

Adaptación al cambio climático desde la industria: una visión integral*

*Graciela Carrillo González***

*Raúl Hernández Mar****

Resumen

En el contexto actual de crisis económica y ambiental, surge la pregunta para los países subdesarrollados, si es mejor pensar en adaptarse o mitigar el cambio climático. De las más de 24 millones de toneladas métricas de CO₂ que se emiten en el mundo, México contribuye sólo con 1.6%, a pesar de que esta cifra es relativamente pequeña es importante que se diseñen estrategias que aborden el problema del cambio climático, considerando la participación de los actores clave como el gobierno, el sector privado y la sociedad civil, a través del diseño de políticas ambientales y acciones concretas desde la empresa privada. El objetivo de este trabajo es explicar cómo desde la iniciativa privada surgen alternativas propiamente para la adaptación al cambio climático, que al operar llegan a contribuir también en la mitigación del mismo, como es el caso de la experiencia de ecología industrial que se ha dado en el Altamira, Tamaulipas.

Palabras claves: adaptación, cambio climático, políticas públicas, ecología industrial.

Abstract

In the current context of economic and environmental crisis, the question for developing countries, whether it is better to think about adapting or mitigating climate change. Of the more than 24 million metric tons of CO₂ emitted in the world, Mexico

* Este artículo se realizó en el marco del proyecto de investigación Ciencia Básica SEP-Conacyt 61701, "Factores determinantes para la ecología industrial en un sistema complejo: el caso del corredor industrial Altamira-Tampico y el parque industrial Toluca 2000".

** Profesora-investigadora, Departamento de Producción Económica, División de Ciencias Sociales y Humanidades, UAM-Xochimilco, México [graci2992@hotmail.com].

*** Profesor-investigador, Departamento de Política y Cultura, División de Ciencias Sociales y Humanidades, UAM-Xochimilco, México [raulhm17@yahoo.com.mx].

contributes only 1.6%, although this figure is relatively small is important to devise strategies to tackle the problem of climate change, considering participation of key stakeholders such as government, private sector and civil society, through the design of environmental policies and concrete actions from private enterprise. The target of this paper is to explain how from the private sector itself emerging alternatives for adapting to climate change, the trades do also contribute to the mitigation, such as the experience of industrial ecology has been given in Altamira, Tamaulipas.

Key words: adaptation, climate change, public policy, industrial ecology.

Artículo recibido el 29-10-10

Artículo aceptado el 08-07-11

INTRODUCCIÓN

En la XVI Conferencia de las Partes de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (COP16), y en la VI Conferencia de las Partes (CMP6) actuando como Reunión de las Partes del Protocolo de Kyoto, los problemas del medio ambiente se consideraron de primer orden y al tratar de diseñar las agendas de los gobiernos nacionales el asunto se centró en dos puntos: mitigar o adaptarse al cambio climático. Esta discusión se plantea al interior de los países y sus gobiernos por el impacto que tiene el desarrollo económico expresado en emisiones de CO₂ vertidas al ambiente en miles de toneladas métricas. La División de Estadísticas de Naciones Unidas, calcula que actualmente se han emitido 24 126 416 toneladas métricas de CO₂ a la atmósfera, de las cuales 24.3% es emitido por Estados Unidos, 15.3% por la Unión Europea, 14.5% por China, 5.9% por Rusia y en todo este escenario México emite alrededor 383 671 toneladas métricas de CO₂ a la atmósfera, es decir, 1.6%.

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) frente a la disyuntiva de mitigar o adaptarse, reconoce como prioridad adaptarse¹ a los impactos previsibles de la variabilidad y el cambio climático. Esa capacidad de adaptación se ha convertido en el mecanismo para reducir la vulnerabilidad en México, ya que mientras los países que emiten

¹ La capacidad de adaptación, según la CMNUCC, se define como la habilidad de un sistema para ajustarse al cambio climático (incluida la variabilidad del clima y sus extremos) para moderar daños posibles, aprovechar oportunidades o enfrentarse a las consecuencias.

grandes cantidades de CO₂ a la atmósfera no modifiquen sus mecanismos de regulación y con ello sus procesos productivos, los países en vías de desarrollo se vuelven más vulnerables ante el cambio climático.

El objetivo de este trabajo es explicar cómo desde la iniciativa privada surgen alternativas propiamente para la adaptación al cambio climático, que al operar llegan a contribuir también en la mitigación del mismo, como es el caso de la experiencia de ecología industrial que se ha dado en Altamira, Tamaulipas.

El trabajo se abordará en cuatro secciones y algunas consideraciones finales. En la primera y segunda sección se hace una revisión bibliográfica de dos temas centrales en la discusión relativa al cambio climático: las características y evolución del modelo económico así como su contribución al problema, y las características de la política ambiental que se ha diseñado y aplicado a partir de la década de 1980 para regular la actividad de la industria en el país. La sección tres explica los principios, características y principales aportes de la ecología industrial; la última sección describe la experiencia más consolidada en México sobre ecología industrial, mostrando algunos hallazgos que derivan de una investigación y trabajo en campo que viene realizando un grupo de investigadores de la Universidad Autónoma Metropolitana y la Unidad Profesional Interdisciplinaria de Biotecnología (Upibi) del Instituto Politécnico Nacional.

Se parte del supuesto que —una vez que el Estado establece las condiciones adecuadas en términos de legislación, instituciones y programas de apoyo— los agentes privados toman iniciativas innovadoras para dar respuesta al mercado y a las condiciones de competencia, en ese momento los asuntos de medio ambiente adquieren relevancia y se constituyen en un compromiso mundial.

Ante este escenario, surgen distintos aportes teóricos y uno de ellos es el de la ecología industrial que tiene como objetivo guiar a las empresas y a las organizaciones gubernamentales hacia la adopción de estrategias de producción ambientalmente sustentable y económicamente rentable, también se entiende como una nueva aproximación a la implementación de estrategias manufactureras sustentables.

El propósito es buscar optimizar los ciclos de materiales, desde el material virgen hasta el material final para componente, para producto, para producto residual y hasta su disposición, con el fin de llevar a cero el volumen de emisiones y el consumo de biomasa y energía.²

² L.W. Jelinski y T.E. Graedel, "Industrial ecology: concepts and approaches", ponencia presentada en el Coloquio "Industrial Ecology", 20 y 21 de mayo de 1991, Washington.

EVOLUCIÓN DEL MODELO DE DESARROLLO INDUSTRIAL MEXICANO
Y SU VINCULACIÓN CON EL MEDIO AMBIENTE

Desde el llamado “milagro” mexicano hasta nuestros días, el modelo de desarrollo en México ha cambiado, se transitó de una política económica basada en la sustitución de importaciones hacia un modelo de libre mercado. Durante el desarrollo de este proceso ha privado una visión en la cual “la naturaleza existe para beneficio instrumental del hombre, para ser explorada, manipulada, explotada, modificada e incluso ‘engañada’ en cualquier forma que pueda mejorar la calidad material de la vida humana”.³

En 1940, la política del gobierno mexicano estuvo diseñada para fomentar la participación del sector privado en los procesos de desarrollo del país, la visión tecnológica de la época fue básicamente utilitarista, ya que su objetivo fue incrementar el poder del hombre para extraer recursos de la naturaleza.

Los incentivos gubernamentales para el sector privado, en esos años, generaron un crecimiento del 37% de la producción manufacturera en el producto nacional bruto, lo cual involucraba tanto capital nacional como inversión extranjera directa. Durante este mismo periodo, el modelo de organización industrial que privó en las empresas mexicanas fue el *fordismo*,⁴ que se caracterizó por la división técnica del trabajo.⁵

Se considera que con este tipo de organización industrial se provocó el consumo ambiental más intenso de la historia, el riesgo de colapso ecológico, la desigualdad social y la pobreza extrema, factores que hoy cuestionan la racionalidad económica característica del desarrollo y que dejan de manifiesto que el hombre, en su afán de acumular capital, dejó de lado la protección del medio ambiente.

El modelo fordista provocó cambios importantes en materia ambiental, de manera que durante más de 30 años de desarrollo industrial en México, se consideró erróneamente que cualquier daño producido al ambiente podría ser reparado cuando fuera necesario hacerlo, después de que el desarrollo haya llegado a un punto donde pueda solucionarse cualquier problema ambiental producido, es decir, prevaleció la visión del enfoque de la “economía de frontera”,⁶ a partir del cual se justifica a menudo como

³ Michael Colby, “La administración ambiental en el desarrollo: evolución de los paradigmas”, en *El Trimestre Económico*, núm. 231, julio-septiembre, 1991, vol. LVIII, México. p. 596.

⁴ Frederick Taylor, “¿Qué es la administración científica?” y “Principios de administración científica”, en Harwood Cerril, *Clásicos en administración*, México, Limusa, 1997, p. 77-107.

⁵ El fordismo encuentra sus inicios en la crisis económica de la década de 1930 y su fin a mediados de la de 1970 y estuvo ligado al *american way of life* estadounidense.

⁶ *Ibid.*, p. 4.

un mal necesario la destrucción del medio ambiente, al fin de alcanzar un estatus más avanzado.

Los iniciadores de este enfoque calcularon que el agotamiento o la degradación de los recursos aumenta su valor medido; sin embargo, no tomaron en cuenta que la calidad de vida de los individuos se reduce y degrada la funcionalidad del ecosistema en el que descansa haciéndolo más vulnerable.

De acuerdo con Lane Simonian,

[...] entre 1940 y 1970, la población de México creció explosivamente de 20 millones a 48 millones. Durante ese mismo periodo, el número de mexicanos que vivían en áreas urbanas, aumentó de cuatro a veinticuatro millones. Al mismo tiempo de estos cambios demográficos, la contribución del sector industrial al producto nacional creció de 25 a 34%.⁷

En este mismo sentido, y de acuerdo con B. Olías,⁸ el Estado mexicano entre 1940 y 1970 se organizó en un *Estado fordista*, que se asumió como un Estado de bienestar y que cumplía con dos funciones:

[...] manejar la demanda agregada para que las inversiones intensivas de capital funcionen cerca de la plena capacidad productiva y generalizar las normas de consumo masivo y asegurar niveles de demanda adecuados, a través de la transformación del ingresos.

El resultado fue contundente, y se materializó en una despiadada explotación de los suelos, aguas, bosques y fauna del país, como consecuencia, de la confluencia entre un rápido crecimiento demográfico y la promoción gubernamental de la industrialización: según Simonian:

[...] los funcionarios del gobierno no sólo canalizaron los recursos naturales hacia el sector industrial, sino que también industrializaron el uso de los propios recursos naturales. Dando subsidios para usar maquinaria pesada, fertilizantes inorgánicos, pesticidas y variedades de plantas de alto rendimiento, construyendo grandes presas hidroeléctricas y consolidando regiones forestales para estimular su explotación racional y eficiente, el gobierno mexicano estaba, en efecto, sometiendo a los recursos naturales al mismo proceso mecanizado de producción en gran escala que caracterizaba al sector industrial.⁹

⁷ Lane Simonian, *La defensa de la tierra del jaguar. Una historia de la conservación en México*, capítulo 6, México, 1999 [http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/libros/118/cap6.html].

⁸ Blanca Olías de Lima Gete (coord.), "La evolución de la gestión pública: la nueva gestión pública", en *La nueva gestión pública*, Madrid, Prentice Hall, 2001, p. 25.

⁹ Lane Simonian, *La defensa de la tierra del jaguar...*, *op. cit.*

A finales de la década de 1970, la crisis del *fordismo* se evidenció, como consecuencia de la compleja dinámica económica, social y política que se generó en el país. En particular, “esta crisis fue provocada por un retroceso estructural en la rentabilidad de capital en todas las metrópolis capitalistas”.¹⁰ Lo que provocó que el “círculo virtuoso” del *fordismo* no se llevara a cabo conforme lo indica el proceso,¹¹ provocando la crisis del *fordismo* que hasta la fecha preserva algunas de sus antiguas características.

Aunado a lo anterior, a principios de la década de 1970, a escala internacional se comienza a cuestionar la irracionalidad del modelo de crecimiento vigente, incorporando una mayor conciencia ambiental, en la cual desde distintos enfoques teóricos y postulados académicos, se plantea no sólo la posibilidad de conjuntar el desarrollo económico con la conservación ambiental, sino que además se propone un paralelismo positivo entre uno y otra.

¹⁰ Joachim, Hirsch, “La crisis del fordismo y sus consecuencias”, en *El Estado nacional de competencia. Estado, democracia y política en el capitalismo global*, versión en español de Bärbel Lorenz, primera edición, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, División de Ciencias Sociales y Humanidades, México, 2001, pp. 107-117.

¹¹ *El proceso de trabajo*: el fordismo es la configuración particular de la división técnica del trabajo, su principal aportación fue la *producción en serie fordista*, es decir, para funcionar es necesario una división técnica del trabajo tipo taylorista, procesos mecánicos y técnicas de líneas de ensamblaje, en esta línea de ensamblaje se explota el trabajo semicalificado del trabajador masivo y comúnmente emplea a otro tipo de trabajadores, por lo tanto, esto implica un control sistemático de todas las fases de acumulación y todo esto se desarrolla en un nivel de análisis macroeconómico. *El Régimen de acumulación*: este nivel es uno de los más importante, nos ayuda a entender por qué las empresas de todo el mundo en el siglo XX eran tan grandes, esto debido principalmente a que el régimen de acumulación fordista requiere de producción en serie y del consumo masivo; para ello, este régimen necesitaba de un *círculo virtuoso*, el cual consistía en un aumento de productividad por las economías a escala, que producía un aumento del ingreso por productividad, que a su vez provocaba un aumento de demanda masiva debido al aumento de salarios y, por lo tanto, un aumento de beneficios por la plena utilización de la capacidad, que generaba un aumento de la inversión en equipo y técnicas, y entonces obtenía como resultado un aumento ulterior de la productividad. Pero lo más importante consistía en los diversos márgenes de flexibilidad o “estabilizadores estructurales”, debido a su alta volatilidad. *El modo de regulación fordista*: consistían en un conjunto de normas, instituciones, formas de organización, redes sociales y pautas de conducta que sostienen y guían el régimen de acumulación. El fordismo, como tal, puede especificarse mediante las formas que asumen los diferentes momentos del circuito de capital. Entonces, retomando esta última idea, se puede examinar lo siguiente: *la relación salarial*: gira alrededor del trabajo semicalificado, la administración reconoce la validez de los sindicatos, entonces los sindicatos permiten controlar el proceso de trabajo y la estrategia corporativa, los salarios se indexan con el crecimiento de la productividad y los precios. También se difunde la negociación colectiva y la legislación del salario mínimo.

Así, la CEPAL en 1971 organizó un encuentro que formó parte de la Conferencia Mundial de 1972, en la que destacaron dos puntos:

1. Que el bajo nivel de desarrollo de las naciones es un factor predominante para el deterioro ambiental, pues éstas buscarán subsanar sus niveles de pobreza mediante la explotación intensiva y extensiva de los recursos naturales.
2. Que el problema ambiental debe ser incorporado en las políticas nacionales de desarrollo como algo trascendental y de vital importancia.

La Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano realizada en Estocolmo en 1972, fue la primera manifestación global que buscó llamar la atención sobre el problema de agotamiento de recursos naturales y deterioro del ambiente, y propuso la búsqueda de un desarrollo alternativo que se alejara de los criterios productivos existentes que dañaron al ambiente, sustituyéndolo por una visión de no crecimiento económico como mecanismo para frenar dicho deterioro.

Este discurso, duramente criticado y en cierto modo olvidado, resurge 20 años después con la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, celebrada en Río de Janeiro en 1992, que recupera el tema del riesgo mundial generado por los impactos negativos sobre el ambiente.

Las profundas crisis económicas en las que se vieron sumergidos los países de América Latina, como México, durante la década de 1980 detuvo el proceso de concientización ambiental que parecía gestarse a principios de la de 1970. Entonces el tema de protección al ambiente fue sustituido por los intentos de recuperación económica de estos países, tema prioritario en los escritorios de los dirigentes desde principios de la década de 1980 hasta nuestros días.

Como respuesta a estos procesos y como lo reseña Enrique Leff,¹² a solicitud del secretario general de la Naciones Unidas, en 1984 se constituyó la Comisión Mundial del Medio Ambiente y Desarrollo para evaluar los avances de los procesos de degradación ambiental y la eficacia de las políticas ambientales para enfrentarlos. Tres años después, esta Comisión comenzó a dar resultados al presentar en 1987 sus conclusiones y posteriormente editar un documento titulado “Nuestro Futuro Común”,¹³ conocido también como el Informe Brundtland.

¹² Enrique Leff, “Globalización, ambiente y sustentabilidad del desarrollo”, en *Saber ambiental: sustentabilidad, racionalidad, complejidad y poder*, segunda edición, Siglo XXI Editores, México, 2000, pp. 9-14.

¹³ Comisión Mundial del Medio Ambiente y del Desarrollo (CMMAD), *Nuestro futuro común (Informe Brundtland)*, Madrid, Alianza, 1988, p. 387.

Dicho informe ofreció una perspectiva renovada de la vieja y gastada discusión de la problemática ambiental y del desarrollo, provocada por la crisis económica de la década de 1980; con base en él se convocó a jefes de Estado a la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, celebrada en Río de Janeiro en 1992, en la que fue aprobado el programa global (conocido como Agenda 21) donde se fue perfilando una política para el cambio global que busca disolver las contradicciones entre medio ambiente y desarrollo.

Sin embargo, según Enrique Leff, algunos autores como Redclift (1987-1992) y Meadows (1972), explican determinantemente que si en la década de 1970 la crisis ambiental llevó a cuestionar el crecimiento antes de llegar al colapso ecológico, ahora el discurso neoliberal afirma la “desaparición” de la contradicción entre ambiente y crecimiento.

De acuerdo con Leff, Meadows afirma que en la actualidad “los mecanismos de mercado se convierten en el medio más certero y eficaz para internalizar las condiciones ecológicas y los valores ambientales al proceso de crecimiento económico”,¹⁴ y pone de manifiesto que desde la perspectiva neoliberal, los problemas ecológicos no surgen como resultado de la acumulación de capital, más bien habría que asignar derechos de propiedad y precios a los bienes y servicios de la naturaleza para que al igual que la economía, las leyes del mercado se encarguen de ajustar los desequilibrios ecológicos y las diferencias sociales. Por lo tanto, busca incorporar la naturaleza al capital por medio de una operación simbólica (cálculo de significación, como explica Baudrillard, 1974),¹⁵ y así se genera el nuevo concepto de capital natural.

Para Colby, este enfoque ha recibido el nombre de paradigma de la *eficiencia global*, se centra fundamentalmente en la idea del uso de las nuevas tecnologías para incrementar la eficiencia energética, la conservación de los recursos naturales, y se basa en el principio del *contaminador paga* y la interiorización de los costos sociales de la polución, en lugar de imponer tecnologías de limpieza particulares.¹⁶

En los últimos años, el modelo de desarrollo industrial se ha basado en el paradigma de eficiencia global, sin embargo, cada vez es más cuestionado este paradigma y se sigue observando que la actividad económica –tal como se ha dado hasta ahora– ha significado una grave amenaza para la conservación del ambiente y la preservación de los recursos.

¹⁴ Enrique Leff, “Globalización, ambiente y sustentabilidad...”, *op. cit.*, p. 21.

¹⁵ Jean Baudrillard, *La sociedad de consumo. Sus mitos, sus estructuras*, traducción Alcira Blxio, estudio introductorio de Luis Enrique Alonso, primera edición al castellano Plaza y Janés (1974), edición del Siglo XXI de España Editores, 2009, pp. 11-14.

¹⁶ Michael Colby, “La administración ambiental en el desarrollo...”, *op. cit.*, p. 604.

Los actuales ecosistemas, que involucran a una gran diversidad de especies, han evolucionado en una trayectoria de adaptación que les ha permitido sobrevivir y reproducirse frente a un permanente cambio. A lo largo del proceso evolutivo la presencia de desastres naturales y/o la escasez de ciertos recursos, determinó alteraciones que incrementaron el volumen de especies, las depredadoras, y modificaron paulatinamente el entorno.

Actualmente, la ecología industrial es una propuesta cuya base teórica se desprende de una disciplina ecléctica que conecta los principios y elementos de la economía con los de la biología. Surge de manera explícita hacia finales de la década de 1980, y durante los últimos 20 años se da un impresionante auge en cuanto a producción bibliográfica, resultado de trabajos académicos y empíricos sobre el tema.

El concepto de ecología industrial fue concebido a la luz de las propuestas de la economía ecológica, como un tipo específico de relación que se establece entre la actividad humana (industrial) y la dinámica del sistema natural. “Bajo este enfoque, aspectos como el crecimiento de la población y el modelo de desarrollo predominante que rige la actividad económica, ocuparon un papel preponderante en el deterioro del medio ambiente”.¹⁷

El objetivo de la ecología industrial bajo esta perspectiva es el de guiar a las empresas hacia la adopción de estrategias de producción económicamente rentables y ambientalmente sustentables. Este concepto evoluciona de la idea del metabolismo industrial desarrollada en la década de 1970 por Robert Ayres, proceso referido estrictamente a los flujos de materiales y energía en el sector industrial. La ecología industrial adquiere una mayor connotación al incorporar a esa contabilidad de flujos la interacción con la biosfera y la compatibilización con los distintos ecosistemas.

La ecología industrial es interpretada también como una nueva aproximación al diseño industrial de productos y procesos y a la puesta en práctica de estrategias manufactureras sustentables. En este concepto, el sistema industrial no es visto de manera aislada sino circundante y en concierto con otros sistemas. “Se busca optimizar los ciclos de materiales, desde el material virgen hasta el material final para componente, para producto, para producto residual y hasta su disposición”.¹⁸

Sin embargo, en México no ha habido mucha difusión de las ventajas de implementar políticas públicas industriales que incorporen los principios de ecología industrial y los casos que se registran en nuestro país son escasos y por iniciativa individual de cada empresa. Sin duda, este enfoque podría posibilitar la adaptación al cambio climático de nuestro país desde la industria, por medio de

¹⁷ A. Feenberg, *Más allá de la supervivencia. El debate ecológico*, Tecnos, Madrid, 1982.

¹⁸ L.W. Jelinski y Graedel, “Industrial ecology: concepts and approaches”, *op. cit.*, p. 793.

una política pública integral, suponiendo que es el sector industrial el principal sector generador de fuentes de degradación ambiental.

La definición de la política ambiental se convierte en un tema prioritario para lograr establecer los lineamientos que contribuyan a adoptar acciones encaminadas hacia la adaptación al escenario actual de cambio climático, los elementos que se sumen en principio deben mostrar una tendencia acorde a los compromisos internacionales que se han adquirido, sin embargo la diversidad de instancias (federal, regional, estatal y local) y de intereses por parte de los involucrados dificulta la tarea.

En primera instancia pareciera que las mayores posibilidades de instrumentar acciones concretas que contribuyan al tema aquí analizado podrían darse en el ámbito regional, buscando el consenso de la iniciativa privada, las instancias supra-empresariales, los gobiernos locales y la sociedad de la región, sólo en esa medida se vislumbran posibilidades de avance tal como se ha presentado en los países del norte de Europa como Dinamarca; la experiencia de los países asiáticos que han avanzado en instrumentar una política de ecología industrial como medida nacional pareciera una meta de largo plazo en nuestro país.

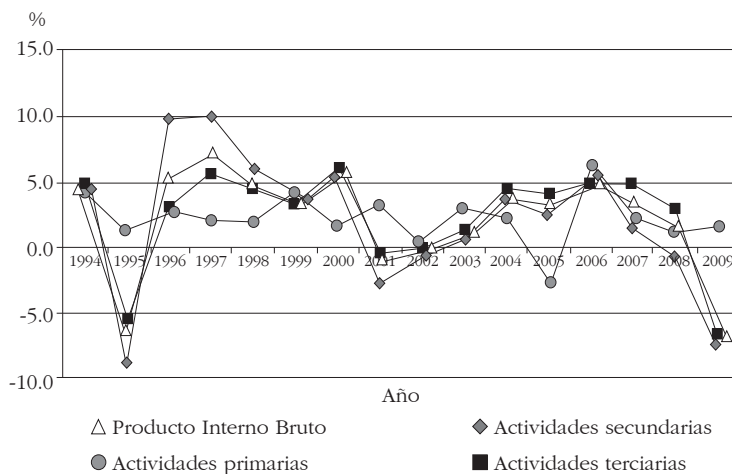
LA POLÍTICA AMBIENTAL PARA EL SECTOR INDUSTRIAL

La industria en México ha sido el principal motor del crecimiento económico del país durante varias décadas; de la de 1940 a la de 1960 los principales sectores productivos fueron la siderurgia, los metales, químicos, alimentos, tabaco, etcétera, que crecieron a gran ritmo. Para la década de 1960 la economía era más dinámica y la producción petrolera, química y eléctrica habían crecido significativamente, las bajas tarifas de la energía, subsidiadas por el gobierno, representaban bajos costos para la producción industrial y provocaba que se hiciera uso intensivo de los energéticos.

La década de 1980 cambió la situación de la industria y ésta cayó en medio de una crisis económica, donde solamente las empresas que se vincularon al mercado exportador y la industria maquiladora mantuvieron –y en algunos momentos incrementaron– su ritmo de crecimiento, son justamente estas empresas las que han permitido que se presente una tendencia hacia la recuperación en la década de 1990.

Después de la crisis de 1994 el comportamiento del PIB industrial ha sido errático con una clara tendencia a la baja, la industria manufacturera en particular con tasas negativas desde el 2008; cabe señalar que en ese momento se inserta la crisis mundial y frente a un escenario actual de total apertura económica, la crisis golpea a empresas de todo tamaño.

GRÁFICA 1
Tasa de crecimiento del PIB (1994-2009)



Fuente: elaboración propia con datos de la Cámara de Diputados; Centro de Estudios de las Finanzas Públicas [<http://www.cefp.gob.mx>].

Antecedentes

En relación con la política ambiental en México, la primera etapa se caracteriza por una serie de medidas de comando-control, que se basaron en señalar los límites máximos permisibles de contaminación.

Las emisiones de fuentes fijas de contaminación se regulan por medio de estándares determinados por contaminante y por tipo de industria, así como mediante el registro obligatorio de fuentes, la autorización previa para la realización de operaciones, las manifestaciones de impacto ambiental, y la tecnología utilizada para el control de contaminantes.¹⁹

Sin embargo, la forma en que ha evolucionado ha sido buscando mecanismos de participación voluntaria por parte de los agentes económicos, básicamente una certificación nacional y dos incipientes incentivos que se establecieron durante algún tiempo para colaborar en la solución del problema ambiental.

¹⁹ Ernesto C. Enkerlin, Gerónimo Cano, Raúl A. Garz, Enrique Vogel, *Ciencia ambiental y desarrollo sostenible*, México, Internacional Thomson Editores, 1997, p. 595.

La Constitución de 1917 incorpora en el artículo 27 la noción de propiedad y con ello se atribuye el uso adecuado de los recursos naturales y equilibrio del ambiente, para 1971 se aprueba la primera reforma que adiciona al artículo 73 la primera referencia expresa sobre cuestiones ambientales. Entre 1982 y 1983 se da la segunda reforma al artículo 25 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, la cual va en el sentido de impulsar el desarrollo económico del país sujeto al cuidado del medio ambiente. Aparece en ese mismo periodo la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal que da paso a la constitución de las instituciones que de manera específica atenderán los asuntos del medio ambiente en el país.

La tercera reforma a la Constitución fue en 1987 con enmiendas a los artículos 27 y 73, éstas se dirigieron, en el primer caso, a imponer modalidades a la propiedad privada tendientes a preservar y restaurar el equilibrio ecológico y, en el segundo, se le adiciona la fracción XXIX-G al artículo 73, que faculta al Congreso para expedir leyes que establecieran la *concurrentia* del gobierno federal con los gobiernos estatales y municipales en el ámbito de sus respectivas competencias en lo referente a protección del ambiente y equilibrio ecológico. Con ello se sientan bases para la expedición de la LGEEPA y de leyes ambientales locales y municipales. Los estados de Yucatán y Querétaro fueron los primeros en expedir su Ley ambiental en 1988. Del año 2000 a la fecha la Semarnat impulsó un programa de apoyo con subsidios federales²⁰ a los gobiernos de los estados, para que generaran su estructura institucional y legislación en materia ambiental y para que se abastecieran de infraestructura de apoyo, el resultado ha sido favorable después de una década, en el sentido que actualmente todos los estados cuentan con una institución especializada en aspectos ambientales y con una legislación *ex profeso*.

La influencia de los acuerdos internacionales ha sido un elemento más en la evolución de la política ambiental; México firmó 68 tratados que abordan temas relacionados con la conservación y protección del medio ambiente entre 1940 y 1993. La mayoría de estos convenios están referidos a las materias de agua, flora y fauna, atmósfera, recursos energéticos y recursos marinos. Únicamente el Convenio de Basilea, firmado en 1989, hace referencia al tema de residuos peligrosos en cuanto al control de movimientos transfronterizos y eliminación.

La Semarnat continúa determinando el impacto ambiental que producen las sustancias peligrosas principalmente en instalaciones donde se tratan, aíslan o eliminan tóxicos; otorga los permisos necesarios en todos los procesos que

²⁰ PDIA, es el Programa de Desempeño Institucional Ambiental.

tienen que ver con el manejo, instalación y operación de sistemas para la recolección, el almacenamiento, transporte, tratamiento, reciclaje, incineración y disposición final de residuos peligrosos.

Evolución de la política ambiental para la industria

En México, la política ambiental dirigida a la industria apareció de forma tardía, 40 años después del inicio de la industrialización en el país, por lo cual nunca existió un plan de ordenamiento territorial en el que se hicieran los estudios pertinentes para determinar qué zonas del país eran propicias para el establecimiento de industrias; más bien la localización industrial respondió a la disponibilidad de mano de obra y de aproximación a los mercados, sin darse cuenta que las zonas en donde se desarrolló fueron y siguen siendo de alto impacto ambiental.

Por tanto, es en las décadas de 1970 y 1980 cuando –siguiendo la tendencia del escenario internacional– se pasa de una regulación estricta, bajo el principio de “quien contamina paga”, en los primeros años, hacia un modelo donde el mercado y la competencia dirigen las decisiones de la empresa en relación con el ambiente.

La regulación directa se ha instrumentado en México con cierto nivel de respuesta, se basa en un sistema de permisos o licenciamiento y la fijación de límites de emisión de contaminantes, con todo el sistema de comando-control-verificación-sanción que ello implica. La regulación concertada está basada en acuerdos con empresas individuales o con asociaciones de industriales en relación con los niveles de mejoramiento ambiental; al respecto, existen algunos organismos empresariales que establecen convenios con instituciones gubernamentales del sector en la materia.

No es así el caso de la regulación inducida, la cual se manifiesta con la creación de incentivos a través de una variedad de mecanismos como los impuestos ambientales y los derechos de emisión entre otros, lo cual en México ha prosperado poco, ya que el uso de este tipo de instrumentos para la protección ambiental ha sido incipiente.

La trayectoria de la política ambiental orientada al sector industrial en el país ha mostrado cierto grado de avance, siendo más evidente en las empresas de mayor dimensión, las cuales han orientado sus inversiones a distintos rubros; aunque las mayores inversiones en el país se han canalizado hacia el tratamiento de agua, también se ha avanzado en otras áreas, en materia de reciclaje existe en el país capacidad instalada para acumuladores, disolventes, escorias, otros residuos metálicos, tambores y envases, líquidos fotográficos y lubricantes, papel y cartón, aluminio, etcétera.

Los aspectos que se consideran prioritarios en el análisis del impacto que genera la industria sobre el ambiente son los residuos peligrosos y de manejo especial, el agua y —en el actual sexenio— la energía.

En materia de residuos existen algunos puntos a destacar, como la autoridad que tiene la federación de regular las actividades que generan materiales o residuos peligrosos en grandes cantidades, en 1994 se estimó que se generaba un promedio de 7 a 8 toneladas de residuos peligrosos por año, no es sino hasta el 2004, con la “Ley General para la Gestión y Prevención de los Residuos”,²¹ que se reclasifican los residuos en:

- Residuos sólidos urbanos: generados en actividades domésticas.
- Residuos peligrosos: aquellos que poseen las características CRETIB.
- Residuos de manejo especial: aquellos generados en los procesos productivos que no reúnen características de peligrosos o que son producidos por grandes generadores.

Y con ello se reduce de manera importante el volumen hasta entonces estimado, asimismo se establecen nuevos criterios para definir a los generadores como:

- Generadores domiciliarios.
- Microgeneradores de residuos peligrosos que producen hasta 400 kg/año.
- Pequeños generadores de todo tipo de residuos de 400 kg a 10 ton/año.
- Grandes generadores de todo tipo de residuos que producen más de 10 ton/año.

En materia de residuos industriales, el INE ha dado a conocer cifras donde se estima que entre 2004 y 2009 se registraron más de 52 mil empresas como generadoras de residuos peligrosos en el país, con un volumen de casi un millón setecientos mil toneladas, para el primer semestre de 2010 se registraron 2 558 empresas que generaron cerca de 23 mil toneladas.

Hacia el año 2000 en el país operaban más de 100 empresas recicladoras de residuos industriales peligrosos con una capacidad instalada total de cerca de 1 376 422.5 toneladas al año; operan también 320 empresas para la recolección y transporte de residuos peligrosos y 331 empresas dedicadas al almacenamiento y manejo de los mismos, así como tratadoras de residuos biológico-infecciosos, con 53 equipos nuevos y una capacidad de tratamiento

²¹ [<http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/263.pdf>].

de más de 27 toneladas, cifras que se han incrementado de manera importante en los últimos diez años.

Cabe destacar que este marco de política ambiental en el país es vigente tanto para grandes organizaciones como para pequeñas, lo cual pone en gran desventaja a estas últimas, cuyo recursos financieros suelen ser limitados y por tanto la gestión ambiental no suele estar entre las prioridades. Sin embargo, debido a las fuertes limitaciones que ya se comentaron en materia de inspección y vigilancia, muchas de las organizaciones –de todo tamaño– operan sin atender los parámetros que fijan las normas, en deterioro del medio ambiente y de la salud de la ciudadanía.

Después de algunos años de medidas regulatorias se percibe el efecto de los programas de verificación y de auditoría ambiental aunque en un número relativamente limitado. A ello se suma la influencia que han ejercido la apertura económica y la mayor competitividad a la que se han visto expuestas las empresas mexicanas; esto ha resultado en una mejora en el desempeño ambiental de las grandes empresas.

Los esfuerzos de pequeñas y medianas empresas en la materia han sido limitados; al igual que algunas unidades industriales estatales de gran tamaño, operan con patrones tecnológicos obsoletos, carecen de estímulos y de instrumentos regulatorios y de promoción diseñados a su medida. Esto repercute de manera negativa en su competitividad y provoca niveles elevados en las descargas de aguas residuales, excesiva generación y mal manejo de residuos peligrosos y continúan con emisiones a la atmósfera.

Por otro lado, la producción, distribución y consumo de energía en México, tradicionalmente se han dado bajo estilos tecnológicos y organizativos en los que lo ambiental no ha sido prioritario. Los ejemplos son muchos y van desde el abandono del Sistema Energético Miguel Alemán en Valle de Bravo y la planta nucleoelectrica de Laguna Verde en Veracruz, hasta la acumulación desordenada de bifenilos policlorados utilizados en subestaciones y transformadores.

Sin embargo, a partir del 2006 la política ambiental incorpora con mucho énfasis el tema de la energía; como resultado de los compromisos internacionales que adquiere el gobierno federal en el marco del protocolo de Kioto, se han puesto en marcha programas para el desarrollo de energías renovables; la ausencia de este tema que privó durante décadas en las agendas de política, hoy se empieza a revertir al considerar su potencial determinante a largo plazo en el mejoramiento de la calidad del aire y en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. No obstante, la cogeneración de energía enfrenta aún restricciones legales y administrativas que han impedido un mayor avance. El tema de las energías renovables y la cogeneración adquiere una relevancia mayor, ante el pronóstico de que en

pocas décadas habrán sido agotadas, en lo sustancial, las reservas probadas de hidrocarburos en el territorio nacional.

Persisten asimismo los rezagos en la oferta de infraestructura y servicios de manejo de residuos de origen industrial, sobresalen las carencias e incluso retrocesos en materia de confinamientos controlados. La mayor parte de los residuos que se generan en empresas de menor tamaño –a las cuales es difícil inspeccionar permanentemente– no reciben un manejo ni una disposición final ambientalmente segura, mientras que los esfuerzos de minimización en la generación, reciclaje o de aprovechamiento comercial de subproductos avanzan lentamente. Particularmente, un número importante de pequeños y medianos generadores no disponen de sus residuos adecuadamente y carecen de alternativas accesibles en términos económicos.

Las consecuencias son evidentes: proliferan los tiraderos clandestinos, los residuos industriales se mezclan con la basura municipal o bien se arrojan a los drenajes o cuerpos de agua o, en el mejor de los casos, permanecen transitoriamente almacenados en condiciones inadecuadas dentro de los patios de las empresas. Todo ello es causa de grandes riesgos a la salud, contaminación de suelos, afectación de ecosistemas e inhabilitación de acuíferos.

EL ENFOQUE DE LA ECOLOGÍA INDUSTRIAL. CONTRIBUCIONES AL CAMBIO CLIMÁTICO

Aun cuando el debate entre mitigar o adaptarse es un asunto de gran relevancia internacional, la situación del país como *microgenerador* de emisiones en relación con los volúmenes mundiales, lleva a que los estudiosos y tomadores de decisiones se inclinen por dar prioridad a acciones de adaptación más que de mitigación, en todo caso no es objetivo del este trabajo entrar en el debate sino presentar una propuesta que se ubica esencialmente en el ámbito de la adaptación, pero que su potencial, si se adoptara como instrumento de política pública federal con los incentivos adecuados, podría llevarla a conformar un importante elemento que se sume a otros para contribuir de manera sustancial a la mitigación.

Partiendo de esa aclaración es posible señalar que las acciones que se impulsan en el marco internacional para la adaptación y en alguna medida la mitigación del cambio climático se han recuperado en la política nacional a partir de una serie de compromisos plasmados en el objetivo 12 del Plan Nacional de Desarrollo, que señala reducir el impacto ambiental de los residuos, y en los objetivos 10 y 11 que se proponen reducir las emisiones

de gas efecto invernadero e impulsar medidas de adaptación a los efectos del cambio climático.

Las acciones básicamente se han orientado al financiamiento de proyectos para impulsar la eficiencia energética en el consumo doméstico y en el consumo industrial y del sector público dentro del marco de lo que se denomina mecanismos de desarrollo limpio. Sin embargo, el universo de acciones que se requieren para lograr tales objetivos es claramente rebasado por la acción pública, las innovaciones en el mercado especialmente internacional están avanzando rápidamente con una oferta de servicios y productos para eficientar el uso de la energía y para sustituir los consumos de energía tradicional por energías alternativas, a pesar de que el camino por andar es todavía muy largo.

En el 2008 se emitieron dos leyes: la *Ley para el Aprovechamiento de las Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética* y su Reglamento, y la *Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía*, así como 18 Normas Oficiales Mexicanas referidas al consumo de energía eléctrica; hasta ahora los ahorros reportados son de 15 775 GWh, y el ahorro energético de 56.79 PJ, también se señala que se evitó la emisión de 12.8 millones de toneladas de CO₂. En cuanto a los procesos térmicos, también se publica un ahorro de 6 millones de barriles, lo que permite dejar de emitir 1.97 millones de toneladas de CO₂ eq.²²

Bajo este escenario resulta claro que las iniciativas del Estado no pueden circunscribirse a la acción pública directa sino que se deben generar los incentivos necesarios para que los distintos sectores se sumen a dichas iniciativas. Particularmente el sector de la industria manufacturera, en respuesta a la fuerte competencia del mercado, se ha visto obligado a responder a las nuevas demandas del mercado, entre las que se presenta la eficiencia en el uso de los recursos naturales, la recuperación y reuso de materiales, el surgimiento de un mercado de los residuos o subproductos de proceso diversos, la identificación de eficiencias en sus operaciones que repercutan en el ámbito económico y ecológico, etcétera.

La ecología industrial como un área de conocimiento que busca eficientar los procesos y repercutir en el ámbito no sólo económico y ambiental sino también en el social, a partir de la interacción entre distintas empresas del mismo o de diferentes ramas industriales, se está posicionando en el mundo como una alternativa real y viable para que las empresas por iniciativa propia y con las condiciones e incentivos públicos necesarios participen y contribuyan a la mitigación del cambio climático.

²² Informe de la Secretaría de Energía del Estado [www.sener.gob.mx/portal/publicaciones.html], fecha de consulta: junio de 2011.

La relación entre industrias (u otras entidades) que promueve la ecología industrial se guía por la idea de cerrar el ciclo de la materia y la energía y con ello reutilizar al máximo los residuos, se busca bajo esta estrategia identificar los subproductos y residuos de una industria que son útiles como materia prima de otras, como pasa en los ecosistemas naturales. Es fácil imaginar los beneficios económicos y medioambientales que este método comporta, pues al ahorro de recursos se suma la minimización de residuos y la disminución de cargas contaminantes, así como una mejor imagen ambiental de la empresa, benéfica en el mercado.

La ecología industrial considera que el sistema industrial debe funcionar como un ecosistema natural donde una especie se alimenta de otra bajo la idea de una cadena trófica, esta propuesta no se ciñe estrictamente al ámbito industrial sino que incorpora otras actividades económicas y humanas. Su ámbito espacial es tanto dentro de una misma organización como en un parque industrial, en una región o a nivel macroeconómico.

Asimismo, la EI es una estrategia coincidente con el concepto de desarrollo sustentable, dado que en sus objetivos se propone impactar positivamente tanto en el plano ecológico como en el económico y social.

Aspectos clave para una estrategia como la ecología industrial: para poder adoptar y llegar a generalizar acciones a la luz de esta propuesta deben existir regulaciones y leyes flexibles que permitan el intercambio y hagan viable el proyecto, dado que se requiere de movilidad de residuos, condiciones para el intercambio, reducción de costos de transacción, facilidades para el reciclaje y el almacenaje, etcétera. Condiciones para que se dé la generación y transferencia de flujos de energía.

Para que las transacciones fluyan y se genere un mercado de subproductos²³ es indispensable que los criterios económicos prevalecientes no afecten los intereses de la empresa y no pongan en riesgo su rentabilidad y, por el contrario, que existan incentivos económicos poderosos, ya que los resultados de este tipo de iniciativas sólo repercuten financieramente de forma positiva en el largo plazo.

Es importante también que exista una conciencia ambiental por parte de los tomadores de decisiones y del consumidor, este caso tiene una particularidad, en lo que se refiere a los tomadores de decisiones se percibieron barreras débiles porque aunque las empresas se rigen por políticas ambientales internas, en general esto no es prioritario al decidir las estrategias de la empresa.

²³ El mercado de subproductos es una herramienta que deriva de la propuesta de ecología industrial para propiciar los intercambios de residuos y energía entre plantas que operan procesos industriales diversos con el fin de aprovecharlos y reducir el consumo de materia virgen.

El tamaño de la empresa también suele ser un elemento clave ya que son principalmente las grandes y excepcionalmente las medianas las que tienen posibilidades financieras para realizar inversiones que conllevan a una recuperación sólo en el largo plazo, que es una de las características que requiere la EI, dado que muchas veces iniciar exige algún grado de inversión no recuperable en el corto plazo.

Algunos trabajos²⁴ han mostrado que es determinante en el mayor avance de la estrategia que las empresas sean asociadas, es decir, que participen en algún tipo de organización o asociación que incorpore los valores ambientales y las exigencias en el mismo sentido dentro de sus normas, y que imprima o incentive la innovación, la comunicación y el intercambio entre los agremiados. Que el tipo de subproductos que se generan en los procesos sean complementarios y que persistan las condiciones técnicas para el intercambio. Es indispensable también que en el país donde se impulsen estas estrategias prevalezca una política ambiental que induzca a las organizaciones a la adopción de estrategias innovadoras y efectivas a favor del ambiente, ya sea mediante el comando-control o por la creación de incentivos fuertes que estimulen a las organizaciones a cumplir con las normas e ir más allá en la búsqueda de oportunidades.

También se ha dicho que el papel de los corporativos es clave en las decisiones de las empresas para incurrir en acciones que modifiquen sus conductas y procesos a favor del ambiente. Sin embargo, no hay que perder de vista que muchas veces tras esta línea dictada por las transnacionales está el interés de generarse una imagen de empresa limpia que les abra nuevas oportunidades en el mercado. En este sentido, es fundamental que la política pública se coloque por encima de las iniciativas de los corporativos y establezca límites y regulaciones que lleven hacia una “limpieza real” de las filiales y no sólo a dar una imagen que resulta de un cumplimiento superficial de ciertos aspectos pero que en el fondo está generando daños mayores en el entorno del país que las recibe.

Los estudios señalan que los incentivos que se requieren para el éxito y reproducción de los proyectos de ecología industrial son: incentivo económico asociado a la reducción de costos al hacer un uso más eficiente de los materiales y la energía; incentivo de competencia asociado a incrementar su cuota de mercado, que requiere que los consumidores o la sociedad valoren los aspectos ambientales de la empresa; incentivo de política ambiental asociado a evitar sanciones; incentivos éticos que se deriven de la educación

²⁴ Graciela Carrillo, “Ecología industrial y sustentabilidad. El Proyecto Sinergia de Subproductos en Altamira-Tampico”, tesis de doctorado, Universidad de Barcelona, 2006.

y conciencia de los gestores y tomadores de decisiones de las empresas y, finalmente, incentivos para la cooperación, dado que este tipo de proyectos suelen resultar más fáciles si hay una evolución y avance armonioso del sistema en su conjunto.

Sin embargo, la EI también enfrenta algunos obstáculos recurrentes y no está exenta de barreras que impiden su desarrollo. Uno de los principales impedimentos son los altos costos de transacción. Por ejemplo, en Estados Unidos muchos materiales como las cenizas son considerados desechos peligrosos. La obtención de permisos para transportar estas futuras materias primas al lugar de destino es un proceso complicado. Hay entonces costos legales (abogados, trámites, etcétera) importantes en el proceso.

Otro obstáculo para el desarrollo de la sinergia de subproductos es la incompatibilidad técnica entre los productos o los procesos de producción y los riesgos de dependencia. En el caso de estos últimos, una empresa podrá desconfiar del proveedor y pensar que éste podrá tomar ventaja de la situación. Una de las formas para superar estos inconvenientes son los contratos a largo plazo, sin que tengan influencia por ejemplo las fluctuaciones de los precios de los materiales.

También la falta de conocimiento por parte de las empresas es una cuestión relevante. Muchos empresarios ven a los residuos simplemente como materiales sin valor y no están conscientes de la tecnología que existe para aprovecharlos. Por otro lado, el estricto *secreto industrial* que guardan algunas empresas respecto de sus residuos es otro obstáculo que impide el desarrollo de esta herramienta.

VIABILIDAD DE LA ECOLOGÍA INDUSTRIAL EN MÉXICO

La ecología industrial en México ha logrado un impacto limitado en los algunos sectores, sobre todo en el académico; no obstante, en octubre de 2010 se conformó la red de investigadores en Ecología Industrial, que incluye investigadores de la Universidad Autónoma Metropolitana, el Instituto Politécnico Nacional, la Universidad de Celaya, la Universidad de Guanajuato, entre otras instituciones.

Sin embargo, son contadas las experiencias de ecología industrial desarrolladas por la industria mexicana, el caso más antiguo y emblemático en 1997, es el Proyecto de *By-Product Sinergy* en el corredor industrial de Altamira, que bajo el mismo enfoque aquí propuesto se centró en estudiar las características e identificar la sinergias potenciales que podrían generarse en el corredor industrial de Altamira-Tampico, este proyecto se instrumentó

a través de la Asociación de Industriales del Sur de Tamaulipas y es la única experiencia de ecología industrial en América Latina.

En México, el concepto de ecología industrial es concebido como un tipo específico de relación que se establece entre la actividad humana de carácter industrial y el sistema natural, propone la adopción de estrategias de producción económicamente rentables, pero sobre todo ambientalmente sustentables en un sistema de cooperación, el cual fue corroborado con el seguimiento de la experiencia que se vivió en esa zona de Altamira entre cerca de 18 empresas que han logrado establecer canales de comunicación efectivos que fueron aprovechados en esta propuesta.

En el contexto internacional, los parques industriales construidos bajo la premisa del cuidado al medio ambiente (eco-parques) se convierten en espacios idóneos, tanto económicos como ecológicamente, para llevar a cabo la idea de la ecología industrial, ya que la cercanía geográfica entre empresas y la diversidad de las mismas permite el flujo de materiales, energía y subproductos que operan como un mercado final de residuos y como un ciclo cerrado de un ecosistema industrial ofreciendo con ello mayores posibilidades para la sostenibilidad económica, como ha sido el caso de Kalundborg.

En México, el caso de Altamira ha sido una experiencia excepcional, ya que en general no se considera a la ecología industrial como una estrategia gubernamental, y mucho menos existen iniciativas que adopten la diversidad durante el diseño de los sistemas industriales en nuestro país; en este sentido, se observa que las políticas ambientales o instrumentos de gestión se consolidan como herramientas tradicionales que individualizan los elementos que componen un ecosistema industrial en lugar de observarse de manera integral, como se haría en el caso de la simbiosis industrial. La importancia de observar el problema de la degradación ambiental y el cambio climático desde una visión integral, podría ayudar a establecer estrategias de adaptación a este fenómeno mundial en México.

En este enfoque análogo a los sistemas naturales se busca reciclar los subproductos generados en los procesos industriales, para su aprovechamiento como materia prima en otro proceso distinto; implica también la reducción del impacto ambiental que generan los procesos de la industria; el fortalecimiento de la base industrial de la zona a partir de la interacción para la atención de diversos problemas; la reducción de costos de producción de las industrias locales; la generación de nuevos empleos, y el incremento de la calidad de vida en las localidades.

Sin embargo, la experiencia en Altamira a lo largo de más de diez años señala que la ejecución de algunas sinergias estuvo limitada por la falta de cercanía física entre las empresas y en ocasiones por la ausencia de complementariedad técnica; sin embargo, un obstáculo importante fueron las regulaciones y

requisitos que impone la ley para el reciclaje y traslado de residuos peligrosos, así como para la cogeneración y transferencia de energía.

Los criterios económicos y de rentabilidad para la empresa también representaron una barrera fuerte ya que el costo de adecuaciones es inmediato y la recuperación normalmente es de largo plazo. También el estudio revela que, características como el tamaño de la empresa, la pertenencia a un mismo corporativo y/o asociación industrial, la confianza entre los agentes y mecanismos adecuados de comunicación, favorecen el desarrollo de este tipo de proyectos o lo obstaculizan si se encuentran ausentes.

En materia de legislación ambiental se dan las condiciones que favorecen el intercambio de residuos sólidos y de tratamiento del agua, pero al mismo tiempo existen los *vacíos* en la ley para evadir el cumplimiento de regulaciones y no asumir los costos generados a terceros. Sin embargo, al llegar a la gestión ante instancias públicas para dar seguimiento a intercambios y reciclaje de materiales, la vía es “tortuosa” ya que se llegan a exigir demasiados trámites, lo que implica pérdida de tiempo y dinero para las empresas, desmotivando así acciones de cooperación interempresarial para el reuso de los residuos.

Por tanto, es indispensable que en el país prevalezca una política ambiental que induzca a las organizaciones a la adopción de estrategias innovadoras y efectivas a favor del ambiente, ya sea por medio del comando-control o por la creación de incentivos fuertes que estimulen a las organizaciones a cumplir con las normas e ir más allá en la búsqueda de oportunidades.

En México, lo que se requiere para el éxito y reproducción de los proyectos de ecología industrial son –más que regulaciones diversas que se contradicen y detienen los procesos–: incentivos económicos asociados a la reducción de costos al hacer un uso más eficiente de los materiales y la energía; incentivos de competencia asociados a incrementar su cuota de mercado, que requiere que los consumidores o la sociedad valoren los aspectos ambientales de la empresa; incentivos de política ambiental asociados a evitar sanciones; incentivos éticos que se deriven de la educación y conciencia de los gestores y tomadores de decisiones de las empresas y gobiernos.

CONCLUSIONES

México se ha distinguido históricamente por su participación y disposición a colaborar en los tratados y acuerdos internacionales que propugnan por beneficios planetarios; su participación en las discusiones sobre medio ambiente data de 1972, cuando se da la primera y más importante reunión internacional al respecto; sin embargo, la capacidad de respuesta y

cumplimiento de compromisos no ha tenido un comportamiento uniforme y lineal sino más bien errático.

El modelo de desarrollo industrial vigente en el país durante el siglo pasado y lo que va de éste, se apega a las grandes líneas de política económica que se establecen en el contexto internacional; la sustitución de importaciones, el fomento a las exportaciones y el libre comercio sólo han respondido a ese escenario macro; actualmente, incluir el tema ambiental como política de Estado es también una prioridad, y en eso se está alineando la política nacional.

Sin embargo, el paso del discurso a la aplicación y a la toma de decisiones sobre iniciativas que rompen con lo convencional se vuelve complejo; en este ensayo no se ha pretendido discutir sobre la pertinencia de tomar acciones de mitigación o acciones de adaptación frente al cambio climático del planeta, sino que se ha buscado mostrar una iniciativa poco convencional hasta ahora, que ya ha sido reconocida por su potencial como política de Estado en algunos otros países del mundo y que en México apenas ha mostrado su importancia y relevancia en un ámbito muy local.

El trabajo sólo rescata los principales hallazgos que se derivaron de un trabajo de investigación seguido en la zona de Altamira desde el 2004 y que a la fecha se continúa trabajando con al menos seis plantas de la industria petroquímica; las consideraciones que de esto derivan apuntan a lo siguiente: la política ambiental tal como se ha impulsado hasta ahora tuvo importantes avances en su legislación y constitución de instituciones especializadas, pero también hubo retrocesos en las tendencias seguidas que mostraron graves limitaciones como la capacidad de inspección en el cumplimiento de la ley; por tanto, se vislumbra que es necesaria una serie de cambios que establezcan condiciones reales para que las medidas que se adopten incentiven a los agentes a contribuir modificando sus dinámicas productivas para atender a las necesidades del actual contexto del cambio climático.

Es preciso hacer una revisión de los instrumentos de política más importantes en la gestión ambiental para garantizar que realmente cumplan con sus objetivos, emprender una modernización de la función regulatoria hacia sectores estratégicos de la economía que hayan permanecido fuera del alcance de las políticas ambientales. Revisar las leyes y las normas oficiales mexicanas para incluir la evaluación y seguimiento de las acciones del sector privado.

Es importante promover mecanismos que favorezcan la autorregulación a un mayor número de empresas. En el mundo han evolucionado rápidamente sistemas internacionales de normalización y de certificación de prácticas voluntarias de protección ambiental en las empresas. Éstos se van erigiendo como exigencias técnicas y no arancelarias al comercio internacional y los mercados de exportación. México debe participar activamente en estos sistemas

para asegurar sinergias entre la competitividad y el desempeño ambiental de las empresas mexicanas, buscando que las políticas y regulaciones nacionales sean compatibles y se refuercen mutuamente con las tendencias internacionales de normalización y certificación.

Se requiere converger con las políticas e instrumentos regulatorios aplicados por el gobierno, como base para la autorregulación y la consolidación del aparato normativo, desarrollando nuevas normas que cubran rezagos y problemas estratégicos, que ofrezcan certidumbre, y que se adecuen al desarrollo científico y tecnológico de los últimos años.

La protección ambiental moderna puede adoptar los principios de la ecología industrial y basarse en conceptos como la ecoeficiencia y la búsqueda de sinergias, lo que significa una mayor calidad, la minimización de riesgos financieros, mejor control de procesos, eficiencia energética, mejor aprovechamiento de insumos y recursos, reciclaje y ahorro, así como una sólida imagen corporativa que favorece la preferencia de clientes, proveedores y consumidores, además de facilitar la concurrencia a mercados internacionales.

En relación con el sector energético, es imprescindible que mediante la planeación y la regulación sea posible inducir sistemas ambientalmente benignos de generación y cogeneración eléctrica, así como procesos sustentables en el uso de la energía.

Los principios de política ambiental establecidos por la LGEEPA tienen efectos vinculantes para el Ejecutivo Federal a través de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, pero también para las entidades federativas a través de las Secretarías del Medio Ambiente y los gobiernos locales.

Las contradicciones que se pudieran presentar en relación con todo tipo de regulaciones que derivan de los distintos agentes participantes, se prevé que se presenten tanto en la construcción de las herramientas como en los distintos procesos que involucrará su funcionamiento, como reciclaje, transporte, venta o donación, recuperación de materiales, transferencia de energía, etcétera.

La experiencia paradigmática en el mundo sobre conformación de redes y cooperación industrial en Kalundborg, Dinamarca, podría ser el punto de inicio en México; promover e incentivar la creación de este tipo de experiencias en regiones donde se concentra la actividad fabril; que sean las autoridades locales las que tomen la iniciativa y promuevan el desarrollo de este tipo de experiencias. Quizá en un futuro esto madure y se pueda establecer como una política nacional, como un proyecto de largo plazo y viable, en la medida que se cumplan ciertas condiciones asociadas a la existencia de confianza, cercanía geográfica, liderazgo, comunicación estrecha, complementariedad técnica y financiera, construcción de redes de cooperación, marco jurídico

claro, existencia de normas precisas, un cumplimiento estricto de dichas normas, cultura empresarial ambiental y de cooperación, entre otras.

De lo anterior, y con base en la experiencia de estudios previos de ecología industrial en el norte del país, se construye el entramado organizacional y el análisis de las contradicciones de normas que se espera estén presentes en México. Los anteriores elementos son favorables para una eventual adaptación institucional al cambio climático y de políticas gubernamentales.