y los consultores son entidades de enlace, mientras que los centros de investigación y desarrollo y los proveedores se constituyen como entidades de servicio. El tipo de colaboración que emerge de esta red está en función del papel que desempeña cada uno de los actores involucrados.

El Estado interviene como entidad reguladora, como el generador de políticas ambientales, que si bien no forma parte de la red de colaboración, podría considerarse como la entidad detonante, es decir, aquella que motiva el surgimiento de la red. En este caso, el mercado exportador también opera como entidad reguladora, porque es la que crea una nueva necesidad a la industria y presiona para lograr el ajuste de sus procesos a los estándares ambientales exigidos por los clientes del exterior.

Las redes de actores se vuelven más importantes en la medida que disminuye el tamaño de la empresa, dado que ésta depende más de los servicios que puede brindarle su entorno social. La micro y pequeña empresas por lo general no cuentan con el nivel de profesionalización, ni con el apoyo administrativo que le permitan dedicar personal especializado a realizar tareas de investigación y desarrollo, estudios de mercado y de factibilidad, trámites y gestiones ante las dependencias, etc. La división del trabajo es muy difusa y responde a los patrones de empresas de tipo familiar. Por lo general, este tipo de funciones recae sobre el propio dueño de la empresa, quien se encuentra absorbido prioritariamente en las actividades operativas básicas. Con frecuencia, este tipo de empresarios no tiene profesión alguna; maneja el negocio de manera empírica sin llevar control de sus operaciones, y a veces ni siquiera de sus costos de operación.

Los casos abordados permiten inferir que el grado de profesionalización de los niveles directivos de las empresas bajo estudio inciden positivamente en la promoción y aceptación del cambio tecnológico, sobre todo cuando dicha variable se cruza con la edad de los directivos. Es decir, se encontró que a mayor grado de profesionalización y a menor edad de los directivos, mayor es la propensión al cambio y a la adopción de nuevas tecnologías. También se encontró que el grado de profesionalización de la propia empresa incide en la actitud hacia el cambio. Así tenemos que las fábricas o maquiladoras que se fundaron como una extensión de una empresa comercial o que son administradas por comerciantes, tienen mayor propensión a rechazar el cambio porque manejan el negocio con los esquemas de una empresa comercial, cuyas metas carecen de una proyección verdaderamente industrial del negocio.

En la micro y pequeña empresa de este sector predomina aun el tipo de empresario que mantiene un sentido meramente comercial de la producción, que aquel con espíritu empresarial y una concepción realmente industrial de su actividad. No están acostumbrados a invertir ni a arriesgar, lo que impide planear el crecimiento y modernización de su planta productiva. Se guían por metas de corto plazo, fijando su interés en obtener ganancias inmediatas. Este tipo de empresario tiende a ser localista e individualista, manifestando poco interés en comprometerse a participar activamente en organismos gremiales o en actividades que no representen un interés lucrativo.

La respuesta del empresario a los problemas ambientales, en estas condiciones, depende del óptimo aprovechamiento de las oportunidades que le brinda el entorno

para poder maximizar sus ganancias. El éxito de la estrategia depende de la sensibilidad del empresario para dar respuesta a las condiciones impuestas por los recursos, el mercado y las presiones externas del entorno. Su estrategia tiene que enfocarse a captar estas oportunidades, a través de una búsqueda permanente de información, de conocimientos y de las relaciones sociales que le brindan estas redes de colaboración.

BIBLIOGRAFÍA

- Baba, Marietta, Donlad Falkenburg y David Hill, 1997, "Cambio empresarial: dimensiones culturales de las nuevas tecnologías", en Ma. Josefa Santos y Rodrigo Cruz (comps.), *Innovación tecnológica y procesos culturales. Nuevas perspectivas teóricas*, UNAM-FCE, México.
- Bifanni, Paolo, 1993 "Desarrollo sostenible, población y pobreza: algunas reflexiones conceptuales", en *Memorias del Congreso Iberoamericano de Educación Ambiental*, Universidad de Guadalajara, Guadalajara, pp. 15-68.
- Bijker, W. E., T. P. Hughes y T. J. Pinch (comps.), 1987, *The Social Construction of Technological Systems*, MIT Press, Cambridge, Mass.
- Cannon, Tom, 1992, *La responsabilidad de la empresa*, Financial Times y Ediciones Folio, Barcelona.
- Daly, Herman (comp.), 1989, *Política tecnológica y desarrollo socioeconómico*, FCE, México.
- Elster, Jon, 1990, *El cambio tecnológico: investigaciones sobre la racionalidad y la transformación social*, Gedisa, Barcelona.
- Elzen Boelie, Bert Enserink y Win Smit, 1996, "Sociotechnical networks: how a technology studies approach may help to solve problems related to technical change", *Social Studies of Science*, vol. 26, SAGE, Londres, Thousand Oaks, CA y Nueva Delhi, pp. 95-141.
- Fajnzylber, Fernando, 1983, *La industrialización trunca de América Latina*, Editorial Nueva Imagen, México.
- Leff, Enrique, 1994, "Sociología y ambiente: formación socioeconómica, racionalidad ambiental y transformaciones del conocimiento", en Enrique Leff (comp.), *Ciencias sociales y formación ambiental*, Gedisa-UNAM, Barcelona, pp. 17-84.
- Pérez Lizaur, Ma. de la Soledad, 1994, "El empresario, la tecnología y el poder: dos empresas en un cambio estructural", tesis de doctorado en Antropología Social, Universidad Iberoamericana, México.
- Puga, Cristina, 1992, "Medianos y pequeños empresarios: la difícil modernización", *El Cotidiano*, núm. 50, sept.-oct., México.

Robertson, Paul L. y Richard N. Langlois, 1995 "Innovation, networks and vertical integration", *Research Policy*, núm. 24, pp. 543-562.

Schmidheiny, Stephan y Consejo Empresarial para el Desarrollo Sostenible, 1992, *Cambiando el rumbo. Una perspectiva global del empresariado para el desarrollo y el medio ambiente*, FCE, México.