

00881



Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Economía

**"INDUSTRIA MANUFACTURERA MEXICANA, TECNOLOGÍA Y
MEDIO AMBIENTE EN LOS 1990s. EL SUBSECTOR PRODUCTOR
DE EQUIPO PARA EL AGUA EN LA ZMCM".**

TESIS QUE PARA OPTAR AL GRADO DE:

DOCTOR EN ECONOMÍA

PRESENTA:

JOSÉ FRANCISCO SARMIENTO FRANCO

ASESOR: DR. AMÉRICO SALDÍVAR V.

MÉXICO, D.F., MÉXICO
2004



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA**

**INDUSTRIA MANUFACTURERA MEXICANA,
TECNOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE EN LOS
1990s. EL SUBSECTOR PRODUCTOR DE EQUIPO
PARA EL AGUA EN LA ZMCM.**

A mis hijos Francisco, Adán y Ariel
y a mi esposa Marcela

CONTENIDO

CAP. 1	INTRODUCCIÓN.	
1.1	ANTECEDENTES.	1
1.2	ASPECTOS METODOLÓGICOS.	4
1.2.1	Planteamiento y justificación del problema.	4
1.2.2	Objetivos.	7
1.2.3	Hipótesis de trabajo.	8
1.2.4	Marco teórico.	8
1.2.5	Metodología.	9
CAP. 2	TECNOLOGÍA Y AMBIENTE EN LA TEORÍA ECONÓMICA.	
2.1	INTRODUCCIÓN.	12
2.2	EL DEBATE AMBIENTAL EN LA TEORÍA ECONÓMICA.	13
2.2.1	Marxismo y problemática ambiental.	13
2.2.2	La economía ambiental.	18
2.2.3	La economía ecológica.	30
2.2.4	El desarrollo sustentable.	34
2.3	LA TECNOLOGÍA EN EL PENSAMIENTO ECONÓMICO.	39
2.3.1	Tecnología y marxismo.	39
2.3.2	El progreso técnico en la teoría económica.	43
2.3.3	La teoría evolucionista de la tecnología.	51
2.3.4	Estructuralismo, neoestructuralismo y cambio tecnológico.	63
2.4	HACIA UNA SÍNTESIS DE LA TECNOLOGÍA Y EL AMBIENTE EN LA ECONOMÍA.	68
2.4.1	La discusión contemporánea.	68
2.4.2	La elección teórica.	74

CAP. 3	INDUSTRIA MANUFACTURERA Y MEDIO AMBIENTE EN MÉXICO.	
3.1	INTRODUCCIÓN.	80
3.2	TENDENCIAS Y PROBLEMAS DEL DESARROLLO INDUSTRIAL RECIENTE EN EL MUNDO.	80
3.2.1	Dinámica de la industria mundial.	80
3.2.2	Problemática ambiental de la industria en el mundo.	83
3.3	POLÍTICA INDUSTRIAL Y AMBIENTAL EN EL MÉXICO DE LA GLOBALIZACIÓN.	84
3.3.1	Política industrial.	84
3.3.2	Política ambiental.	87
3.4	CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS Y ECOLÓGICAS ACTUALES DE LA INDUSTRIA MANUFACTURERA MEXICANA.	90
3.4.1	El desempeño socioeconómico de la industria.	90
3.4.2	Implicaciones ecológicas de la industria mexicana.	99
3.5	LA INDUSTRIA MEXICANA Y EL DESARROLLO SUSTENTABLE.	107
CAP. 4	TECNOLOGÍA Y MERCADO AMBIENTAL EN MÉXICO.	
4.1	INTRODUCCIÓN.	111
4.2	TECNOLOGÍA, INDUSTRIA Y PROBLEMÁTICA AMBIENTAL.	112
4.2.1	Desarrollo tecnológico para la sustentabilidad.	112
4.2.2	Las tecnologías adecuadas.	118
4.3	EL MERCADO AMBIENTAL EN EL MUNDO.	120
4.4	EL MERCADO AMBIENTAL EN MÉXICO.	123
4.4.1	Determinantes del crecimiento.	123
4.4.2	Principales áreas de inversión.	129
4.4.3	Financiamiento.	145
4.5	LA ECONOMÍA DEL AGUA EN MÉXICO.	148
4.6	LA INTERACCIÓN TECNOLOGÍA-MERCADO AMBIENTAL EN MÉXICO.	154

CAP. 5	GENERACIÓN DE TECNOLOGÍA EN LA INDUSTRIA PRODUCTORA DE EQUIPO PARA EL MANEJO DEL AGUA EN LA ZMCM.	
5.1	INTRODUCCIÓN.	159
5.2	PROBLEMÁTICA Y POLÍTICA DEL AGUA EN LA ZMCM.	162
5.2.1	La concentración económica y poblacional.	163
5.2.2	Fisiografía del Valle de México.	166
5.2.3	Suministro de agua potable.	167
5.2.4	Drenaje y desalojo de aguas residuales.	170
5.2.5	Contaminación, tratamiento y reuso de aguas residuales.	171
5.2.6	Las políticas del agua y su efectividad.	174
5.3	LA DEMANDA DE EQUIPO EN EL MERCADO DEL AGUA.	178
5.3.1	Demanda pública.	178
5.3.2	Demanda industrial.	183
5.4	SITUACIÓN DE LA INDUSTRIA PRODUCTORA DE EQUIPO PARA EL AGUA.	185
5.4.1	Características de los establecimientos.	186
5.4.2	Tecnología.	189
5.4.3	Mercado.	194
5.4.4	Empleo y salarios.	201
5.4.5	Expectativas.	203
5.5	SITUACIÓN DE LOS CENTROS DE INVESTIGACIÓN EN TECNOLOGÍA DEL AGUA.	204
5.5.1	Características generales.	205
5.5.2	Desarrollo de proyectos.	206
5.5.3	Financiamiento.	210
5.6	DISCUSIÓN DE RESULTADOS: AGUA, TECNOLOGÍA, MERCADO E INVESTIGACIÓN.	213
5.6.1	La problemática y la política del agua.	213
5.6.2	La demanda de equipo.	214
5.6.3	Las empresas.	215
5.6.4	Los centros de investigación.	219
5.7	PROSPECTIVA DE LA I&D EN LA INDUSTRIA DE EQUIPO PARA EL AGUA.	220
CAP. 6	CONCLUSIONES GENERALES.	232
	BIBLIOGRAFÍA.	242
	ANEXO "A"	252
	ANEXO "B"	260
	ANEXO "C"	265

PREFACIO

La presente investigación, cuyo informe constituye la tesis para optar al grado de Doctor en Economía en la Facultad de Economía de la Universidad Nacional Autónoma de México, surgió a partir de nuestro interés por analizar la interrelación entre los procesos económicos, el desarrollo tecnológico y la problemática ambiental. Particularmente, fue motivadora la posibilidad de estudiar el desarrollo de la industria ambiental en México, en virtud de ser un subsector económico poco estudiado y de gran trascendencia en la búsqueda de un desarrollo sustentable.

La situación actual del agua, recurso fundamental para la vida y para el desarrollo social y económico, es una clara muestra de la gravedad de los problemas ambientales en México y en el mundo. Su escasez y contaminación representan serios retos para el diseño y puesta en marcha de políticas públicas que contribuyan más efectivamente a una sociedad sustentable. Particularmente resultan relevantes aquí, las políticas económicas y sus implicaciones en la dinámica de la industria ambiental del agua y en los centros de investigación tecnológica, que son las instituciones a las que corresponde el desarrollo de tecnología para enfrentar los graves problemas actuales del agua. El análisis de estos temas, en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, que representa un área geográfica de enorme importancia económica, social y ecológica a nivel nacional, y que fue seleccionada para la realización del estudio de caso, constituye la parte central de esta investigación.

Siguiendo un enfoque metodológico que va de lo general a lo particular, el presente trabajo parte de una discusión de la dinámica de la industria manufacturera mundial y nacional en la década de los 1990s, principalmente en sus aspectos económico y ambiental, debido a que la industria ambiental, que es el objeto central del estudio, es una rama de la industria manufacturera. Además, ésta se encuentra fuertemente involucrada, tanto en los procesos de deterioro ambiental, como en la generación y difusión de la tecnología, la cual es un factor indispensable en la lucha para revertir tal deterioro.

En una segunda fase, se analiza la situación del subsector económico denominado la industria ambiental, en sus niveles mundial y nacional. En este último caso, se discute especialmente el estado que prevalece en la rama industrial dedicada a la problemática del suministro, desalojo y tratamiento del agua, tanto industrial como municipal. En esta parte también se enfatiza el rol de la tecnología en la evolución de la industria ambiental.

Finalmente, y como objetivo principal, la investigación se enfoca al estudio de las características económicas, y a las posibilidades de generar innovación tecnológica de las empresas que constituyen la industria productora de maquinaria y equipo para el agua en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, así como al análisis de su vinculación con los centros de investigación en tecnología del agua. La contribución más importante del estudio posiblemente se encuentre en el análisis

sis neoestructuralista de los principales obstáculos que enfrenta la industria de referencia en su desarrollo, y el planteamiento de políticas alternativas derivadas de la misma corriente neoestructuralista y de la teoría evolucionista de la tecnología, para mejorar las posibilidades de generación endógena de innovaciones tecnológicas orientadas a un aprovechamiento más racional y por ende más sustentable de los recursos hídricos.

Cabe mencionar que para la realización del estudio de caso se contó con el financiamiento del Consejo para la Restauración y Valoración Ambiental, organismo del Gobierno del Distrito Federal, a quien mucho se agradece todo su apoyo. También deseamos expresar, de manera especial, nuestro profundo agradecimiento al Dr. Américo Saldívar V., quien fungió como director de esta tesis y quien contribuyó de manera importante no sólo a orientar mejor la investigación, a profundizar las ideas y pulir la presentación del informe, sino también a brindar las facilidades y el apoyo personal en los momentos necesarios. De igual manera, agradecemos los comentarios y sugerencias de los revisores de los diferentes avances de la tesis, Dr. Benjamín García Páez, Dra. Consuelo González, Dr. Roberto Escalante S., Dr. Felipe Torres T., Dr. Adrián Barrera R., Dr. Manuel Perló, y el Dr. Adalberto Noyola R., cuyas valiosas observaciones ayudaron al mejoramiento de la concepción y realización del estudio y de la presentación del informe.

Asimismo, expresamos nuestro agradecimiento a las autoridades de la Dirección General de Institutos Tecnológicos de la Secretaría de Educación Pública y particularmente del Instituto Tecnológico de Zacatecas, por las facilidades laborales otorgadas en la obtención de la beca salarial para la realización de los estudios del Doctorado en Economía, cuya expresión final es la presente tesis. También agradecemos el apoyo brindado por las autoridades del Instituto Tecnológico de Mérida; especialmente deseamos señalar que la parte final del trabajo difícilmente se hubiera completado sin el valioso apoyo del Ing. Emanuel Conde Ontiveros, Jefe del Departamento de Ingeniería Industrial, quien nos otorgó las consideraciones laborales necesarias para disponer del tiempo requerido en la adecuación final de la tesis, lo cual agradecemos de manera muy especial.

No podemos dejar de agradecer a todos los directores y funcionarios de las empresas encuestadas, y a los investigadores y autoridades de los centros de investigación, quienes no sólo nos brindaron su tiempo al contestar los cuestionarios de la investigación, sino que en muchos casos, nos dedicaron una buena parte de su tiempo para las entrevistas que indudablemente enriquecieron la información y la perspectiva de la investigación.

Finalmente, pero no menos importante, deseo expresar mi agradecimiento profundo a mi familia, mi esposa Marcela y mis hijos Francisco, Adán y Ariel, quienes contribuyeron con la parte de mi tiempo que les pertenecía, pero que al dedicarlo a la realización de los estudios del doctorado y de la tesis, no me fue posible entregarles completamente.

RESUMEN

En el fomento de la industria ambiental en el mundo, como estrategia de los países en la búsqueda del desarrollo sustentable, la investigación y el desarrollo tecnológico juegan un rol fundamental. El objetivo principal de esta investigación fue analizar los problemas y determinar las posibilidades de generación de tecnología endógena en la industria productora de equipo para la problemática del agua en la ciudad de México, durante la década de los noventa. Para ello, se estudió una muestra no probabilística de 47 empresas y 8 centros de investigación en tecnología del agua, ubicados en el Valle de México. Los resultados principales se refieren a una caída significativa en la producción y una importante dependencia de ésta de la inversión pública en infraestructura hidráulica, una exigua generación de tecnología endógena en las empresas, una débil vinculación con los centros de investigación y una fuerte dependencia de la tecnología extranjera. No obstante, también se encontró un nivel de inversión en investigación y desarrollo, superior al promedio nacional en las empresas y una tendencia a depender cada vez menos del presupuesto público, en los centros de investigación. Una conclusión importante es que los resultados económicos y tecnológicos podrían mejorar significativamente, si se promueve la conformación de un Sistema Local de Innovación Tecnológica para el Manejo Sustentable del agua en la Ciudad de México.

ABSTRACT

In the fostering of environmental industry in the world, as a strategy of the countries in the search of sustainable development, research and development play a fundamental role. The essential aim of this research was to analyze the problems and to determine the possibility of generate endogenous technology in the equipment industry for Mexico City's water problems, in the 1990 decade. For it, a non probabilistic sample of 47 firms and 8 water technology research centers, located in the Mexico valley, had been studied. The main results are concerned with an important drop in the production and a significant dependence of the latter in public expenditure on hydraulic infrastructure, a meager generation of endogenous technology in the firms, a weak linking with the research centers and a strong dependence on outside technology. However, a research and development investment level higher than the national mean in the firms, and a trend to depend less and less on public budget, in the research centers, also has been founded. A relevant conclusion is that the economic and technological results might improve significantly, if the shape of Local Technology Innovation System for Water Sustainable Management in Mexico City is fostered.

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

La preocupación por los actuales problemas del ambiente en el mundo, es cada vez mayor, debido a un agravamiento tal que se puede hablar ya de una crisis ambiental¹. Múltiples informes de organismos internacionales refuerzan esta visión al proporcionar datos que fundamentan la existencia de un creciente deterioro de los ecosistemas del planeta a niveles insostenibles, a riesgo de amenazar la propia sobrevivencia humana en el largo plazo. Por ejemplo, el Reporte del Planeta Viviente 2002 (WWF, 2002), refiere la pérdida del 30% de la riqueza natural expresada en la población de especies de plantas y animales de ambientes de bosques, marinos y de agua dulce, en el período de 1970 al año 2000. Asimismo la Perspectiva GEO-2000 (UNEP, 2000)², agrega algunos datos relevantes:

- Las emisiones globales de CO₂ por año alcanzaron una cifra cercana a los 23,900 millones de toneladas en 1996, representando casi cuatro veces el total de 1950, y continúan creciendo a un ritmo de 1.3% anual.
- Si los actuales patrones de consumo continúan, dos de cada tres personas en la Tierra vivirán en condiciones de escasez de agua por el año 2025.
- La exposición a químicos peligrosos ha sido relacionada con numerosos efectos nocivos de cáncer congénito en humanos. El uso global de pesticidas deriva entre 3.5 a 5 millones de envenenamientos agudos al año.
- Cerca del 20% de las tierras susceptibles del mundo están afectadas por degradación del suelo, inducida por actividades humanas, lo cual pone en riesgo el sustento de más de 1,000 millones de personas.
- Entre 1980 y 1990 se perdió cerca del 2% de las áreas boscosas del mundo. Mientras en los países industrializados los bosques permanecieron prácticamente inalterados en ese período, en los países en desarrollo declinaron en un 8% (UNEP, 1997).

Adicionalmente, y considerando que el presente trabajo se ubica especial-

¹ Uno de los primeros estudios que llamaron la atención sobre la gravedad de los problemas ambientales a nivel mundial, fue el conocido y polémico informe del Club de Roma, "Los límites del crecimiento" realizado por Meadows et al., y publicado en 1972. Una segunda investigación del mismo equipo, "Más allá de los límites del crecimiento", publicado en 1992, confirma en términos generales, las conclusiones del primer estudio

² Las siglas WWF se refieren a "World Wildlife Fund" (anteriormente Fondo Mundial para la Vida Silvestre, y actualmente, Fondo Mundial para la Naturaleza), y las siglas UNEP se refieren a "United Nations Environment Program" (Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente).

mente en la problemática del agua, mencionaremos algunos datos adicionales al respecto. En un informe reciente la UNESCO (2003) señala que:

- La cantidad de agua existente para todos los usos está comenzando a escasear, lo cual nos lleva a una crisis del agua.
- Los recursos de agua dulce se reducen por la contaminación que producen los dos millones de toneladas de desechos que diariamente son arrojados en aguas receptoras en el mundo, incluyendo residuos industriales y químicos, vertidos humanos y desechos agrícolas.
- El cambio climático global será responsable de cerca del 20% del aumento de la escasez de agua.
- En el año 2000, la tasa de mortalidad estimada por diarreas relacionadas con la falta de sistemas de saneamiento o de higiene y por otras enfermedades relacionadas con el saneamiento del agua, fue de 2'213,000 personas.

Aunque las causas generales de la problemática ambiental antes expuesta se ubican comúnmente en el excesivo crecimiento poblacional y económico, especialmente de la segunda mitad del siglo XX, un proceso socioeconómico que ha jugado un papel preponderante es, sin duda, la industrialización (Tibbs, 1992). Ésta surge a partir de la Revolución Industrial y se constituye posteriormente en el eje de la dinámica económica en los países europeos, primeramente, y después en Estados Unidos y Japón.

Cabe señalar el carácter dual que el proceso de industrialización ha jugado en los países de mayor poder económico y también en aquéllos que intentan seguir un patrón similar. Por un lado, la industria ha contribuido a proporcionar satisfactorios y niveles de bienestar aceptables a sectores importantes de la población, particularmente en los países industrialmente avanzados. Por otro lado, también ha contribuido de manera relevante al actual deterioro ecológico, así como al agravamiento de importantes problemas sociales, tales como: injusta distribución del ingreso, desempleo, hacinamiento urbano, deterioro de la salud, etc.

Asimismo, un factor íntimamente vinculado a la industrialización ha sido el desarrollo tecnológico. Aunque la tecnología es inherente al desarrollo de la humanidad, el proceso de acelerado cambio tecnológico se ha dado en el seno de las economías industriales. Pero en tanto que la tecnología constituye el vínculo y la mediación de los procesos productivos con los procesos naturales, la actual crisis ambiental encuentra en la tecnología de tales economías una de sus causas principales. Sin embargo, en los últimos años ha surgido, inicialmente en los países industrialmente avanzados, un dinámico sector de la economía orientado a la producción de bienes y servicios tecnológicos cuya finalidad es el estudio, la prevención y la corrección de los problemas ecológicos. Este sector se ha denominado la industria ambiental. Sin caer en la tentación de pensar que esta actividad repre-

senta la solución a la crisis ambiental, sin duda su desarrollo contribuye a la mitigación de los efectos más nocivos de tal crisis.

En México, el modelo de industrialización iniciado aproximadamente a principios del siglo XX y con un resurgimiento a partir de los 1930s, fue el denominado modelo de "sustitución de importaciones", que también provocó costos sociales y ecológicos importantes. En la actualidad la globalización económica y su consecuente apertura comercial, basada en el neoliberalismo económico, ha motivado una reestructuración de la industria nacional, iniciada desde la década de los 1980s, uno de cuyos efectos ha sido la dinamización de la industria manufacturera. Pero también esto se ha logrado no sin costos ambientales importantes.

También aquí, aunque con retraso respecto a los países industrializados y vinculado al creciente mercado ambiental, ha surgido en años recientes el subsector de la industria ambiental. Una de las áreas de este subsector está constituida por las empresas manufactureras que producen maquinaria y equipo, es decir, bienes de capital con alto contenido tecnológico, orientados a atender problemas ecológicos. Este subsector industrial es particularmente importante en tanto genera y/o difunde una buena parte de la tecnología para afrontar la problemática ambiental.

El presente trabajo de tesis doctoral analiza principalmente, por un lado, las implicaciones que el actual desarrollo de la industria manufacturera mexicana tiene en el medio natural y social, y por el otro, el desarrollo, perspectivas y capacidad de generar tecnología del naciente subsector de bienes de capital perteneciente a la industria ambiental, y referido a la atención de los problemas del agua, a través de un estudio de caso referido a la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM).

En esta introducción se describe de manera general el problema y la estrategia de la investigación, planteando su justificación, objetivos e hipótesis principales. El capítulo 2 está dedicado a la discusión del marco teórico, analizando las respuestas que el pensamiento económico, en sus diversas corrientes, ha dado a las cuestiones relacionadas con el medio ambiente, con la tecnología y con la relación entre ambos. En el capítulo 3 se analiza el desarrollo de la industria manufacturera mexicana, particularmente en el contexto de la globalización y en cuanto a sus características socioeconómicas y sus repercusiones ecológicas. La discusión sobre el desarrollo tecnológico y sus repercusiones en la problemática ambiental, así como el análisis del mercado de la industria ambiental en México, se realiza en el capítulo 4. El capítulo 5 analiza la situación en la década de 1990 y la prospectiva, del sector productor de equipo para el manejo del agua en la ZMCM, como una contribución para entender la dinámica de la industria ambiental mexicana y la generación de tecnología en el país. Complementariamente, se analiza la situación de los centros de investigación en tecnología del agua, en cuanto a sus aportes tecnológicos y su grado de vinculación con el sector industrial. Las conclusiones generales de la investigación se plantean en el capítulo 6.

1.2 ASPECTOS METODOLÓGICOS

1.2.1 Planteamiento y justificación del problema

El proyecto de desarrollo económico implantado en México desde la década de los 1980s, ha implicado un proceso industrial que pone énfasis, al menos en el discurso, en la necesidad de incrementar las exportaciones manufactureras, mejorando su competitividad a niveles internacionales. Para ello, se plantea la necesidad de aumentar la productividad, incorporando nuevas tecnologías y haciendo más eficiente el uso de la mano de obra de manera intensiva.

Como consecuencia de lo anterior, la participación de los productos manufacturados en las exportaciones del país se ha incrementado notablemente en los últimos años.

Sin embargo, esta dinámica de la industria manufacturera en México parece no estar respondiendo a las expectativas relacionadas a una mayor contribución al bienestar de la población. Como ejemplo en el aspecto socioeconómico se puede señalar que, no obstante la recuperación del salario real manufacturero en el periodo de 1988 a 1992 en un 19.6%, la tasa de crecimiento anual del empleo fue apenas 1.3% para 1988 y de 0.2% para 1992, muy por debajo del 5% de crecimiento de la PEA (Dussel, 1995). Esto sin considerar los graves efectos de la crisis de 1995 y además, el hecho de que la aparente dinámica del sector manufacturero en los últimos años descansa fundamentalmente en el crecimiento de la industria maquiladora y no de todo el sector. Por el lado ecológico, la producción de contaminantes en la industria manufacturera aumentó 20 veces entre 1950 y 1989 (SEDES-INE, 1994). Respecto al consumo de energía, la intensidad energética de la economía mexicana es 2.5 veces mayor que la de Japón y 1.5 veces mayor que la norteamericana (Domínguez, 1995). Con relación a los desechos, algunos investigadores han planteado que la contaminación por desechos industriales y municipales constituye quizás el problema ambiental más serio a que se enfrenta el país (Urquidi, 1995). De las aguas residuales generadas en México, la industria contribuye sólo con el 18% que equivale a un volumen anual de 2,586 millones de m³, pero únicamente el 15% de estas descargas son tratadas (AID, 1995). Cabe aclarar además que, aunque el porcentaje de contribución industrial en la generación de aguas residuales, puede parecer bajo, generalmente se trata de aguas con un alto nivel de toxicidad

Por otro lado, el agravamiento de los problemas ecológicos en México ha dado lugar al surgimiento de un mercado creciente de bienes y servicios ambientales cuya demanda casi alcanzó los 2,000 millones de dólares en el año de 1994, con estimaciones de que llegaría a los 4,500 millones de dólares en el año 2000 (SEMARNAP, 1995). Esta situación ha incentivado el incipiente desarrollo de una industria ambiental en el país, cuyas actividades se ubican principalmente en sistemas de control de la contaminación del agua, manejo de residuos sólidos y peligrosos, eficiencia energética y energéticos renovables, control de contaminación

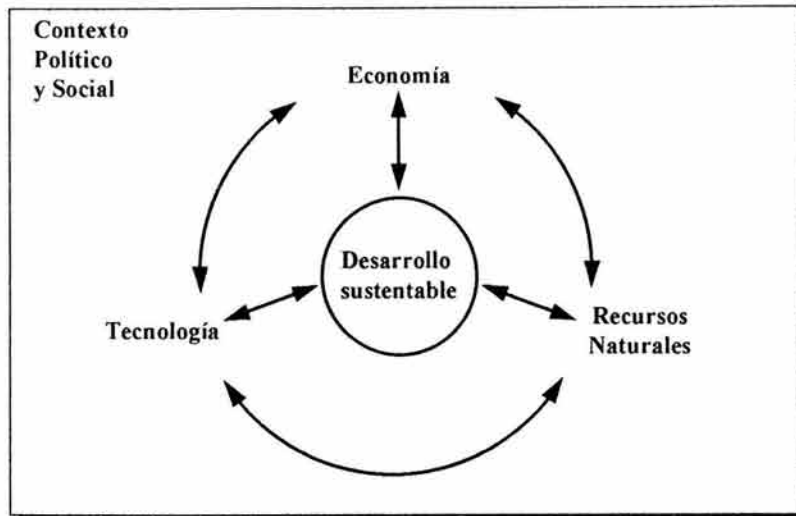
atmosférica por la industria, consultoría y saneamiento. Cabe agregar que la inversión en infraestructura y servicios ambientales representa más del 0.5% de la formación bruta de capital, y se espera un dinámico crecimiento para la industria ambiental, cercano al 20% anual (SEMARNAP, 1996). Pero más importante que estos indicadores económicos de la industria ambiental, es su potencial para reducir los costos de la pérdida anual de activos naturales, que representan el agotamiento y la degradación ambiental y que se ubican alrededor del 13% del PIB.³

Dentro de esta naciente industria, resaltan por su importancia estratégica como generadoras y/o difusoras de tecnología las empresas manufactureras que producen máquinas y equipos orientados a los diversos aspectos de la problemática ambiental. De todos ellos, el rubro más importante, desde el punto de vista del valor de mercado, lo constituye el de tratamiento de aguas residuales, que abarca el 59% del total del mercado (SEMARNAP, 1996).

De acuerdo con lo antes expuesto, destacan dos situaciones principales. Primero, el hecho de que la industria manufacturera mexicana en su estado actual, parece no estar contribuyendo a un mejoramiento del bienestar de la población, tanto por sus efectos sociales (principalmente empleo y salarios), como por sus implicaciones ecológicas. Esta percepción choca con la idea generalizada sobre los supuestos beneficios del desarrollo industrial. En segundo lugar está la aparición relativamente reciente de empresas productoras de bienes de capital manufacturado que tienen un gran potencial de crecimiento, particularmente en el tratamiento de aguas residuales, tanto industriales como municipales. Un dinámico y adecuado desarrollo de la industria ambiental en México, especialmente la productora de maquinaria y equipo, puede contribuir de manera importante, no sólo a mitigar los urgentes problemas ecológicos existentes, sino también a la generalización entre los agentes productivos de una estrategia de tecnología ambiental más preventiva que correctiva, en cuanto al deterioro de los recursos naturales, y adicionalmente, a la formación de valor agregado y a la necesaria generación de empleos. Cabe aquí agregar que para que esto ocurra, se requiere también de un importante desarrollo de los centros de investigación tecnológica y de una estrecha vinculación de éstos con las empresas fabricantes de equipo, ya que del sano desarrollo de ambos tipos de instituciones dependerá la posibilidad de generar, adaptar y difundir la tecnología requerida para afrontar los problemas ambientales. Se pretende de manera principal en esta investigación analizar empíricamente los problemas y posibilidades de tal desarrollo. De este modo, una adecuada interrelación entre la tecnología, la economía y los recursos naturales, propiciada por un entorno sociopolítico favorable para cada sector, seguramente contribuirá al logro de un desarrollo tendiente a la sustentabilidad (ver la figura 1.1).

³ Infra, sección 3.5.2.

Figura 1.1
Interrelaciones hacia la sustentabilidad



Es importante subrayar este último argumento aclarando que la relevancia del entorno social y político, en el que se da la interdependencia entre los procesos naturales, tecnológicos y económicos, se debe a que las condiciones sociales y políticas pueden favorecer o entorpecer el camino hacia el desarrollo sustentable. Es decir, dada la complejidad de la problemática ambiental, no bastan acciones aisladas en los rubros ecológico, económico y tecnológico, sino que es necesaria la coordinación del Estado y la participación democrática de los diversos actores sociales para consensar, aplicar y vigilar las políticas adecuadas en los rubros mencionados y en otros, a fin de que el sistema socioeconómico y natural pueda tender hacia la sustentabilidad (Cfr. Martínez A. y Schlüpmann, 1991; Leff, 1994; y Saldívar, 1998)

En el contexto de estos argumentos, se justifica plenamente, por una parte, el análisis de la dinámica socioeconómica de la industria manufacturera mexicana en los últimos años y sus repercusiones ecológicas; y por la otra, el estudio del desarrollo, problemas y perspectivas del subsector manufacturero de la industria ambiental del país. Este segundo aspecto es la finalidad principal del presente trabajo de investigación, para cuya concreción se eligieron, desde el punto de vista geográfico, la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM), y para la actividad económica, la producción de equipo para el suministro, drenaje y tratamiento del agua.

Este acotamiento se da por varias razones. La primera, por la limitación de recursos financieros y de tiempo con que se contó en la investigación como para poder abarcar la totalidad del país y de la industria ambiental. La segunda se refiere a que la ZMCM constituye, tanto el área geográfica de mayor actividad industrial en el país —produce cerca del 30% del valor agregado manufacturero— como de

mayor producción de contaminantes —participa con el 30% de las descargas de aguas residuales en el ámbito nacional (Domínguez, 1995). La tercera razón, referida a la actividad económica particular elegida se sustenta, por un lado, en la importancia tecnológica del sector manufacturero como se mencionó anteriormente, y por el otro, en que la relevancia del manejo del agua no descansa sólo en el volumen de recursos financieros que representa, sino en el valor estratégico como recurso natural que el agua significa para el desarrollo nacional, y por tanto, en la necesidad de mejorar su disponibilidad y de corregir y prevenir su contaminación.

De acuerdo con lo anterior, y considerando algunas ideas centrales derivadas del marco teórico desarrollado en el capítulo dos, en el estudio de caso surgen preguntas nodales para investigar como las siguientes:

- i. ¿Qué características tiene la dinámica tecnológica en la industria estudiada en este trabajo, y en qué medida se ubica dentro del modelo explicativo de la corriente neoestructuralista?
- ii. ¿En qué medida esta industria genera y/o adapta innovación tecnológica tendiente a fortalecer un mercado ambiental nacional, como instrumento para tender hacia un desarrollo sustentable?
- iii. ¿Existen características en esta industria que permitan pensar que se está aprovechando, o se puede aprovechar, la etapa de transición entre los paradigmas tecnoeconómicos que plantea la teoría evolucionista de la tecnología?
- iv. ¿Qué conceptos del neoestructuralismo y de la teoría evolucionista son aplicables al caso de esta industria para promover medidas de política pública tendientes a su fortalecimiento?

1.2.2 Objetivos

En el orden de ideas expuesto, el presente estudio se propone los objetivos siguientes:

1. Analizar las características de la dinámica sectorial de la industria manufacturera mexicana en los 1990s, así como sus impactos más relevantes en el medio ambiente y el papel de las políticas industrial y ambiental.
2. Examinar los determinantes y las características de la demanda para la industria ambiental mexicana actual y su tendencia.
3. Analizar las principales características tecnológicas, financieras y productivas del subsector de la industria ambiental que produce los bienes de equipo para la problemática del agua en la ZMCM, así como también evaluar, por un lado, su contribución a la generación de tecnología endógena a través de sus vínculos con los centros de investigación tecnológica, y por el

otro, las condiciones generales de política pública para un escenario de desarrollo favorable en una prospectiva de mediano y largo plazo.

Cabe señalar que los dos primeros objetivos se refieren al marco contextual en el que se ubica el estudio de caso, al cual corresponde el tercer objetivo.

1.2.3 Hipótesis de trabajo

Uno de los supuestos de la investigación es que la industria manufacturera mexicana en los últimos años ha contribuido a incrementar significativamente el deterioro ecológico y no ha respondido adecuadamente a las expectativas socioeconómicas de la sociedad, especialmente en lo referente a empleo y salarios. En ello ha influido el hecho de que las políticas públicas de industrialización vigente, cuyas bases descansan en el modelo económico neoliberal implantado en México a partir de los 1980s, no han considerado debidamente las implicaciones ecológicas y al mismo tiempo no han sido congruentes con las propias políticas ambientales y con las declaraciones discursivas de mejoría del bienestar social.

Por otra parte, se supone que la demanda de bienes y servicios ambientales en México, motivada por el creciente deterioro ecológico en el país, ha tenido un crecimiento importante en los últimos años, aunque todavía su volumen no sea relevante a escala del producto nacional.

Finalmente, se plantea la hipótesis de que el subsector de la industria ambiental que produce el equipo para el manejo del agua en la ZMCM, ha tenido en los últimos años un crecimiento superior al promedio manufacturero, está conformado de manera oligopólica con gran incorporación de tecnología extranjera, ha experimentado bajos niveles de inversión en I&D, poca vinculación con los centros nacionales de investigación tecnológica, y poca generación de tecnología endógena, por lo que su comportamiento se apega al modelo explicativo neoestructuralista. Sin embargo, existen alternativas para que su perspectiva de desarrollo y desempeño social pueda mejorar con políticas públicas ambientales y económicas más favorables, basadas en los planteamientos del desarrollo sustentable, la teoría evolucionista y la teoría neoestructuralista.

1.2.4 Marco teórico

Dada la complejidad de los problemas ambientales, en los cuales confluyen factores de índole física, biológica y social, el enfoque más apropiado para su abordaje debe favorecer la interdisciplinariedad. Asimismo, en el análisis de la tecnología en su relación con el proceso de desarrollo económico y con la problemática ambiental, es insuficiente la teoría económica dominante, aunque es conveniente la utilización de los conceptos de Industria Ambiental y de Mercado Ambiental. Por ello, desde el punto de vista teórico, la presente investigación pretende basarse, por un lado, en la perspectiva del desarrollo sustentable y de la economía ecológica, entendida esta última como aquel enfoque que intenta incorporar y articular conceptos y teorías de las ciencias biofísicas con el bagaje teórico

e instrumental de la economía ortodoxa y de otras ciencias sociales. El planteamiento principal de la economía ecológica así entendida es de que el proceso económico se encuentra limitado por las leyes biofísicas que gobiernan los intercambios de materia y energía; pero además, y coincidiendo con el desarrollo sustentable, que el uso de los recursos naturales para la satisfacción de las necesidades humanas debe contemplar la equidad espacial y temporal, así como los factores sociales y culturales implicados en tal uso. Por otro lado, las ideas del pensamiento neoestructuralista latinoamericano, que considera central al desarrollo tecnológico, critica la supuesta suficiencia de los mercados y promueve un tipo de desarrollo más acorde a las características de los países periféricos, junto con el concepto de sistema nacional de innovación, derivado de la teoría evolucionista de la tecnología y referido a la necesaria creación de redes de cooperación institucional como vía para concretar las innovaciones tecnológicas, ayudarán a ubicar el papel de la tecnología en el análisis del desarrollo de la industria ambiental en México, y a plantear propuestas de políticas más favorables.

1.2.5 Metodología

Una de las características metodológicas del enfoque de la sustentabilidad que se adopta en esta investigación, es el énfasis en la consideración de una visión global u holística⁴ y transdisciplinaria de los problemas analizados, lo cual implica la necesidad de tomar en cuenta el contexto, y la búsqueda de interrelaciones entre las variables relevantes en el fenómeno. Para el caso del desarrollo tecnológico en la industria ambiental aquí estudiado, la consideración del contexto se refleja en dos aspectos. Por un lado, se analiza el contexto de la Industria Ambiental mexicana, lo cual se lleva a cabo examinando la situación de la industria manufacturera mexicana en el capítulo tres, y revisando la estructura y dinámica del Mercado Ambiental, en el capítulo cuatro. Por otro lado, para el estudio de caso, planteado en el capítulo cinco, concretado en la industria de equipos para el agua en la ZMCM, se analiza la forma en que ésta es afectada por los problemas ambientales que estimulan la demanda de bienes de equipo, los factores causales de tal situación y las medidas de política adoptadas para resolverla, todo lo cual se lleva a cabo en las secciones dos y tres de dicho capítulo cinco. La misma estructura capitular corresponde también a los tres niveles de acción macro, meso y microeconómico, que propone Rodríguez (1995), en su estrategia tecnológica neoestructuralista para los países de América Latina, la cual se detalla en el capítulo dos, y es una de las guías del presente trabajo.

En un segundo nivel metodológico, el estudio se basa en una revisión y discusión documental, tanto de las teorías existentes como del marco jurídico y programático de la política pública mexicana en materia industrial y ambiental, así como también en el análisis de indicadores estadísticos económicos, sociales y ecológicos. Asimismo, para el estudio de caso, y utilizando un diseño transversal, se apli-

⁴ El término "holístico" deriva de la teoría de sistemas, y se emplea para denotar aquel enfoque que considera al fenómeno o parte de la realidad a estudiar como un todo o sistema, conformado a su vez por ciertos elementos o partes, y sus relaciones. Cfr. Lendaris (1986, p. 605).

caron encuestas a una muestra de las empresas de la industria considerada y los centros de investigación involucrados, y después se realizó la recopilación de datos y la interpretación, a la luz de los conceptos y teorías que sirven de fundamento.

Desde otro punto de vista, la estructura temática de los capítulos obedece a un orden metodológico que va de lo general a lo particular, pero aplicado no de manera mecánica, sino dialéctica que en determinados momentos tiene inflexiones y retroalimentaciones en sentido inverso. En esta lógica, cada uno de los capítulos intenta responder a ciertas preguntas clave, de tipo general, cuya articulación guía la investigación. Estas preguntas, de las que explicaremos su vinculación entre sí más adelante, son las siguientes:

CAP. 1: INTRODUCCIÓN

Pregunta clave:

¿En qué consiste el problema estudiado y cómo se realizó la investigación?

CAP. 2: TECNOLOGÍA Y AMBIENTE EN LA TEORÍA ECONÓMICA

Pregunta clave:

¿Cómo ha abordado la ciencia económica, especialmente las teorías neo-estructuralista y evolucionista, la cuestión de la problemática ambiental, del desarrollo tecnológico y de la relación entre ambos?

CAP. 3: INDUSTRIA MANUFACTURERA Y MEDIO AMBIENTE EN MÉXICO

Pregunta clave:

¿Cuáles son las principales interrelaciones económicas, sociales y ecológicas del desarrollo industrial en el mundo y especialmente en el México de los 1990s?

CAP. 4: TECNOLOGÍA Y MERCADO AMBIENTAL EN MÉXICO

Preguntas clave:

a) ¿Qué papel ha jugado la tecnología en el desarrollo de la industria ambiental?

b) ¿Cuál fue la situación en los 1990s y las perspectivas hacia los inicios del siglo XXI, del lado de la demanda en el mercado para la tecnología ambiental en México?

CAP. 5: GENERACIÓN DE TECNOLOGÍA EN LA INDUSTRIA PRODUCTORA DE EQUIPO PARA EL MANEJO DEL AGUA EN LA ZMCM

Pregunta clave:

¿Cuál fue la situación tecnológica y económica del subsector industrial que produce equipos para el manejo del agua en la ZMCM durante los 1990s, cuáles fueron sus vínculos con los centros de investigación tecnológica, y qué tipo de políticas podrían favorecer el desarrollo tecnológico de esta industria desde una perspectiva de las teorías neoestructuralista, evolucionista y del desarrollo sustentable?

Estas preguntas así planteadas constituyen las cuestiones centrales que la investigación intentó abordar. Ellas a su vez giran en torno a ciertos conceptos fundamentales cuya interrelación es la preocupación principal del estudio y que, por tanto, su análisis intenta ser el eje o hilo conductor de la investigación. Estos conceptos son la tecnología, el proceso económico, el medio natural y el desarrollo social. Volviendo a la anterior Figura 1.1, en ella se pretende mostrar cómo las interrelaciones entre los tres primeros de estos conceptos, en un contexto determinado, contribuyen de manera dialéctica a la determinación de la modalidad del desarrollo a la que se arriba, y a su vez el modelo de desarrollo influye en las características que asume cada uno de estos tres factores, los cuales constituyen las categorías o unidades básicas de análisis de esta investigación.

El estudio del mercado ambiental en México, del lado de la demanda y de la oferta, como la parte principal del presente trabajo, es el mecanismo a través del cual se buscó concretar el análisis de las interrelaciones planteadas en el párrafo anterior. Sin embargo, al escoger el lado de la oferta para el estudio de caso, se ha considerado que es mediante el análisis del sector productivo como se puede obtener mayor claridad sobre los objetivos propuestos en la investigación.

CAPÍTULO 2

TECNOLOGÍA Y AMBIENTE EN LA TEORÍA ECONÓMICA

2.1 INTRODUCCIÓN.

Como se mencionó anteriormente, el problema que se plantea en esta investigación trata de la relación entre un importante sector de la economía mexicana, la industria, el desarrollo tecnológico vinculado a ella y sus relaciones con el medio ambiente, entendido éste en sus ámbitos ecológico y social, en los que se expresan la transformación y el uso humano de los recursos naturales. Por razones metodológicas, antes de abordar el aspecto empírico del trabajo es necesario analizar cómo la ciencia económica ha enfrentado la temática de las interrelaciones entre el proceso económico inherente al cambio tecnológico y los recursos naturales, así como las implicaciones de estas relaciones en el bienestar social. Esta forma de iniciar la investigación nos ayudó a elegir el instrumental teórico y conceptual para emprender la tarea principal de la investigación.

Por ello, una pregunta pertinente en este abordaje teórico es la siguiente: ¿Cuál es la contribución de la ciencia económica a la comprensión y solución de la problemática ambiental, particularmente en el tema que nos ocupa?

Un primer aspecto a considerar en la respuesta a la pregunta anterior, sería que la teoría económica puede contribuir a la comprensión de la cuestión ambiental a través del examen de los factores causales de ésta y de sus propuestas de solución, en cada una de las corrientes teóricas de la economía.

Un segundo aspecto de la respuesta es el referido a la caracterización y análisis de la causalidad y efectos, del proceso de cambio tecnológico, ya que éste se encuentra en el centro de los problemas ambientales, tanto como factor causal y como parte de la solución. En este sentido, la teoría económica puede ayudar a comprender cómo se originan, difunden y declinan las innovaciones tecnológicas, así como sus repercusiones económicas y sociales. En este rubro la literatura económica es bastante amplia. Pero también la ciencia económica contribuye a la comprensión de los estrechos vínculos entre la dinámica tecnológica y la situación de los recursos naturales, aunque aquí los estudios económicos son más escasos. Esta doble comprensión es necesaria para el diseño e implementación de políticas adecuadas para detener, y si es posible, revertir la problemática ambiental.

De acuerdo con esto, y tomando en cuenta que, en general, la bibliografía económica existente se encuentra separada en los temas de nuestro interés, habiendo muy poca que trate conjuntamente el asunto de la tecnología y el del ambiente, el presente capítulo se divide en tres partes principales. En la primera, se discute el debate ambiental en la teoría económica considerando los aportes de

las distintas corrientes económicas. Así se empieza con la discusión del tema dentro del marxismo, y se continúa con los conceptos y reflexiones de la economía ambiental, la economía ecológica, finalizando con las ideas del desarrollo sustentable. La discusión del papel de la tecnología en el pensamiento económico se realiza en la segunda parte del capítulo, incluyendo las contribuciones del marxismo, la teoría neoclásica, la teoría evolucionista y la corriente estructuralista y neoestructuralista. Finalmente, la tercera parte aborda el incipiente esfuerzo de síntesis de los temas tecnológicos y del ambiente, que se ha realizado en la teoría económica, incluyendo la justificación de la elección teórica que orientó a la investigación.

2.2 EL DEBATE AMBIENTAL EN LA TEORÍA ECONÓMICA.

2.2.1 *Marxismo y problemática ambiental.*

Para Marx, la tierra es el objeto general del trabajo humano, y junto con éste producen la riqueza material. Pero los bienes naturales como el aire, las praderas, etc., aunque poseen valor de uso, carecen de valor, en tanto que éste último depende del trabajo humano.

Aquí cabe agregar que Marx exteriorizó una idea muy actual sobre la tierra como patrimonio intergeneracional de la humanidad:

"Ni siguiera toda una sociedad, una nación o, es más, todas las sociedades contemporáneas reunidas, son propietarias de la tierra. Sólo son sus poseedores, sus usufructuarios, y deben legarla mejorada, como «buenos padres de familia», a las generaciones venideras".¹

Por otro lado, Marx consideró, al igual que Ricardo, que las necesidades humanas están determinadas histórica y culturalmente, aunque también incluyó factores naturales como el clima y la geografía, en tal determinación. Esta consideración importa en esta discusión, en tanto que las necesidades humanas están en la base de los sistemas productivos y el funcionamiento de éstos está profundamente vinculado a la problemática ambiental.

Asimismo, Marx estuvo conciente del deterioro natural producto de la relación sociedad-naturaleza prevaleciente en ciertas culturas (Tamames, 1985), aunque en su época era difícil prever la crisis ambiental que hoy padece todo el planeta.

Por su parte, Engels tiene una posición ambivalente respecto a la relación del hombre con la naturaleza, ya que por un lado cree en la posibilidad de un crecimiento ininterrumpido de las fuerzas productivas que darán lugar a una producción ilimitada (*Anti Dühring*, 1975, p. 274), y también en un control de las implicaciones naturales de la producción, mediante el conocimiento científico, y

¹ Marx, K. (1991) p. 987.

por el otro, reconoce que el hombre es parte de la naturaleza y advierte sobre las posibles venganzas de ella, ante las victorias humanas y su aparente dominio sobre la naturaleza (*El papel del trabajo en la transformación del mono en hombre*, p. 14.)

Por otra parte, en "La situación de la clase obrera en Inglaterra", Engels describe el grave deterioro del ambiente urbano y la contaminación de los ríos, en las ciudades industriales de Inglaterra, hacia mediados del siglo XIX, así como las repercusiones en la salud y la calidad de vida de los trabajadores.

En otra obra, Engels generaliza estas observaciones señalando que:

"El auge de la industria sobre bases capitalistas convirtió la pobreza y la miseria de las masas trabajadoras en condición de vida de la sociedad".²

Por supuesto que actualmente la situación de la clase trabajadora en Inglaterra y los demás países industrializados ha cambiado radicalmente para bien, habiéndose alcanzado niveles de vida decorosos para la mayoría de su población. Sin embargo, la situación de pobreza que hoy día agobia a la mayor parte de la humanidad, principalmente en los países no industrializados, así como la gravedad de la crisis ambiental que vive el planeta, imponen nuevos retos teóricos al marxismo contemporáneo, cuyas respuestas más relevantes analizamos a continuación.

Gran parte de la investigación marxista que se realiza actualmente está centrada en la discusión de los problemas clásicos del marxismo³: el problema de la transformación de los valores a precios, la tendencia decreciente de la tasa de ganancia, etc. Esto parece reflejar que la problemática ambiental de hoy, todavía no ha logrado permear dentro de la corriente principal del marxismo de una manera importante. Es decir, se advierte que, al igual que en el marxismo clásico, en el contemporáneo hay un vacío con relación al análisis de las interdependencias entre los procesos sociales y los naturales (Martínez Alier y Schlüpmann, 1991; Leff, 1994).

Lo anterior no significa, por supuesto, la ausencia total de reflexiones que confronten los problemas ambientales de hoy con la teoría marxista, pero las respuestas aún son insuficientes y no existe un acuerdo entre ellas. Grundmann (1992) señala la existencia de tres posiciones marxistas (no muy claramente definidas) al respecto: 1) la "disidencia marxista", que postula la necesidad de abandonar aspectos centrales de la teoría marxista, debido a que ésta no da respuestas satisfactorias a las serias cuestiones ecológicas; 2) la "ortodoxia marxista", que insiste en defender los postulados principales de tal cuerpo teórico; y, 3) un tercer grupo que acepta la gravedad del reto ambiental, pero que al mismo tiempo piensa que el marxismo contiene las respuestas apropiadas.

² Engels, F. (1975) p. 249.

³ Véase por ejemplo, Cockshott *et al.*, 1995; Moseley, 1994; y Mohun, 1994.

Uno de los conceptos principales de la teoría marxista alrededor del cual gira gran parte de la discusión ambiental, es la noción de fuerzas productivas, entre las cuales la tecnología juega un papel protagónico. Marx y Engels pensaban que el incremento de la producción dependería de un aumento de las fuerzas productivas (Martínez y Schlüpmann, 1991). De aquí se desprende que mientras el progreso técnico pudiera mantenerse, la producción podría crecer ilimitadamente.

Varios autores (De la Cruz, 1987; Wallerstein, 1989; etc.) han criticado el desarrollismo que subyace en varios de los planteamientos marxistas, especialmente en relación al desarrollo de las fuerzas productivas. El mismo Grundmann, en la obra citada, reconoce la existencia de un evolucionismo en las ideas de Marx sobre la tecnología, y de una vinculación de ésta con su idea del comunismo, en donde se plantea que ahí los hombres podrán alcanzar su plena realización en virtud de la culminación del control sobre la naturaleza.

Complementariamente, dentro de la discusión marxista de la problemática ambiental, parece existir cierta falta de disposición a modificar la noción de fuerzas productivas para incorporar los aspectos ecológicos. Como señalan Martínez Alier y Schlüpmann en el trabajo citado, se distinguen dos tipos de obstáculos importantes: a) epistemológicos, vinculados al uso de conceptos de la economía clásica, y b) ideológicos, relacionados a una posible transición al comunismo.

Respecto al uso de categorías de la economía clásica, particularmente la teoría del valor trabajo, ellas le permitieron al marxismo descubrir la explotación del trabajo en el capitalismo, como origen de la ganancia capitalista y, por tanto, como mecanismo para la reproducción ampliada del sistema. Aun esta perspectiva permitiría entender el proceso de degradación ambiental como un efecto de la racionalidad capitalista que, con el fin de mantener la acumulación de capital, incrementa sus demandas de materiales y energía al medio natural, al grado de sobrepasar los ritmos de producción y regeneración de los ecosistemas. Sin embargo, la falta de una visión ecológica en esta perspectiva marxista le ha impedido percibir los límites que la naturaleza impone al proceso de acumulación de capital. Pero además ha faltado en la teoría marxista, la incorporación del elemento cultural como factor interactuante con la dinámica de los ecosistemas, en el proceso de transformación de la naturaleza para la producción de valor. Como lo menciona Leff (1994), esta incorporación también contribuiría a una nueva racionalidad social y productiva.

Con relación a los obstáculos representados por la ideología del comunismo, que implica la interpretación marxista de la historia en términos progresistas, como siguiendo un patrón, Lipietz señala la existencia de la determinación de la segunda ley de la termodinámica que, en todo caso, daría otra tendencia a la historia, sólo evitable con una conciencia autocrítica:

"... if history were to be seen as following a path, it would be in accordance with the second principle of thermodynamics: the history of an

inexorable growth of entropy, the history of a deterioration. Only a selfcritical human consciousness could slow or reverse this deterioration."⁴

Pero por otra parte, la perspectiva marxista ha permitido rebatir la postura extrema del ecocentrismo, que prioriza a la naturaleza en relación con los seres humanos y exige un conservacionismo a ultranza a fin de respetar la complejidad de los ecosistemas "por sí mismos". Grundmann, en el trabajo citado, acertadamente responde que Marx siempre criticó al romanticismo naturalista y postuló el inevitable antropocentrismo en la relación del hombre con la naturaleza. Grundmann agrega que las nociones de "balance", "complejidad" o "belleza", como características de la naturaleza, son inherentes a una visión humana de aquélla, por lo que es el hombre el interesado en mantener esos atributos. En este sentido, la postura ecocéntrica es inconsistente al pretender ubicarse en una referencia puramente natural y acabar usando, necesariamente, una perspectiva humana.

Sin embargo, Grundmann se excede en su postura antropocéntrica, y al defender la posición marxista de que la condición humana implica vivir en la naturaleza y al mismo tiempo en contra de ella, parece adoptar la misma visión progresista sobre la tecnología, cuyas críticas se expusieron anteriormente. Así, este autor llega a plantear desde una posición poco defendible a nuestro juicio, que debe abandonarse la idea que considera al capitalismo como origen del deterioro ecológico y que además no es posible esperar una relación armónica entre la naturaleza y el hombre.

Sobre este planteamiento, sólo agregaremos que es difícil no atribuirle al capitalismo un carácter de causalidad en la actual crisis ambiental, cuando el mismo Grundmann propone como factores explicativos de los problemas ecológicos a: las consecuencias no intencionadas de la acción humana, la tecnología, el crecimiento económico, las externalidades y la racionalidad individual que conduce a la irracionalidad colectiva; y todos estos elementos (a excepción del primero) se han incrementado en el capitalismo, a tal grado que la presión resultante sobre los recursos naturales ha creado problemas globales nunca vistos en la historia humana. Además, nos parece que predecir si la humanidad logrará o no una relación armónica con la naturaleza, depende de lo que se entiende por "armonía", y si por ella se quiere significar el reconocimiento de los ritmos naturales y el intento de ajustar la actividad económica a ellos, creemos que es la única alternativa para prolongar la permanencia humana en la tierra.

Existen, por otra parte, planteamientos adicionales desde la óptica marxista que enriquecen el debate ambiental. Así, por ejemplo, Altvater (1993) propone el análisis del valor de uso, en una interacción de entropía creciente, como punto de partida de una crítica de la economía política. En este planteamiento que incorpora conceptos de la termodinámica, los valores de uso cumplen dos condiciones: a)

⁴ Lipietz, A. (1996), p. 331.

son materiales o energía con baja entropía o alto orden, b) el orden debe estar referido a la satisfacción de necesidades humanas.

Asimismo, la adquisición de la propiedad del valor de uso, como regla, requiere determinado gasto energético, especialmente a través del trabajo, que separa o recombina los materiales aumentando su orden y permitiendo su utilización o reutilización.

En esta perspectiva, no puede definirse un valor de uso sin considerar al ambiente social y natural. Así, esta incorporación de factores biofísicos al análisis del valor de uso, permite explicar el desarrollo humano como un proceso que, al producir y consumir los valores de uso, incrementa la entropía del ambiente. Sin embargo, respecto al concepto marxista del valor y su relación con los procesos naturales, Altvater adopta una posición ortodoxa, en tanto que afirma, siguiendo a Marx, que la naturaleza no puede crear valor, entendido éste sólo como una relación social.

Adicionalmente, Altvater, retomando el "marxismo ecológico" de James O'Connor, describe la posibilidad de una crisis de subproducción debida a la consideración de los costos crecientes de reproducir las condiciones de producción —asociadas a la disponibilidad de materiales y energía, en forma de caminos, puentes, educación, seguridad social, etc.— que generalmente corren a cargo del estado, como producción de bienes públicos, en virtud de que éstos no son rentables para el capital privado. Así, éste utiliza dichos bienes como si estuvieran disponibles ilimitadamente, ya que no entran en la escasez económica, es decir, al mercado, y por ello no hay control "racional" de su uso. Desde este punto de vista, la degradación ecológica puede ser el reverso del proceso de crecimiento económico, cuando los costos ambientales se descargan en la sociedad. Pero en cuanto los costos del daño ambiental son internalizados, los incrementos de inversión en capital constante y en capital variable, sin un aumento compensatorio en la tasa de plusvalor, pueden conducir a una caída en la tasa de ganancia. Como contrapartida, se provocaría una crisis de subproducción, para contrarrestar una crisis de sobreproducción.

Lo que agrega Altvater es que la subproducción por causas ecológicas, no debe ser analíticamente separada de la sobreproducción por causas económicas, en planteamientos marxistas alternativos, en tanto los procesos ecológicos y los económicos se afectan mutuamente.

Aunque Altvater no se muestra muy convencido con el concepto de subproducción por encontrarle algunos problemas teóricos, como el hecho de que implica la reproducibilidad y reversibilidad de procesos que por naturaleza son irreversibles, acaba por proponerlo como una estrategia para evitar la sobreproducción económica.

No obstante que esta visión aporta una explicación de los problemas ambientales, en función de la demanda creciente de los bienes públicos que

constituyen las condiciones de producción, no parece estar muy clara la relación de la crisis de subproducción, desde el punto de vista empírico, con el carácter cíclico de las crisis económicas, por un lado, y con la tendencia creciente de la crisis ambiental, por el otro.

De acuerdo con lo expuesto en esta sección, las respuestas marxistas de hoy, a la problemática ambiental, no muestran una coincidencia total en cuanto a la profundidad en la que aquélla afecta a la estructura teórica del marxismo. Sin embargo, la mayoría de los planteamientos analizados parecen estar de acuerdo en la necesidad de incorporar a la teoría marxista, los elementos ecológicos - y los culturales, agrega Leff (1994)-, que le permitan construir un nuevo paradigma productivo tendiente a valorar los recursos naturales y socioambientales y a proponer una participación democrática en su gestión y apropiación.

Como se ha mostrado anteriormente, al inscribirse los orígenes del marxismo en la perspectiva de la economía política clásica, su visión ha sido más bien interdisciplinaria. Actualmente, la complejidad de la problemática ambiental exige ampliar esta visión también hacia las ciencias biofísicas. Adicionalmente, en nuestra opinión, lo que el mundo de hoy parece requerir no es tanto la construcción de una nueva utopía (¿o utopías?) lejana que quizá nunca cristalice, sino más bien enfatizar las formas intermedias de cambio social que, tendiendo a mejorar la calidad de vida, supere también la racionalidad económica dominante, o irracionalidad productivista.

En este sentido, el principal reto del marxismo actual, nos parece que consiste en la reelaboración de su cuerpo teórico para que no sólo se constituya en una crítica de la economía política y permita la comprensión de los límites y de los efectos socioambientales de la presente etapa capitalista de globalización, sino que plantee formas concretas de acceder a una equidad intra e intergeneracional, a partir de la revaloración e incorporación de la diversidad de los patrimonios ecológicos y culturales de las sociedades humanas.

2.2.2 La economía ambiental.

A partir de la década de 1960s, se empezó a desarrollar, dentro de la corriente neoclásica dominante, una rama dedicada a afrontar los graves problemas del deterioro del ambiente natural. Sin embargo, algunos principios de la economía ambiental pueden encontrarse en planteamientos económicos hasta del siglo XVIII (Turner, Pearce y Bateman, 1993). Cabe agregar que la economía ambiental no se considera como un cuerpo teórico rígido, sino en permanente cambio, refinamiento y discusión.

En esta perspectiva se considera que el medio natural desempeña una serie de funciones importantes para el bienestar humano. Para Pearce (1985) estas funciones son:

1. Proporciona bienes naturales finales, tales como paisajes hermosos.
2. Provee de recursos naturales usados para crear bienes económicos.
3. Constituye un resumidero para los desechos de la actividad económica.
4. Actúa como un sistema integrado y muy sensible, para el mantenimiento de la vida en la tierra.

Si se consideran sólo las tres primeras funciones del ambiente natural, la economía ambiental puede enmarcarse dentro de la economía del bienestar, la cual tiene la finalidad de evaluar la configuración óptima de una economía en términos de precios, cantidades de productos e insumos.

Con referencia a las funciones 1 y 3, provisión de bienes finales y vertedero de residuos, éstas no se llevan a cabo en el mercado generalmente, por lo que su precio es cero. Sin embargo, su "precio sombra" —el que existiría si tales funciones se realizaran en el mercado— es positivo, ya que el uso del ambiente de este modo evita su uso con otra finalidad (bajo ciertas condiciones). Un ejemplo de esto sería un lago que en situación de contaminación extrema, evita la pesca.

Respecto a la función 2, provisión de recursos naturales, éstos se toman del ambiente y se envían al mercado para su consumo intermedio o final. Por ello, la mayoría de los recursos naturales tienen precios de mercado, aunque algunos de ellos como la energía solar, no los tienen.

De esta manera, las funciones ambientales son ejemplos de bienes que tienen precios, que pueden o no ser óptimos, o no los tienen porque no se venden en el mercado. En este último caso, el precio de cero no es óptimo. De acuerdo con esto, los problemas ambientales pueden tratarse como problemas de la determinación no óptima de los precios y por ello encajar dentro de la economía del bienestar.

Dentro de este enfoque, un concepto importante a considerar es el de excedente del consumidor (EC), el cual trata de medir la ganancia o la pérdida de bienestar que experimenta un individuo cuando se modifica su situación por un cambio de precio o de cantidad.

Aquí cabe también señalar que las medidas de política económica, generalmente mejoran la posición de algunas personas y empeora la posición de otras, es decir, implicarán beneficios para algunos y costos para otros. Sin embargo, puede haber una situación en la que una política mejora por lo menos la posición de algunas personas sin empeorar la posición de nadie. Esta situación constituye un mejoramiento de Pareto.

Si se considera la suma de los EC de quienes ganan y también la suma de los EC de los que pierden, se podrían dar tres casos:

a) La suma de los EC de los ganadores supera a la suma de los EC de los perdedores:

$$\Sigma_G EC > \Sigma_P EC$$

b) La suma de los EC de los ganadores es menor que la suma de los EC de los perdedores:

$$\Sigma_G EC < \Sigma_P EC$$

c) Las dos sumas son iguales:

$$\Sigma_G EC = \Sigma_P EC$$

El caso a) representa un mejoramiento de Pareto; el caso b) sería un deterioro de Pareto, y el c) implicaría una política que no modificaría la situación actual.

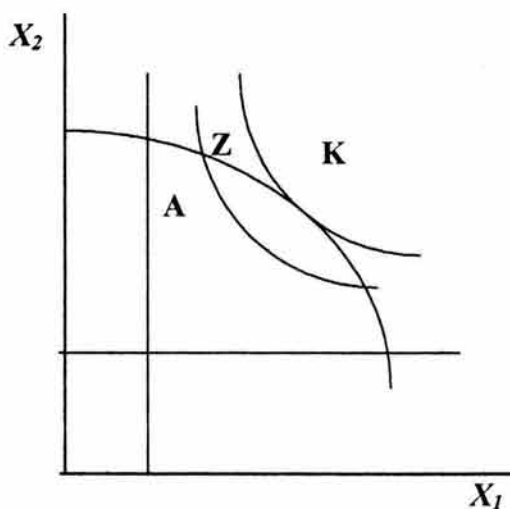
Aquí se puede agregar que un óptimo de Pareto se dará cuando resulte imposible aumentar los excedentes de algunas personas sin disminuir los de otros.

En el caso de una economía con dos productos, x_1 y x_2 , y dos agentes A y B, para lograr un óptimo de Pareto se requiere que las tasas marginales de sustitución (TMgS) de cada individuo, sean iguales entre sí y también iguales a la tasa marginal de transformación (TMgT) de los productos, es decir:

$$TMgS^A_{x_1, x_2} = TMgS^B_{x_1, x_2} = TMgT_{x_1, x_2}$$

La figura 2.1 muestra la gráfica de la igualación de las tasas marginales de sustitución de cada individuo, con la tasa marginal de transformación, que a su vez equivale a la pendiente de la curva de transformación.

Fig. 2.1
Condiciones para un óptimo de Pareto



Fuente: Pearce (1985)

Esto también se puede expresar diciendo que todos los precios igualan al costo marginal, o sea:

$$P_x = CMg_x$$

Considerando que esta situación se da bajo competencia perfecta, ya que así se maximiza el beneficio de las empresas, entonces se puede establecer que la competencia perfecta maximiza el bienestar en el sentido de que garantiza un óptimo de Pareto.

Pero esta conclusión debe modificarse debido a las imperfecciones de los mercados reales, tales como las diferencias existentes entre el costo marginal privado y el verdadero costo de producción para la sociedad, en virtud de factores tales como la contaminación.

El enfoque económico de la contaminación se basa, en gran parte, en la idea de que los precios de los productos pueden y deben ajustarse para reflejar los costos sociales de dicha contaminación.

Generalizando, se puede introducir aquí el concepto de externalidad como aquel efecto que se produce cuando existe una interdependencia entre dos agentes económicos y no se fija ningún precio a tal interdependencia. Ejemplos de externalidades serían las fogatas públicas, las panorámicas feas, etc.

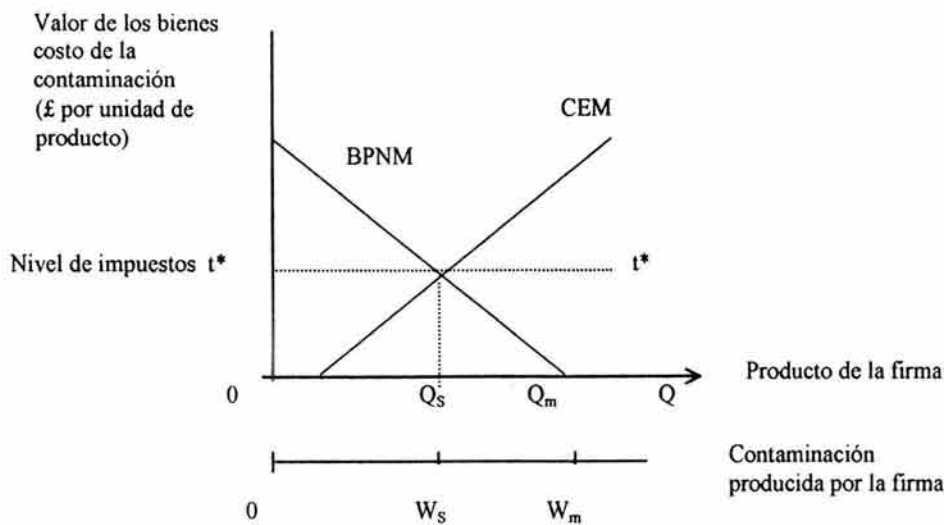
Así, la existencia de externalidades significará que no puede alcanzarse el óptimo de Pareto, a menos que el mecanismo de los precios incluya algunos procedimientos de ajuste automático para la corrección de tales externalidades.

En otras palabras, para que exista un óptimo de Pareto en presencia de externalidades, se requiere la igualdad de los productos marginales sociales, los cuales contemplan los efectos de un agente económico sobre otro.

Una de las formas de ajustar los precios, a fin de que incorporen las externalidades negativas y puedan reflejar los costos sociales inherentes, es a través de los llamados impuestos Pigovianos. La manera en que opera el mecanismo de tales impuestos es explicada por Turner, Pearce y Bateman (1993) a través de la gráfica de la figura 2.2.

En esta situación, el gobierno impone a una firma contaminadora un impuesto t^* , equivalente al costo del daño de la contaminación en el Punto Q_s , el cual es el cruce de las curvas correspondientes al beneficio privado neto marginal (BPNM) y al costo externo marginal (CEM), y por tanto, en este punto ambos valores se igualan. De este modo, si la firma produce algún producto mayor que Q_s , la cantidad de beneficio que percibe es menor que el impuesto que debe pagar por tal producto. Así, la firma tiene un incentivo económico para reducir su producto hasta Q_s , y con ello reducir la contaminación al nivel óptimo W_s .

Fig. 2.2
El impuesto por contaminación óptimo



Fuente: Turner, Pearce y Bateman, (1993)

En este planteamiento se señalan ciertas ventajas para los impuestos por contaminación, como los siguientes: Primero, debido a que estos impuestos pueden ser administrados por el marco impositivo ya existente, hay un menor riesgo de evasión comparado con el sistema de estándares por emisión que requiere inspección *in situ*. Segundo, existe un incentivo para que la firma reduzca sus emisiones, ya que al ser éstas menores, los impuestos disminuirán. Tercero, también se incentiva la creación de fondos para investigación y desarrollo tecnológico para abatir la contaminación.

A pesar de que teóricamente los impuestos Pigovianos contribuyen a una situación social óptima, en la práctica existen serios problemas para su instrumentación, debido principalmente a las dificultades de evaluar los costos del daño asociado con algún contaminante en particular. Una complicación adicional se presenta al calcular el impuesto óptimo, ya que se requiere conocer el valor del beneficio de los bienes producidos, lo cual probablemente conducirá a conflictos entre los grupos de interés. Además, existen problemas para determinar la proporción justa de los impuestos a repartir entre productores y consumidores de los bienes vinculados a la contaminación, lo cual está ligado con la elasticidad de la demanda de tales bienes. También existe el riesgo de que tales impuestos puedan ser regresivos en términos distributivos al afectar proporcionalmente más a los consumidores pobres que a los ricos, aunque esto pueda ser contrarrestado por compensaciones gubernamentales.

Por otro lado, es importante considerar que cuando un país decide unilateralmente gravar con impuestos a la contaminación, los bienes afectados quedan en desventaja respecto a los correspondientes bienes importados que carezcan de tales impuestos. Aunque la firma de un acuerdo internacional entre los países productores de tales bienes podría parecer una solución, ésta no es tan

fácil ya que existen entre ellos enormes diferencias económicas, políticas y tecnológicas que obstaculizan dicho acuerdo.

En este nivel de la exposición, es conveniente agregar alguna mención sobre los diversos métodos de valoración económica del medio ambiente, que el enfoque neoclásico ofrece.

La valoración económica, según Azqueta (1994), es un proceso sumamente complejo que plantea problemas de orden ético que rebasan el marco de la economía, pero que no se pueden pasar por alto. Tal proceso se propone brindar un indicador de la importancia del medio ambiente en el bienestar de la sociedad.

Respecto a estas implicaciones éticas de la valoración económica, Azqueta da respuesta a tres cuestiones básicas:

1. ¿Qué da valor al medio ambiente?

Aquí hay que tomar en cuenta tanto la posición ecocéntrica que asigna valor al medio natural por sí mismo, como la posición antropocéntrica que propone que es el ser humano el que otorga valor a la naturaleza. Obviamente, los métodos económicos de valoración ambiental se apoyan en esta última posición.

2. ¿Quién expresa estos valores?

En esta cuestión caben dos direcciones: espacio y tiempo. El primer caso se refiere a la cuestión distributiva intrageneracional y el segundo a la equidad intergeneracional. Se trata de buscar mecanismos de asignación justa de los costos y beneficios ambientales.

3. ¿Cómo se expresan estos valores?

La valoración que se realiza a través de los métodos del análisis económico, es del tipo de un supuesto mercado existente. Sin embargo, a fin de evitar los aspectos más discutibles de tal valoración, se normaliza el aspecto distributivo y se combina la expresión de las preferencias individuales con las colectivas. Los métodos de valoración que se emplean generalmente son los siguientes:

a) Método de los costos evitados o inducidos.

Cuando un bien ambiental constituye un insumo en la producción de un bien privado, pueden calcularse los beneficios o costos generados por un cambio en la calidad del bien ambiental, mediante la variación correspondiente en la productividad del bien privado.

b) Método del costo de viaje.

Este método se aplica a la valoración de áreas naturales que cumplen un papel de recreación en la función de utilidad familiar. Se supone que el visitante incurre en un costo de viaje al visitar el área natural, aunque no se cobre el ingreso a ésta. Se trata de usar estos datos para estimar la curva de demanda del bien natural y analizar los cambios en el excedente del consumidor ante una modificación de dicho bien.

c) Método de los precios hedónicos.

Muchos bienes ambientales forman parte de los atributos de un bien privado. Los precios hedónicos intentan descubrir todos los atributos que explican el precio de un bien y distinguir la importancia relativa de cada uno de ellos. Por ejemplo, si se tuvieran dos viviendas iguales en todas sus características excepto en el nivel de ruido, la diferencia de precio entre ellas reflejaría el valor de ese atributo, el cual carece de un precio explícito en el mercado.

d) Método de la valoración contingente.

Se trata de obtener la información valorativa a través de preguntas directas a las personas sobre el cambio en su bienestar ocurrido o esperado, por la modificación en la oferta de un bien ambiental. Esto se hace mediante entrevistas, cuestionarios, etc.

Una vez esbozados los métodos de valoración económica del medio ambiente, cabe preguntarse ¿cuáles son sus límites? Azqueta reconoce que hay límites reales a la economía, impuestos por la ley de la entropía. En este sentido, la valoración económica no puede ser aplicada en aquellos casos en los que la ecología marca una restricción insalvable; pero hay muchos problemas ambientales en los que aún hay posibilidades de elegir, y ahí pueden ser útiles los métodos de valoración económica.

Parece pertinente agregar aquí que los métodos de valoración económica contienen una limitación adicional a lo antes señalado: aparentan estar diseñados más bien para las sociedades ricas que para las pobres. La mayoría de los métodos, por su estructura, encontrarían serias dificultades para ser aplicados a comunidades rurales o urbanas marginadas, las cuales sufren también complejos problemas ambientales.

Mencionaremos adicionalmente, desde el punto de vista de la teoría económica convencional, dos temas que son relevantes para la problemática ambiental: el crecimiento económico y el desarrollo.

Desde hace varias décadas y especialmente a partir de la publicación del libro "Los límites del crecimiento", en 1972, en el debate ambientalista se han

expresado fuertes críticas al crecimiento económico, como responsable de la crisis ambiental.

La postura neoclásica, sin embargo, niega que las causas de la degradación ambiental deban atribuirse al crecimiento económico, tal como lo señala Panayotou (1994), añadiendo que más bien aquélla se debe a las fallas de las políticas y los mercados. Este autor agrega que pretender cambiar los valores de la gente y prohibir el crecimiento, es algo utópico, y es producto de una fijación en las manifestaciones y síntomas físicos de la degradación ambiental, más que en sus causas radicales. Estas se refieren a que los mercados tienen distorsiones y no abarcan lo referente a los recursos naturales y el medio ambiente. Entonces, el papel del Estado consiste en instituir las reglas del juego y alentar la competencia, la eficiencia y la conservación. Así, el crecimiento económico se puede sostener si está basado en el aumento de la eficiencia y la productividad.

A pesar de que estos planteamientos implican una gran fe en el mercado y en el desarrollo tecnológico que posibilitará un crecimiento continuo de la productividad, Panayotou admite que el crecimiento económico da lugar a costos y, al parecer, contradictoriamente señala que:

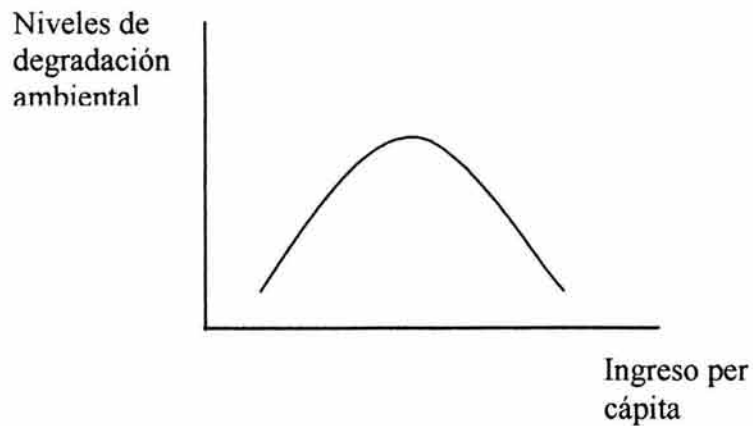
"El crecimiento económico (...) también tiene sus costos: agotamiento de los recursos, degradación del medio ambiente, perturbaciones ecológicas y una desigualdad generalizada, sobre todo en la etapa de despegue."⁵

Asimismo, este autor reconoce, en un ejemplo de administración de un área natural, que el mercado en ciertos problemas ambientales, no es la mejor solución y que el Estado junto con las comunidades, pueden ser buenos gestores del medio ambiente, lo cual parece oponerse a lo señalado por él anteriormente.

Otro aspecto importante sobre la discusión entre crecimiento y medio ambiente, lo constituye el planteamiento de la curva ambiental de Kuznets (Fig. 2.3), el cual establece que los niveles de degradación ambiental aumentan con el crecimiento económico, sólo hasta cierto punto, a partir del cual dicha degradación decae. El argumento justificatorio de la curva es que, por un lado, la experiencia histórica de los países industrializados muestra que el crecimiento económico está vinculado con un incremento en el sector de los servicios y con la producción de alta tecnología, los cuales tienden a ser ambientalmente más adecuados que la producción en las primeras etapas de industrialización; y por otro lado, debido al mayor ingreso de los individuos, éstos están más dispuestos a pagar por un ambiente más limpio y también los gobiernos pueden captar más impuestos orientados a la protección ambiental.

⁵ Panayotou, T. (1994) p. 187.

Fig. 2.3
Curva ambiental de Kuznets



Fuente: Zadek y Haas (1996)

En una crítica reciente a tales planteamientos, Zadek y Haas (1996) señalan entre otras cosas, que:

1. Existen estudios empíricos que muestran que la forma de la curva de Kuznets no es uniforme para diferentes contaminantes, y que aún para un mismo contaminante, diversos estudios producen distintos puntos máximos, lo cual pone en duda los resultados.

2. Muchos efectos ambientales importantes de la intensificación productiva no han sido considerados, como por ejemplo, los contaminantes que afectan la capa de ozono y el efecto invernadero, los desechos industriales, la degradación del suelo, la deforestación y la pérdida de la biodiversidad.

3. Hay una gran sensibilidad de los resultados a las fuentes de datos, por lo que dependiendo de tales fuentes, ciertas variables pueden o no adoptar la forma de la curva de Kuznets.

4. En ciertos casos, un indicador puede alcanzar un punto máximo después del cual decae y sin embargo, posteriormente volver a incrementarse.

Adicionalmente, los autores citados mencionan que hay evidencias de que la riqueza generada por el crecimiento económico no es asignada necesariamente a la protección ambiental, en la misma proporción en que se deteriora el ambiente.

A la crítica expuesta, nos parece pertinente agregar las siguientes cuestiones: ¿cuántos años de crecimiento económico tendrían que esperar los países pobres para alcanzar los ingresos *per cápita* requeridos para que empiece a revertirse la

degradación ambiental?, y además, los ecosistemas locales ¿estarán en posibilidades de recuperarse?

Por otro lado, y en virtud de que muchos autores señalan que la crisis ambiental plantea la necesidad de redefinir el desarrollo humano, cabe examinar algunos planteamientos básicos que sobre la noción de desarrollo propone explícita o implícitamente la teoría económica.

El desarrollo económico, según Bell (1993), entendido como progreso regular y creciente prosperidad, existía ya como preocupación desde la época de los economistas clásicos. Sin embargo, es a partir del período posterior a la Segunda Guerra Mundial que las condiciones de pobreza y atraso de muchos países, generaron un enorme interés y preocupación en occidente y propiciaron el surgimiento de la rama de la economía conocida como Economía del Desarrollo.

Aunque este autor reconoce que reducir el problema del desarrollo económico a la construcción de una sociedad industrializada, es simplificarlo porque ello deja de lado aspectos tales como la realización del potencial individual, la dignidad, la libertad y la satisfacción en el trabajo; de hecho plantea que parecen existir fuertes vínculos entre el grado de industrialización y al menos, algunas características de una vida satisfactoria para la mayoría de la población. Asimismo, se argumenta que los países pobres inician el proceso de desarrollo en un mundo en el cual ya existen los países ricos, por lo cual se deja implícita la existencia de un "efecto demostración", en el que los países pobres no sólo contemplan que se puede ser rico, sino también que para lograrlo deben industrializarse.

Por su parte, Krugman (1992) señala que la Economía del Desarrollo, que surgió durante los 1950s y que pretendía explicar por qué algunos países son más pobres que otros y cómo los primeros pueden llegar a ser ricos, ya no existe en la actualidad. Hoy, son pocos los economistas que ofrecen explicaciones sobre la pobreza y la manera de superarla.

Lo que Krugman propone es recuperar las ideas centrales de aquella teoría del desarrollo, las cuales se referían a conceptos tales como, economías externas, complementariedad estratégica y desarrollo económico. Estas ideas no sólo son intelectualmente válidas hoy, sino también pueden tener aplicaciones prácticas.

Sin embargo, el enfoque de esta renaciente Economía del Desarrollo, según Basu (1984), es menos ambicioso que el de su predecesora, ya que trata más del corto que del largo plazo y se orienta a los problemas y estructura del subdesarrollo y no exactamente al proceso de desarrollo.

Lo que parecen mostrar los planteamientos de los autores citados, es que no hay una clarificación teórica del concepto de desarrollo, por lo que, en mayor o menor grado, se toma implícitamente como referencia deseable para los países pobres, la situación de los países industrializados, sin considerar que una de las lecciones de la problemática de los recursos y del medio natural es que es

materialmente imposible para todos los países del mundo tener los estándares de vida y de consumo que tienen los países industrializados. Además, hay evidencias de que el tipo de vida en estos últimos países, si bien es cierto que ha propiciado la disminución notable de muchas de las enfermedades propias de la pobreza, también lo es que otras propias de la riqueza (del corazón y mentales, por ejemplo) se incrementan significativamente. A esto habría que agregar en lo social, el aumento en los índices de divorcios, drogadicción, suicidios, asesinatos, asaltos y de la violencia en general. Cabe recordar también las importantes críticas hechas a la sociedad industrial por diversos autores ya desde el siglo XIX, tales como S. Mill y Marx, y en el siglo XX, por Freud, Marcuse y más recientemente por Habermas, entre muchos otros. En estas críticas se destacan las características de la enajenación del individuo, la competencia y el egoísmo exagerados, la represión individual y social, la soledad, el estrés, la falta de solidaridad, la manipulación y la libertad aparente, el consumismo y, en síntesis, la deshumanización del hombre contemporáneo en la sociedad industrial.

¿Constituye esto un modelo de desarrollo digno de ser imitado por los países pobres? Nuestra opinión es que no, y al igual que la diversidad biológica, la diversidad cultural debe considerarse como un activo importante para que cada país, a partir de una redefinición de sus ideas de riqueza y de pobreza, plantee sus propias vías de mejoramiento material y cultural, sin que esto signifique una pretensión de aislamiento que, por otra parte, sería imposible e indeseable en el mundo de hoy.

Adicionalmente, se puede apreciar en la propuesta teórica de la Economía del Desarrollo, que los países son vistos fundamentalmente como sistemas aislados, espacial y temporalmente; se descuida un contexto que contemple la red de interrelaciones entre los países, su dinámica y su conexión con los factores internos, para explicar la situación de pobreza de algunos países, y también la de riqueza de otros.

Lo expuesto en esta sección, la visión ambiental desde el punto de vista de la economía neoclásica esencialmente, ha tenido diversas críticas desde otros paradigmas económicos, y aun dentro de la propia corriente dominante. Galindo y Malgesini (1994) recogen algunas de tales críticas, las cuales se exponen a continuación:

1. No existen mercados de medio ambiente, ni es posible que existan. El medio ambiente no es una mercancía como otra cualquiera que se adquiere y se consume si se desea y de la que se puede prescindir si uno no desea adquirirla.

2. La evaluación monetaria sólo representa una aproximación de lo que se está dispuesto o se puede pagar. Cualquier estimación monetaria resulta difícil y controvertida, a pesar de las técnicas para determinar los "precios sombra".

3. Si el vertido de residuos, medido por el impacto biológico, es superior a la capacidad de asimilación dada, es imposible eliminar la contaminación con criterios económicos.

4. En el caso de que fuera la salida pagar por contaminar, ¿quiénes deberían pagar y a quiénes? Como ejemplo de la complejidad inherente a muchos problemas ambientales, tomemos el caso del calentamiento global. Existen evidencias de que un poco más del 15% de la población, que concentra la mayor parte de la riqueza mundial, es responsable de casi el 50% de las emisiones de dióxido de carbono que provocan tal calentamiento. Aquí habría que añadir el problema generacional, ya que las generaciones futuras también tienen derechos sobre los recursos ambientales y el análisis económico de externalidades no tiene elementos ni criterios para resolver si pueden o no heredarlos, además de que no se conocen las preferencias futuras

5. Las personas no sólo establecen preferencias que las puedan beneficiar y que expresan exclusivamente en los mercados, sino que también poseen voluntades públicas, como en el caso del medio ambiente, siendo su lugar de manifestación más apropiado el campo político y social. Muchas conductas humanas no son sólo egoístas, sino que igualmente contemplan el interés público o colectivo, por lo que no entrarían dentro de la llamada racionalidad mercantil.

Las críticas anteriores muestran lo limitado del enfoque neoclásico para abordar la problemática ambiental, cuya complejidad difícilmente puede ser aprehendida por un enfoque tan estrictamente disciplinario como el marco neoclásico. Sin embargo, lo que más parece sorprender es la falta de permeabilidad a tales críticas por parte de los economistas neoclásicos, ello quizás porque como lo señala Georgescu-Roegen:

"Los economistas, durante los últimos cien años se han mantenido obstinadamente adheridos a una idea particular: la de la epistemología mecanicista que dominó la orientación de los fundadores de la escuela neoclásica."⁶

Ante esto, resulta alentador sin embargo, el trabajo de diversos autores (A. Gorz, G. Roegen, B. Commoner, etc.) que rebasando los límites de la economía convencional, abordan la problemática ambiental incorporando aspectos de ecología, ética, sociología, etc. (Gutman, 1986). Esto habla de esfuerzos interdisciplinarios por aprehender el carácter diverso, interdependiente y holístico⁷ de los fenómenos ambientales, y constituyen una condición necesaria, aunque no suficiente para la superación de tales fenómenos.

Para concluir este apartado señalaremos que en nuestra opinión, aunque la economía ambiental constituye un esfuerzo importante para enriquecer la teoría neoclásica con la incorporación de aspectos y problemas provenientes de la crisis

⁶ Georgescu Roegen, N. (1975) p. 779.

⁷ Supra, p. 9

ambiental, no ha logrado superar muchas de las limitaciones del enfoque neoclásico. Aún así, pensamos que las críticas antes expuestas a la economía ambiental no constituyen un rechazo total a la disciplina económica, sino más bien a la pretensión de que prácticamente la economía por sí sola es capaz de explicar los problemas del medio ambiente y que el mercado por sí solo es capaz de resolverlos. Creemos que los planteamientos y técnicas de la economía ambiental (probablemente modificados y/o complementados), pueden tener gran utilidad en el abordaje de la problemática ambiental, a condición de que sean parte de un enfoque más amplio, interdisciplinario, que contemple los aportes de diversas disciplinas relacionadas con tal problemática. En tal contexto, puede y debe ser incorporado mucho del bagaje teórico y práctico de la disciplina económica. De acuerdo con esto, creemos que la existencia de un mercado ambiental restringido, definido en el ámbito de los intercambios de bienes y servicios dirigidos a frenar el deterioro ambiental y a mitigar sus efectos más severos, es conveniente y necesario, en el entendido de que funcionará relacionado con, y como complemento de, un estricto marco regulatorio de las implicaciones ambientales de la actividad económica y social, así como de otras acciones correctivas y preventivas de naturaleza extraeconómica. Este planteamiento es fundamental para el presente trabajo, que se ubica en una rama del mercado ambiental mexicano, cuyas características se detallan en el capítulo 4.

2.2.3 La economía ecológica.

Ante las limitaciones del enfoque neoclásico para abordar cabalmente la complejidad de los problemas del medio ambiente, en los últimos años se ha desarrollado una perspectiva que intenta realizar una síntesis entre los instrumentos teóricos y metodológicos de la ecología, especialmente el análisis del flujo de energía, y los instrumentos de la economía, particularmente la economía de los recursos y la economía ambiental. Muchos de los antecedentes de este enfoque, como lo muestran Martínez Alier y Schlüpmann (1991), pueden ser rastreados en diversos trabajos, especialmente de científicos naturales del siglo XIX y XX, que utilizando conceptos y teorías de las ciencias físicas, criticaron a la economía e hicieron planteamientos que hoy día están siendo retomados en la discusión ambiental. Otro antecedente muy anterior puede encontrarse en la distinción aristotélica entre la economía y la crematística, significando con la primera el estudio del uso de la energía y los materiales en la vida humana, y con la segunda, el análisis de las transacciones del mercado. Ya en la época actual, el famoso libro de Nicholas Georgescu-Roegen, "The entropy law and the economic process", publicado en 1971, marcó un hito importante en el desarrollo de la economía ecológica.

Respecto a lo que se entiende hoy día por economía ecológica, no parece haber un acuerdo unánime entre los autores que se inscriben en este enfoque; pero parecen haber ciertas características comunes entre ellos como el empleo de conceptos y teorías físicas —particularmente las leyes de la termodinámica— en la crítica de los fundamentos físicos de la teoría económica y de la forma como ésta aborda la problemática ambiental; y en la propuesta de reconstrucción de la

economía para incorporar unas bases biofísicas más sólidas. La diferencia de matices entre los diversos autores se encuentra más bien en las posturas político-ideológicas que los caracteriza.

Existen varias críticas que la economía ecológica hace a la visión neoclásica de los problemas del ambiente. Se mostrarán a continuación algunas de ellas.

Uno de los supuestos básicos del enfoque ambiental neoclásico es que, a través del mecanismo de los precios, se puede compensar cualquier déficit de materiales o energía. Sin embargo, como lo muestra Georgescu-Roegen (1975), la segunda ley de la termodinámica impone límites al proceso económico, en tanto que éste puede interpretarse como un proceso que incrementa la entropía⁸, es decir, la producción basada en materia de baja entropía que transforma en materia de alta entropía o de energía no aprovechable. Pero la cantidad existente de materia de baja entropía es finita. Por lo tanto, el proceso económico implica el consumo del material de baja entropía, cuyo tiempo de reposición está determinado generalmente por procesos muy largos de tipo geológico. Se está hablando aquí, entonces, del agotamiento de los recursos naturales.

Ante tal agotamiento de los recursos, Solow plantea que ellos pueden ser sustituidos por otros factores de producción, por lo cual:

"The world can, in effect, get along without natural resources"⁹.

La respuesta de Georgescu-Roegen en la obra citada, señala que se requiere una visión equivocada del proceso económico para no percibir que no hay otros factores materiales más que los recursos naturales.

Por otro lado, la fijación de precios requiere la presencia de los agentes económicos en el mercado. Pero las generaciones futuras, afectadas por el consumo actual de recursos naturales, no pueden intervenir en el mercado de hoy, por lo cual surge el problema de cómo establecer la demanda futura. Martínez Alier y Schlüpmann (1991) agregan que la existencia de este conflicto para la teoría neoclásica, no significa desconocer que, en los hechos, el mercado sí asigna recursos a las generaciones venideras, ya que al asignar una parte a la presente generación, deja el sobrante a las que siguen.

⁸ La incorporación del concepto de entropía, derivado de la física, al análisis de los problemas sociales, particularmente económicos, ha sido fuente de una interesante controversia, alimentada en las últimas décadas por los planteamientos ambientalistas. En esta discusión el asunto central se refiere no tanto a la pertinencia del empleo del concepto en el campo de las ciencias sociales, sino más bien a la interpretación de las implicaciones de tal uso. Para una discusión más amplia y reciente del tema en la economía, véase Daly, (1997) y Solow, (1997). También otros destacados autores han aplicado el concepto de entropía a otros campos fuera de la física y la química, como por ej. Prigogine y Stengers, (1983). Para una discusión de la aplicación del concepto de entropía a la sociología, véase Buckley, (1970).

⁹ Solow, R. (1972) p. 11.

Respecto al problema de la productividad, la teoría económica convencional ha argumentado que el aumento de la eficiencia y la productividad provenientes de la innovación tecnológica, puede permitir un crecimiento sostenible que implique un menor consumo de recursos por unidad de producto y una menor degradación ambiental (Panayotou, 1994). Sin embargo, como Georgescu-Roegen subraya, lo que importa realmente no es sólo la implicación del progreso técnico en la productividad, sino el aumento en la tasa de agotamiento de los recursos como efecto de tal progreso.

Otro supuesto de la teoría neoclásica que ha sido criticado, es la independencia de la productividad marginal de los insumos. Esto implica que cada factor de la producción hace una contribución positiva y decreciente al producto, manteniendo constante la utilización de otros factores. Así, el trabajo y el capital son tratados igual que la tierra. Christensen (1989) explica que en la agricultura, al mantener constante la extensión de tierra y aumentar el trabajo, el incremento del producto supone un mayor flujo de materia y energía en él. Por ello, al trasladar esta situación a la manufactura, si el capital fijo es mantenido constante, y se aumenta la mano de obra, para obtener un aumento del producto se necesita también un aumento de materiales y energía. Es decir, existe una complementariedad entre los insumos dentro de la actividad productiva. Así, incrementar un insumo manteniendo los otros constantes es una abstracción matemático-metodológica que poco tiene que ver con la realidad. Por ello, es incorrecto hablar del producto marginal individual, por ejemplo, de los bienes de capital, ya que tal producto no existe.

El enfoque de la economía ecológica ha mostrado también que la eficiencia energética de la agricultura moderna es menor que el de la agricultura tradicional, en virtud de los subsidios de energía que representa, para la primera, el uso de fertilizantes, maquinaria agrícola, insecticidas, etc. Este hecho debería matizar el entusiasmo que, por el incremento de la productividad económica, genera la agricultura moderna.

Ahora bien, dentro de las principales proposiciones que hace la economía ecológica en su interpretación de la problemática ambiental, se encuentran las siguientes:

En virtud de que no existe actualmente una plena certidumbre de los impactos de la limitación de los recursos y la energía en el proceso económico, y a pesar de que las predicciones de Malthus no han sucedido aún a nivel global —aunque muchas partes del mundo están hoy en la trampa malthusiana—, según Costanza (1989) es preferible optar por una conducta prudente y suponer que los límites sí existen. Esto permitiría a la humanidad un menor riesgo de costos futuros.

Por otro lado, la perspectiva biofísica de la economía, que supone Christensen (1989), plantea, a partir de una cierta recuperación del enfoque físico de la producción en los clásicos, una reconsideración de los factores de la producción

desde un punto de vista de los materiales, la energía y la información, dentro de una totalidad social y natural más amplia. Asimismo, esta perspectiva sugiere una fuerte interdependencia física entre los insumos empleados en la producción, los cuales son considerados juntos y no de manera individual. Pero además, se propone que la interdependencia entre economía y medio ambiente requiere la implementación de señales de cantidad sobre límites físicos, y sistemas de regulación fuera del mecanismo de mercado.

En las diversas críticas al enfoque ambiental neoclásico y en las propuestas propias, cabe reconocer una gran dosis de validez en los argumentos de la economía ecológica; no obstante, es pertinente señalar ciertos riesgos en algunos planteamientos.

Así, la idea de desarrollo en Georgescu-Roegen, aparece como idéntico al surgimiento del progreso técnico, a través de tres tipos de innovaciones: económicas, sustitutivas y del espectro, las cuales implican ahorros y sustituciones de energía, en los dos primeros casos, y la introducción de nuevos productos, en el último. El desarrollo entendido así, tiene un gran vínculo con el crecimiento económico, al crear condiciones para la realización de éste. Pero esta noción de desarrollo tiene poco que ver con, y no explica, los aspectos cualitativos de las sociedades humanas, especialmente aquellas características negativas de la sociedad industrial que han sido ampliamente criticadas por diversos pensadores, tal como se mencionó en la sección anterior.

Por su parte Christensen, en el trabajo mencionado, citando a Boulding y coincidiendo con él, señala que el trabajo puede ser visto como un mecanismo cibernético, autodirigido, programable y convertidor de energía. En esta idea parece existir un cierto reduccionismo que deja fuera a los fenómenos sociales que se dan en el proceso productivo y que lo caracterizan también como un espacio político de lucha por apropiación de materia-energía que no puede ser explicada por teorías biofísicas.

Al sobredimensionar el aspecto energético y minimizar lo social, algunos economistas ecológicos corren el riesgo de sustituir, como lo señala Gutman (1986), el análisis de la realidad por una nueva teología y terminar proponiendo una nueva religión energética con credo, sacerdotes y comunión.

Otro riesgo asociado a la sobrevaloración del análisis biofísico en la economía ecológica es subrayado por Martínez Alier y Schlüpmann en la obra citada, al referirse al socialdarwinismo como aquella creencia en la aplicabilidad de las teorías biológicas de la selección natural y de la lucha por la existencia, al caso de las sociedades humanas. Al rechazar estas ideas, dichos autores argumentan que la historia humana es más comprensible como una lucha de clases mediada por las relaciones de producción, que como una adaptación ecológica. Por ello, coincidimos con ellos cuando califican como un reduccionismo condenado al fracaso el intento de explicar el uso humano de la materia y la energía, a partir de un enfoque exclusivo de las ciencias naturales. En otras palabras, la economía no

debe ser reducida a una ecología humana, que sobrevalorando los instrumentos metodológicos de la ecología, intente explicar la realidad de las sociedades humanas.

2.2.4 El desarrollo sustentable.

En los últimos años, en la discusión sobre el medio ambiente y el desarrollo, se ha difundido ampliamente un concepto surgido hacia fines de los 1980s: el desarrollo sostenible o sustentable.

Por encargo de la Organización de las Naciones Unidas, la Comisión Mundial del Medio Ambiente y del Desarrollo, elaboró en 1987 el conocido informe "Nuestro Futuro Común", también conocido como el Informe Brundtland, en el cual se plantea el concepto de desarrollo sostenible. Éste se define como

"...el desarrollo que satisface las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades."¹⁰

Aquí, el informe destaca dos ideas importantes. La primera se refiere al concepto de necesidades, especialmente las necesidades básicas de los pobres, las cuales se deben priorizar. La segunda, considera los límites establecidos por el estado de la tecnología, la organización social y la capacidad del medio natural para satisfacer las necesidades humanas.

Sobre este concepto de sustentabilidad cabe hacer, en principio, dos observaciones: Por una parte, las ideas básicas que incluye el concepto: equidad intergeneracional e intrageneracional, necesidades humanas y límites ecológicos, habían estado ya presentes en el debate ambiental, al menos desde la década de los 1970s. Por la otra, no parece existir un acuerdo unánime sobre el concepto de sustentabilidad, habiendo un amplio espectro de acepciones por parte de diversos autores e instituciones.

Turner, Pearce y Bateman (1993) hablan de dos posiciones extremas: la sostenibilidad "débil" y la sostenibilidad "fuerte". La primera, plantea que el capital natural es simplemente otra forma de capital que no requiere un tratamiento especial, por lo que el desarrollo sostenible así entendido, implica solamente la transferencia de un acervo de capital agregado, que no sea menor al que existe ahora. No importa que haya menos ambiente siempre y cuando se compense con otro tipo de capital, por ejemplo, maquinaria o infraestructura. Esta idea está basada, evidentemente, en el fuerte supuesto de la sustitución perfecta. La sostenibilidad "débil" es defendida por la perspectiva tecnocéntrica, desde el punto de vista de la teoría económica convencional. La segunda, propone que el supuesto de sustitución perfecta no es válido ya que, algunos elementos de capital natural no pueden ser sustituidos, excepto limitadamente, por capital hecho por el

¹⁰ Comisión Mundial del Medio Ambiente y del Desarrollo (1988), p. 67.

hombre. Esta postura corresponde a la perspectiva ecocéntrica, desde la visión de la ecología profunda.

Existen además otras interpretaciones del desarrollo sostenible que muestran ciertos matices divergentes con el concepto propuesto por el Informe Brundtland. Por ejemplo, el Banco Mundial (1992), aunque señala su coincidencia en lo general con el citado informe, agrega que no ha sido fácil darle precisión al concepto y argumenta que no es posible conservar todos los recursos naturales y que las sociedades pueden optar por acumular capital humano o capital físico, por ejemplo, a cambio de la disminución de capital natural, siempre y cuando la acumulación global de capital compense la pérdida de capital natural. En esta idea se puede apreciar una coincidencia con la sostenibilidad "débil", la cual poco considera el punto de vista ecológico y por ello, se hace muy vulnerable a la crítica, como se verá más adelante.

Otra postura interesante es la de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), la cual introduce nuevas formas de capital, tales como el acervo institucional y el acervo cultural, además del capital humano, el capital natural, el capital físico y el capital financiero (CEPAL, 1991). Pero lo más importante es que en vez de subrayar la sustitución perfecta (aunque no negando la sustitución), aquí se pone el énfasis en la necesidad de un equilibrio entre las diversas formas de capital, cuidando las tasas de uso y reproducción de cada una de ellas. Esta idea representa una diferencia cualitativa importante respecto al Banco Mundial y hace pertinente la aclaración de cuáles formas de capital deben ser privilegiadas en el proceso de acumulación y en qué tiempo.

Volviendo al Informe Brundtland, cabe mencionar algunas implicaciones importantes del desarrollo sostenible, que se destacan en el informe.

Aunque se plantea la necesidad de crecimiento económico, sobre todo para los países en los que no se satisfacen las necesidades básicas de la población, también se reconoce que aquél es insuficiente por sí mismo, para lograr el desarrollo sostenible, requiriéndose entonces la inclusión de variables no económicas como la educación y la salud, así como la conservación de la biodiversidad y del paisaje, y la pureza del agua y del aire.

Respecto a la tecnología, el informe guarda prudentes reservas, ya que señala que aun pudiendo resolver algunos problemas inmediatos, puede también ocasionar otros mayores. La ciencia y la tecnología pueden aumentar la capacidad generadora de la base natural, sin embargo hay límites últimos. Además, se propone impulsar la capacidad de innovación tecnológica del Tercer Mundo y reorientar los procesos de desarrollo tecnológico para incorporar los efectos ambientales. A pesar de este último señalamiento y de otras críticas al progreso técnico actual y su vinculación con el consumismo, en otra parte del informe se menciona, contradictoriamente, la necesidad del soporte industrial para satisfacer los niveles de vida contemporáneos.

Adicionalmente, mencionaremos tres ideas del informe que consideramos valiosas.

La primera se refiere al vínculo entre economía y ecología. El informe considera que ambas cuestiones no son necesariamente excluyentes y que sólo son incompatibles cuando el afán de ganancias minimiza las consecuencias sobre los demás, sobre todo las de largo plazo, confiando ciegamente en la capacidad de solución de la ciencia.

La segunda plantea que el origen de muchos problemas ambientales y del desarrollo se debe a una parcialización sectorial en el análisis y en la responsabilidad, que descuida las relaciones intersectoriales y globales. Es decir, lo que está detrás de esta idea es la necesidad de abordar los problemas ambientales con un enfoque sistémico.

La tercera idea sugiere una concepción dinámica del desarrollo sostenible, al considerarlo más como un proceso adaptativo que como un estado definitivo de equilibrio.

En este nivel de la exposición, cabe plantear algunas reflexiones sobre las limitaciones de la noción del desarrollo sostenible, de sus implicaciones y de sus argumentos colaterales. Las críticas han surgido desde posturas muy diversas.

A partir de una posición de la ortodoxia neoclásica, Beckerman (1996) sostiene que al concepto de desarrollo sostenible le falta claridad; y si lo que quiere decir es que debe conservarse el entorno tal como se encuentra hoy, sacrificando todos los demás componentes del bienestar, entonces tal concepto es moralmente repugnante. Esto es en virtud de que no sería justificable invertir recursos para evitar la extinción de, por ejemplo, una sola especie de escarabajos, de las miles existentes, mientras buena parte de la población mundial vive en condiciones de pobreza y en un ambiente degradado. Pero si lo que quiere significar el desarrollo sostenible, es sólo que debe existir una adecuada compensación, por ejemplo en capital manufacturado, cuando se da el agotamiento de ciertos recursos naturales, entonces, lo que se está buscando es la maximización del bienestar social. Así, el "óptimo" es igual a la "sostenibilidad". De este modo, al no aportar nada nuevo el desarrollo sostenible se hace lógicamente redundante. Asimismo, para este autor, no obstante que reconoce la gravedad de ciertos problemas ambientales, el mejor camino para maximizar el bienestar social, es el crecimiento económico.

Nos parece que Beckerman tiene razón en su observación sobre la definición "débil" del desarrollo sostenible, ya que al aceptarse la sustitución perfecta entre las diversas formas de capital, el problema ambiental se reduce a un problema de maximización del bienestar, es decir, un problema de optimización que cabe perfectamente en el marco de la teoría económica convencional. Pero precisamente lo que plantea la definición "fuerte" del desarrollo sostenible es que no existe la sustitución perfecta entre las diversas formas de capital. Como lo mostró la crítica de la economía ecológica expuesta en la sección anterior,

siempre se requerirán recursos naturales para llevar a cabo el proceso de producción económica. Pero además, hay ciertas áreas de los recursos naturales en los que difícilmente se puede dar la sustitución. La historia ha mostrado la posibilidad de sustituir en ciertos casos: el acero ha sustituido a la madera, la fibra óptica al cobre; pero hasta ahora se ve difícil cómo sustituir el aire y el agua puros, la belleza de los paisajes o la capacidad de resumiendo de la tierra. A este respecto, cabe agregar el señalamiento de la CEPAL (1991) en el sentido de que la experiencia en Latinoamérica ha demostrado que el grado de sustitución es despreciable, particularmente en la conservación de la diversidad biológica o cultural.

Por estas razones, queda claro que la crítica de Beckerman a la acepción "fuerte" del desarrollo sustentable, no tiene un fundamento sólido. Además, tanto la pobreza como la degradación ambiental en la que vive una gran parte de la población mundial, como él señala, son generalmente consecuencias del proceso de crecimiento económico que propone como solución única al problema de maximización del bienestar y de la escasez, en el que queda reducida la problemática ambiental, por la teoría económica convencional. Al aferrarse al concepto de bienestar, Beckerman y la economía neoclásica parecen proteger el "bienestar" de los países ricos, entendido como el nivel actual de producción y consumo, que no están dispuestos a disminuir, aun a riesgo de complicar la actual degradación del ambiente.

Por otra parte, y desde una posición diametralmente opuesta a la anterior, en el libro "El nuevo ecologismo. Manifiesto de los ámbitos de comunidad" (1995), se califica al concepto de desarrollo sostenible como un compromiso que trataba, sin éxito, de satisfacer a todos; y se plantea como farsa el punto de vista de que un campesino de Bihar y un ejecutivo de corporación, pudieran tener un futuro común, aun compartiendo el mismo planeta. Aquí, la contrapropuesta explicitada al desarrollo sustentable, es la regeneración de los ámbitos de comunidad, como iniciativa real implementada por grupos sociales en diversas partes del mundo, para revertir las formas depredatorias de la sociedad industrial. Aunque compartimos los argumentos mencionados, y en general, el espíritu del libro, elaborado desde una perspectiva de la ecología profunda, nos parece que se exagera el rechazo al concepto de desarrollo sostenible, al cual prácticamente se le niega algún valor. Como se mencionará más adelante, creemos que aun con muchas limitaciones, el desarrollo sostenible puede tener bastante utilidad en el análisis y superación de los actuales problemas del ambiente.

Desde una perspectiva de América Latina, el Centro Tepoztlán y el Programa Latinoamericano de Sistemas Ambientales (1989), señalan que en el Informe Brundtland subyace una consideración estrecha del medio ambiente, que lo reduce al deterioro de los recursos naturales y a la contaminación, lo cual impide analizar mejor las interrelaciones sociales y naturales que actúan en cada sector económico.

Asimismo, en esta visión se considera que el informe minimiza el impacto ambiental de las grandes empresas públicas y privadas, así como el de las políticas de las organizaciones multilaterales de crédito.

Respecto a la tecnología, se apunta que en el informe no existe un tratamiento integrado del tema, aun siendo de gran relevancia como vínculo entre desarrollo y medio ambiente. Además, se descuida el análisis del papel de las empresas transnacionales como principal fuente de generación, adopción y difusión de tecnología, y se realiza un tratamiento ingenuo del impacto de tales empresas en el desarrollo del Tercer Mundo, especialmente en el área industrial. Tampoco se considera la posibilidad de un desarrollo alternativo, que utilice tecnologías diversas, adecuadas a ecosistemas específicos.

Se señala también que en el informe hay una omisión importante sobre el tema de la educación, como medio para lograr un desarrollo sustentable, por lo cual no se habla de la necesaria modificación de los paradigmas científicos y de los métodos de enseñanza, para contribuir al cambio en las modalidades del desarrollo que prevalecen actualmente.

Así, a lo largo del informe aparecen algunas ambigüedades, contradicciones y proposiciones desconectadas entre sí, que poco consideran el peso del sistema internacional para hacerlas o no viables. Por ello, las proposiciones contenidas quedan sólo como buenos deseos alejados de la crisis actual y sin una estrategia realista para alcanzarlos.

A pesar de nuestra coincidencia con las críticas expuestas, nos parece que dentro de lo valioso del concepto de desarrollo sostenible, está su propuesta de la necesidad de un cambio importante en la sociedad humana contemporánea, hacia formas más sanas en lo social y en lo ecológico. Es decir, se plantea la necesidad de transitar hacia otra sociedad alternativa —no necesariamente homogénea— que busque una mejor calidad de vida para toda la humanidad. Asimismo, las principales debilidades del informe, a nuestro juicio, son la minimización del aspecto social dentro de la problemática ambiental y la falta de claridad en la forma de lograr el cambio en la sociedad humana actual.

Como una forma de superar esta deficiencia en el ámbito social, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), ha introducido el concepto de desarrollo humano, el cual intenta incorporar los aspectos económicos, sociales y ambientales, complementando así la idea de sustentabilidad. En su Informe sobre Desarrollo Humano 1995, el PNUD destaca que existen tres aspectos esenciales para ampliar las opciones de las personas: tener una vida larga y saludable, adquirir conocimientos y contar con acceso a los recursos necesarios para disfrutar de un nivel de vida decoroso. Esta idea de desarrollo pretende rebasar aquella referida a las teorías convencionales de desarrollo económico, que en ocasiones sólo considera a las personas como recursos (insumos) para la producción y, por tanto, más como medios que como fines, o cuando más, como beneficiarios y no como agentes del proceso de desarrollo. En este sentido, para

el desarrollo humano, el ingreso, aun siendo importante, no es la única opción dentro de las aspiraciones humanas.

Adicionalmente, el Informe menciona que al planteamiento del desarrollo humano, subyacen cuatro componentes: 1) la productividad, como forma de contribuir al crecimiento económico y también de mejorar los ingresos; 2) la equidad, entendida como igualdad de oportunidades para todas las personas; 3) la sostenibilidad, que considera también las oportunidades para las generaciones futuras y la reposición de todo tipo de capital: físico, humano y ambiental; y 4) la potenciación referida a la participación de las personas como agentes en las decisiones y acciones del proceso de desarrollo y no sólo como beneficiarios.

Con estas consideraciones se propone un índice de desarrollo humano que refleje los aspectos más importantes del desarrollo. Son tres los indicadores que componen tal índice: esperanza de vida, como reflejo de una vida larga y saludable; nivel educacional que incorpora los conocimientos; y el PIB real, referido a un nivel de vida decoroso.

Por otra parte, se aclara que el índice de desarrollo humano no es una medida directa de bienestar, sino que más bien indica que al disponer de los tres aspectos básicos, las personas pueden acceder a otras oportunidades. Es decir, no se plantea como una medida integral del desarrollo, aunque sí proporciona cierta información importante, en algunas áreas escogidas del desarrollo.

Con este reconocimiento explícito de las limitaciones del índice de desarrollo humano, se acortan las posibilidades de un análisis basado en él, pero al mismo tiempo se abre la posibilidad de mejoramientos futuros en su construcción. Sobre estas limitaciones, sólo agregaremos que no obstante el énfasis que en la explicación del concepto de desarrollo humano se hace sobre la sostenibilidad y la potenciación, al operacionalizarse el índice, éste no recoge tales aspectos. Sin embargo, a pesar de los alcances limitados del índice de desarrollo humano, la incorporación de los rubros sociales de la salud y la educación, intenta ampliar la noción tradicional de desarrollo, orientándolo más hacia la idea de calidad de vida de las personas, que al concepto de nivel de vida, el cual está más bien asociado al consumo.

2.3 LA TECNOLOGÍA EN EL PENSAMIENTO ECONÓMICO.

2.3.1 *Tecnología y marxismo.*

Del análisis precedente de toda la sección 2.2 se desprende la idea de que uno de los factores principales en la problemática del deterioro ambiental y el uso de los recursos naturales, es la tecnología. Por ello, es importante entender cómo se analiza el fenómeno tecnológico en cada una de las corrientes de pensamiento económico vigentes.

La comprensión del papel de la tecnología en las transformaciones económicas de la época actual, puede fortalecerse si se consideran los aportes de la teoría marxista sobre el rol del cambio tecnológico en el desarrollo capitalista.

La cuestión tecnológica aparece en el pensamiento marxista como el estudio del proceso de desarrollo de la máquina y sus implicaciones en el modo de producción capitalista. En "El Capital"¹¹, Marx señala que el desarrollo de la máquina provoca un abaratamiento de la mercancía y con ello favorece la producción de plusvalor, entendido éste como la cantidad de valor generado por el trabajador durante el tiempo impago de la jornada laboral y el cual es apropiado por el capitalista. Esto es porque el abaratamiento de bienes de consumo debido al aumento de productividad que origina la introducción de la máquina, produce una reducción del tiempo de trabajo necesario para la reproducción del trabajador y su familia, por lo cual aumenta el tiempo restante en el que se genera el plusvalor.

Por otro lado, el análisis histórico permite a Marx plantear que el período de gran desarrollo tecnológico, que Marx identifica como el de la Gran Industria, sólo es posible en virtud de la base técnica proporcionada por la fase anterior de la manufactura. Asimismo, el análisis histórico marxista pone el énfasis en el proceso de trabajo, examinando el rol de la máquina en la relación capital – trabajo y en el proceso de acumulación de capital. Un aspecto importante aquí, es el referido al límite para el uso de la máquina por parte del capitalista, el cual estaría dado por la diferencia entre el valor de la máquina y el valor de la fuerza de trabajo que ella reemplaza. El capitalista estará dispuesto a emplear maquinaria, siempre y cuando el primer valor sea menor que el segundo.

Adicionalmente, Marx analiza los efectos inmediatos que la gran industria, basada en la máquina, ejerce sobre el obrero. Aquí cabe destacar tres aspectos. El primero se refiere al aumento del número de asalariados, incorporando mujeres y niños al proceso productivo en la medida en que la máquina permite prescindir de la fuerza muscular y facilita el empleo de obreros de escasa fuerza física. Esto provoca, por un lado, la desvalorización de la fuerza de trabajo, ya que la máquina distribuye el valor de la fuerza de trabajo del hombre entre su familia entera, y, por el otro, la ampliación, no sólo del campo de explotación sino del grado de dicha explotación. Asimismo, queda implícito aquí el incremento del ejército industrial de reserva, referido a la masa de trabajadores desempleados.

En segundo término, se encuentra la prolongación de la jornada laboral. La introducción de la maquinaria al proceso productivo, provoca el surgimiento de sucesivos perfeccionamientos y nuevos métodos de producirla, que dan como resultado su rápida obsolescencia y pérdida de valor. Ante esta situación los

¹¹ La parte de "El Capital" donde Marx analiza con más detenimiento la relación de la máquina y de las innovaciones tecnológicas, con el proceso de producción económica, es en el Tomo I, Vol. 2 de la 9ª ed. de Siglo XXI, concretamente en el capítulo XIII.

fabricantes buscaban incrementar la jornada laboral como un medio de aprovechar al máximo los beneficios de la maquinaria. Además,

“... Al prolongar la jornada laboral se amplía la escala de producción, mientras se mantiene inalterada la parte del capital invertida en maquinaria y edificios. No sólo, pues, se acrecienta el plusvalor, sino que disminuyen las inversiones necesarias para la obtención del mismo.”¹²

Lo anterior da lugar a la generación de ganancias extraordinarias para el capitalista, ya que la industria basada en la maquinaria funciona como un monopolio, por lo que aquél obtiene un motivo adicional para desear un aumento de la jornada laboral.

El tercer aspecto se refiere a la intensificación del trabajo realizado por el obrero. Presionado por los reclamos de la clase obrera, el estado se ve obligado a reducir la jornada laboral en las fábricas, ante lo cual el capital reacciona fortaleciendo el desarrollo del sistema basado en la maquinaria, a fin de incrementar la producción de plusvalía relativa. Esta intensificación del trabajo se logra mediante la imposición al trabajador de un mayor gasto de trabajo en el mismo tiempo, lo cual a su vez, se obtiene por el aumento de la velocidad de la máquina y por la ampliación de la escala de la maquinaria manejada por el trabajador.

Otro de los aportes de Marx en el análisis de la tecnología se refiere al estudio del importante efecto que tuvieron las innovaciones en la maquinaria sobre el desarrollo de los medios de comunicación y de transporte a mediados del siglo XIX - dos de cuyos ejemplos más notables fueron el telégrafo y el ferrocarril -, y las consecuencias de todo ello en el proceso de acumulación de capital. De manera similar, actualmente asistimos a un desarrollo explosivo de las telecomunicaciones basado en el avance de la microelectrónica como respuesta a las necesidades crecientes de manejo de información que conlleva el proceso de internacionalización de la economía mundial.

Complementariamente a lo antes expuesto, Sánchez D. (1999) señala que el análisis marxista muestra que los efectos de la innovación tecnológica, que acrecienta las fuerzas productivas, sobre la tasa de ganancia de capital, son contradictorios ya que por una parte, el mejoramiento de los medios de producción requiere una mayor inversión en capital constante (C), lo cual aumenta la composición orgánica de capital (C/V). Esto a su vez, tiene un efecto negativo en la tasa de ganancia g', dada por la expresión:

$$g' = \frac{P/V}{(C/V)+1}$$

donde P= Plusvalía; V= Capital variable; y C= Capital constante.

¹² Ibid., p. 494.

Aquí se aprecia la caída de g' al elevarse el denominador. Pero, por otra parte, tal caída es sólo una posibilidad o tendencia que puede ser contrarrestada por el hecho de que la misma composición orgánica implica el aumento de la tasa de plusvalía y mejoras en la productividad, que modifican los valores de C y V, lo cual puede anular la caída de la tasa de ganancia. Esta contradicción de tendencias y contratendencias estaría en el fondo del carácter cíclico del capitalismo, evidenciando la asociación de los momentos de crisis y auge del movimiento cíclico del sistema, con los ritmos de la productividad del trabajo a partir del cambio tecnológico.

Las ideas antes expuestas del análisis marxista, permiten comprender mejor la lógica del rápido proceso de cambio tecnológico que vivimos actualmente en el marco de las transformaciones más amplio llamado globalización. Por ejemplo, es innegable que el cambio tecnológico actual ha tenido un efecto negativo en la generación de empleo y en la ampliación del ejército industrial de reserva, con todas sus implicaciones en la desvalorización de la fuerza de trabajo y en el aumento de la pobreza. Asimismo, la flexibilización en el mercado de trabajo, vinculada a las nuevas formas de organización de la industria, como otra faceta del cambio tecnológico actual, se ha traducido en la práctica en el debilitamiento de las organizaciones sindicales y en la eliminación de los mecanismos legales que se opongan a un aumento de la jornada de trabajo real y con ello, a un incremento en la generación de plusvalor.

Sin embargo, junto con las semejanzas existentes entre el capitalismo del siglo XIX estudiado por Marx y la época actual, también existen características específicas de nuestro tiempo referidas al rol de la ciencia y la tecnología en los procesos económicos y sociales. A lo largo del siglo XX, de manera paralela y vinculada al impresionante crecimiento de las corporaciones empresariales de tipo transnacional, el proceso de cambio empezó a depender en gran medida de la investigación científica y tecnológica realizada en los centros de investigación de las propias empresas o de las universidades, pero con financiamiento del sector industrial. Es decir, en este siglo se profundiza en un alto grado la relación incipiente que se dio en el siglo XIX entre los descubrimientos científicos y el desarrollo tecnológico, hasta llegar al punto actual en el que es tal su interdependencia que se habla ya del proceso tecnocientífico. Esta profunda vinculación entre la ciencia y la tecnología es una de las bases del actual proceso de cambio tecnológico que algunos autores llaman la Revolución Técnico-Científica (RTC), la cual está en el centro de la dinámica económica de la globalización.

En este orden de ideas, T. Dos Santos (1998), plantea que la RTC se ha constituido en un cambio radical de las fuerzas productivas contemporáneas ocasionando la creación de una Nueva División Internacional del Trabajo (NDIT) como reflejo de una nueva estructura productiva internacional en la cual las actividades de I&D, educación de alto nivel, y el diseño y producción de mercancías y procesos de punta, se tienden a concentrar en los países

dominantes, mientras que gran parte de las actividades manufactureras, incluyendo la elaboración de materias primas y la producción de partes y piezas, y en ocasiones, hasta el montaje final, son desarrollados en los países de segundo y tercer escalón. Por ello, la transferencia de tecnología, su adaptación a las condiciones nacionales y la adecuación de los sistemas de I&D locales, se convierten en elementos determinantes, no sólo de las estructuras sino también de los modelos de desarrollo de los países subordinados y dependientes.

Adicionalmente, en esta perspectiva la NDIT y los nuevos niveles de globalización, inciden en la determinación de las políticas científico-tecnológicas, así como también las económicas, de los países dependientes, sometiendo su desarrollo a la condición de culturas - reflejo. Con respecto al empleo, la NDIT limita la creación de éste en los nuevos países industriales, ya que los nuevos empleos se ubican mayoritariamente en los sectores de servicios de información ubicados principalmente en los países dominantes, por lo que en los primeros se recrudecen los fenómenos de concentración del ingreso, marginación social y otros que son característicos del subdesarrollo.

Sin embargo, plantea el autor, el sometimiento a los dictados de la globalización no es la única vía del desarrollo posible, ya que es factible explorar modelos y políticas alternativos para los países subdesarrollados, especialmente para los que cuentan ya con cierto nivel de industrialización.

De acuerdo con la discusión precedente en este apartado, el análisis marxista de la tecnología tiende a subrayar el carácter no neutral del cambio tecnológico y a ubicarlo en el contexto de la confrontación del capital y el trabajo, como un instrumento fundamental para el proceso de acumulación propia del capitalismo.

Sin embargo, el análisis marxista de la tecnología, al centrarse en los efectos tecnológicos en el proceso de acumulación concede poca importancia al estudio de los factores determinantes de la tecnología en el mundo actual, cuyo conocimiento podría ayudar a los países subdesarrollados a emplear el desarrollo tecnológico como un instrumento estratégico para mejorar su situación económica, social y ambiental.

2.3.2 El progreso técnico en la teoría neoclásica.

En el marco de la teoría neoclásica existen dos niveles complementarios desde los cuales se puede analizar el proceso tecnológico: el microeconómico y el macroeconómico.

Según Capdevielle (1999), para la microeconomía neoclásica la tecnología es considerada como un elemento dado y exógeno a su estructura analítica, por lo cual no es posible analizar los determinantes del progreso técnico. Sin embargo, cabe estudiar aquí los efectos del cambio tecnológico en otras variables económicas como la productividad de los factores, los precios, la distribución del ingreso, etc. La tecnología se considera aquí como el conjunto de los posibles

métodos de producción que corresponden a un estado del arte y el desarrollo científico, para cualquier nivel de producción y dotación de recursos existente.

Siguiendo al mismo autor, se pueden considerar dos tipos de cambio tecnológico: de proceso y de producto. El primero es el que se refiere a la obtención de por lo menos un método de producción que permite incrementar la cantidad producida sin alterar los insumos empleados, o bien producir la misma cantidad del bien, utilizando menos insumos. Geométricamente esto se representa por el desplazamiento de la curva isocuanta hacia el origen¹³. Hicks define como neutral al cambio tecnológico que no modifica la pendiente de la isocuanta, es decir, que el producto marginal de ambos insumos aumenta en la misma magnitud.

En el caso de la innovación de productos, ésta puede ser radical o incremental. Una innovación radical de productos, desarrolla un bien poco sustituible respecto a los productos disponibles con anterioridad; una innovación incremental de producto implica obtener un bien similar a los existentes. Lo más frecuente es que el cambio tecnológico sea de naturaleza incremental, por pequeños desplazamientos de la función de producción¹⁴. Los cambios radicales son acompañados de numerosos cambios incrementales, los cuales están influidos tanto por el desarrollo tecnológico como por las variaciones de los precios relativos

En general, quien realiza una innovación de producto se constituye en un monopolista del mismo, y la posibilidad de obtener ganancias extraordinarias dependerá inversamente del tiempo y la velocidad con que pueda ser imitado. Para los mercados perfectamente competitivos, el cambio tecnológico implicará una reducción del precio de los bienes elaborados, por lo que es transferido íntegramente al consumidor.

Las consecuencias del progreso tecnológico en el corto plazo afectan las productividades marginales de los factores, sus precios, y en un período posterior, el empleo de los mismos. En el largo plazo, no se prevé la evolución de la tecnología, sino que todos los productores alcanzarán la mejor técnica disponible en el presente, para una tecnología dada. Entonces, un cambio tecnológico, transforma ese horizonte, y el equilibrio de largo plazo.

Resumiendo, podríamos decir que la tecnología es para la teoría neoclásica un dato exógeno a la economía que, o bien es libre y no se paga nada por ella, o bien está incorporada en los insumos que se pagan al precio de mercado. En el equilibrio parcial la tecnología está representada por las posibilidades que ofrece la función de producción, y el progreso técnico, por los desplazamientos de esa

¹³ Una curva isocuanta es la representación geométrica de las diferentes combinaciones de dos insumos o factores de la producción, para producir la misma cantidad de un bien dado.

¹⁴ La función de producción es aquella que asocia diferentes niveles de producción con distintos niveles de empleo de un factor de producción, y su desplazamiento implica un aumento de la productividad en ese factor, motivado por una mejora tecnológica.

función de producción. En el equilibrio general, el cambio tecnológico podría afectar el uso de factores y la distribución del ingreso según sea neutro, ahorrador de capital o ahorrador de trabajo.

Algunas de las críticas que el mismo Capdevielle señala, sobre la incapacidad de la teoría neoclásica para analizar el fenómeno tecnológico, la dinámica de su desarrollo y sus perspectivas de evolución, son las siguientes:

En el equilibrio parcial, se cuestiona la teoría neoclásica de la firma. La empresa elabora simultáneamente productos, servicios e información tecnológica, y esta última no es un bien libre, ni puede ser adquirida inmediatamente en el mercado, ya que requiere un proceso de incorporación. Los supuestos de competencia perfecta donde sólo se plantean relaciones impersonales entre los productores y el mercado a través del sistema de precios, no permiten analizar las complejas relaciones interindustriales que caracterizan a las estructuras productivas actuales. Éstas, no sólo se refieren a los actos colusivos con la finalidad de aumentar los precios, sino a la posibilidad de interdependencia, colaboración o articulación tecnológico-productiva entre empresarios de una misma cadena productiva o de diversas actividades económicas. A estos argumentos se puede agregar el hecho de que bajo el enfoque neoclásico quedan fuera del análisis otros importantes factores institucionales vinculados de manera importante al cambio tecnológico, como son las cuestiones normativas, los sistemas de I&D, el papel del Estado, etc. Paradójicamente, en años recientes se ha desarrollado una interesante corriente teórica dentro de la economía, el "Neoinstitucionalismo", que intenta considerar el importante rol de las instituciones en la explicación del desarrollo económico (Ayala y González, 2001). De hecho, algunos de estos factores han pretendido ser considerados en los nuevos modelos de la corriente del "crecimiento endógeno" que analizaremos un poco más adelante.

En el nivel macroeconómico, según Tapia (1999), el progreso técnico comprende avances en los conocimientos, que impactan de manera cuantitativa el bienestar a través de aumentos en el ingreso real per cápita, y cualitativamente, ampliando las oportunidades de consumo para la población y los tiempos de no trabajo. Así, la cuestión de la tecnología se plantea a través del problema de la medición del progreso técnico, la cual se realiza mediante los cambios en la función de producción en dos sentidos: uno, aumentando la producción con el mismo volumen de insumos; o bien, la misma producción con menos insumos. Sin embargo, el uso de la función de producción, basada en la función Cobb-Douglas, no deja de tener sus críticas, entre las cuales se pueden señalar una serie de propiedades restrictivas que encierra la función: progreso técnico neutro, elasticidad de sustitución unitaria y retornos constantes a escala.

Lo mejor que se ha hecho es medir el cambio técnico por sus efectos en el crecimiento del ingreso nacional. De aquí surge la interpretación del cambio técnico como un factor residual en la producción, lo cual tiene la desventaja de mezclar el progreso técnico con otros insumos no especificados, que también

pueden elevar la productividad. Es decir, el cambio tecnológico está asociado a las variaciones de la productividad que no pueden ser explicadas por el uso de una mayor cantidad de factores, suponiendo la calidad y los precios de los mismos como fijos. Pero el problema es que en este "residuo" se incorporan otros factores difíciles de discriminar. Las críticas tienen como argumento que lo que es llamado progreso técnico puede provenir de otras fuentes: a) sustitución de capital por trabajo; b) economías de escala; c) aprendizaje con la experiencia; d) aumento en la educación; e) transferencia de recursos; y f) mejoramiento organizacional.

El procedimiento más común es estimar los cambios en la productividad total de los factores, relacionando el volumen de producción como variable dependiente, entre los insumos. Para dos factores:

$$P = \frac{Q}{\alpha L + \beta K}$$

donde P= Productividad total de los factores; Q= Índice de producción; L=Índice de insumos de trabajo; K= Índice de insumos de capital; α = Porción de producción de trabajo en un período base; β = Porción de producción de capital en un período base; $\alpha + \beta = 1$ cuando los rendimientos son constantes.

Para calcular la productividad total se obvian dificultades suponiendo que los insumos y los productos son homogéneos. Sin embargo, por los problemas de agregación, en este caso cabe preguntar ¿Son los bienes de capital, construidos en diferentes tiempos, con diferentes costos y con varias productividades, iguales según la medida de agregación del capital? Otra fuente potencial de error en la medición del capital es la sobredepreciación. Frecuentemente, el capital es económicamente obsoleto antes de que finalice su utilidad física, pero el equipo amortizado aún es capaz de contribuir a la producción.

Desde una óptica complementaria a lo antes expuesto, Barro y Sala i Martin (1995), agregan que la teoría neoclásica considera que el proceso económico de producción se realiza fundamentalmente con base en dos insumos, el capital y el trabajo. De manera simple esto se puede representar formalmente con la siguiente función de producción:

$$Y = F(K, L)$$

donde Y es el producto obtenido, K el capital empleado y L el trabajo. En esta expresión no se está considerando el progreso tecnológico. Como ya se ha mencionado, para la teoría neoclásica, la tecnología se considera como un dato exógeno. Así, su representación se incorpora en la función producción de tipo Cobb-Douglas, de la manera siguiente:

$$Y = AK^\alpha L^{1-\alpha}$$

donde $A > 0$ es el nivel de la tecnología y α es una constante con valor entre 0 y 1.

Cabe agregar que la función de producción neoclásica satisface tres importantes propiedades:

Primera, para cada insumo $K > 0$ y $L > 0$, la función exhibe positivos y decrecientes productos marginales, esto es

$$\frac{\partial F}{\partial K} > 0 ; \frac{\partial^2 F}{\partial K^2} < 0$$

$$\frac{\partial F}{\partial L} > 0 ; \frac{\partial^2 F}{\partial L^2} < 0$$

Segunda, la función posee rendimientos constantes a escala:

$$F(\lambda k, \lambda L) = \lambda \cdot F(k, L); \forall \lambda > 0$$

Tercera, el producto marginal de cada insumo se acerca a infinito en la medida en que el insumo se aproxima a cero, y se acerca a cero en tanto el insumo se aproxima al infinito:

$$\lim_{K \rightarrow 0} (F_K) = \lim_{L \rightarrow 0} (F_L) = \infty$$

$$\lim_{K \rightarrow \infty} (F_K) = \lim_{L \rightarrow \infty} (F_L) = 0$$

Ya se han señalado antes, algunas de las limitaciones inherentes a la función de producción neoclásica, por lo que, por ahora, no abundaremos más al respecto.

Ahora bien, desde una perspectiva de la teoría del crecimiento económico neoclásica, ¿cuál es el significado del cambio tecnológico para esta teoría? El progreso tecnológico en el largo plazo, provoca un mejoramiento de la productividad y por ello, aumentos en las cantidades per cápita de capital, producción y consumo (Barro, 1986).

Gráficamente, para un modelo de producción sencillo que utiliza sólo el insumo trabajo, el cambio tecnológico se traduce en un desplazamiento hacia arriba de las curvas de producción (Y) y del producto marginal del trabajo (PML), tal como se muestra en las figuras 4.1 y 4.2.

Fig. 2.4 Efecto de un mejoramiento en la tecnología sobre el nivel de producción.

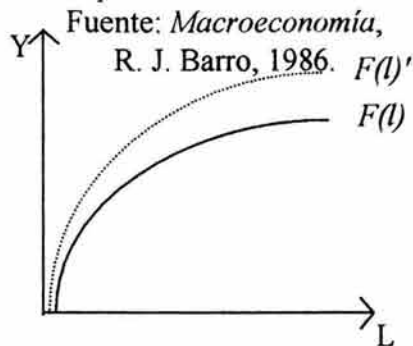
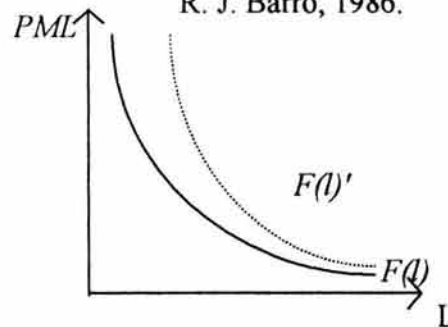


Fig. 2.5 Efecto de un mejoramiento en la tecnología sobre el PML.
Fuente: *Macroeconomía*, R. J. Barro, 1986.



En ausencia de cambio técnico, la teoría neoclásica señala que el crecimiento per cápita, eventualmente debe parar, llegando la economía al llamado "Estado Estacionario", semejante al previsto por algunos economistas clásicos (Barro y Sala i Martin, 1995). Esta predicción se desprende del modelo de crecimiento de Solow-Swan y está relacionada con el supuesto neoclásico de los rendimientos decrecientes al capital. Sin embargo, ante la evidencia empírica de algunos países que muestra el sostenimiento de tasas positivas constantes de crecimiento per cápita en el largo plazo, la teoría neoclásica del crecimiento de los 1950s y 1960s asume entonces la determinación del cambio tecnológico pero de manera exógena, al igual que de la tasa de crecimiento de la población. Esta situación deja, no obstante, la insatisfacción de la exogeneidad y del carácter de largo plazo de la explicación.

Posteriormente, durante los 1970s y la primera mitad de los 1980s no hay avances significativos en la teoría neoclásica del crecimiento. El problema fundamental para endogeneizar, es decir, incorporar al sistema económico el progreso tecnológico, es que éste da lugar a rendimientos crecientes a escala, lo cual choca con el supuesto de competencia perfecta. Particularmente surge el problema de la compensación del nuevo conocimiento técnico, que no puede ser pagado al costo marginal de producción corriente (cero) de los conocimientos viejos, ya que no retribuiría el esfuerzo de investigación y desarrollo (I & D), requerido por el progreso tecnológico, tal como lo muestran Barro y Sala i Martin (1995).

Estos autores agregan que hacia fines de los 1980s, surgen los aportes de la llamada Teoría del Crecimiento Endógeno (TCE), la cual incorpora modelos de competencia imperfecta en los cuales los rendimientos a la inversión en una gran variedad de bienes de capital que incluye al capital humano, no necesariamente disminuyen en tanto las economías se desarrollan. Esto es debido a que las repercusiones del conocimiento entre los productores y las externalidades positivas del capital humano evitan la tendencia hacia los rendimientos decrecientes en la acumulación del capital. Aquí, el avance tecnológico es consecuencia de una planeada actividad de I & D que se recompensa mediante

alguna forma posterior de poder de monopolio. En este marco, existiendo una permanente generación de conocimiento, la tasa de crecimiento de la economía puede mantenerse positiva en el largo plazo. Sin embargo, tanto la tasa de crecimiento como la cantidad de actividad de invención tienden a no ser óptimo de Pareto en virtud de distorsiones vinculadas a la creación de los nuevos bienes y métodos de producción. Por ello, la acción del gobierno en muchos aspectos puede influir en gran medida la tasa de crecimiento de largo plazo.

Dada la creciente relevancia de la TCE, analizaremos aquí con más detalle sus características centrales. Romer (1994), uno de los exponentes más notables de esta corriente, señala que la teoría de referencia no considera al cambio tecnológico como exógeno en la explicación del porqué el ingreso per cápita se ha mantenido creciendo desde la revolución industrial. Asimismo, subraya la necesidad de progresar hacia una completa comprensión de los determinantes del éxito económico de largo plazo, con el fin de ofrecer a los políticos algo más perspicaz que la prescripción neoclásica estándar: más ahorro y más educación. Con este progreso, agrega el autor, los economistas estarían en posibilidad de responder a los debates actuales sobre muchos aspectos relacionados con la investigación, los subsidios, los impuestos, las firmas, la relación de la política comercial con la innovación, los vínculos entre empresas y universidades, y finalmente, los costos y beneficios de una política explícita de gobierno conducida por la tecnología.

En una línea de pensamiento semejante al anterior, Grossman y Helpman (1994), al analizar el crecimiento económico de largo plazo, plantean que los mejoramientos en la tecnología han sido la fuerza real detrás de los siempre crecientes estándares de vida, es decir, la innovación industrial como el motor del crecimiento económico. Ellos añaden, en una crítica a uno de los fundamentos neoclásicos, que existen estimaciones econométricas de funciones de producción agregadas que confirman la sospecha de que los rendimientos del capital físico, capital humano y otros factores acumulables están lejos de ser constantes. Señalan además, que la conclusión de muchos estudios de industrias e innovaciones es que la explotación comercial de ideas científicas generalmente necesita una inversión sustancial de recursos. Esto es, que las firmas han invertido en nuevas tecnologías cuando han visto la oportunidad de obtener ganancias, por lo cual, una gran proporción de la investigación científica de los países de la OECD es financiada por la industria privada. Bajo esta visión cabría preguntarse ¿Qué determina el ritmo y la orientación del progreso tecnológico? La respuesta de estos autores es que:

“...the institutional, legal and economic environments that determine the profitability of these investments must surely affect the pace and direction of technological change”.

Aquí, la respuesta asigna un rol importante a factores extraeconómicos como son los aspectos institucional y legal, en la determinación del cambio tecnológico. Finalmente, los autores concluyen que ante la dificultad actual de las autoridades

económicas que enfrentan la cuestión de cómo promover mejor el rápido crecimiento económico sostenible frente a un mundo de reducibles activos naturales irreproducibles, los mejoramientos en la tecnología surgen como la mejor oportunidad que tenemos para vencer los aparentes límites al crecimiento. En otras palabras, si la humanidad continúa descubriendo maneras para producir más producto mientras conserva los insumos que no son acumulables o regenerables, entonces no hay razón de porqué los estándares de vida no puedan seguir creciendo en los siglos próximos.

En una revisión crítica de la TCE, Kurz y Salvadori (1996), aunque reconocen la existencia de varias ideas sugestivas entre las cuales destaca la consideración del largo plazo, señalan varias debilidades de la teoría, de las cuales destacaremos las siguientes: en primer lugar, la falta de "novedad" del planteamiento sobre el carácter "endógeno" del crecimiento en la TCE, ya que desde los autores de la economía clásica, como Smith, Babbage, Marx o Marshall, se subrayaba la endogeneidad de las fuerzas productivas. Una segunda consideración es que hay una omisión en los modelos de aspectos estructurales que son básicos en el proceso de crecimiento económico, tales como el cambio endógeno del aspecto institucional de la economía, cambios distribucionales del producto y el empleo, y diferentes formas de cambio tecnológico y organizacional. En tercer lugar, y con respecto a las preferencias, en la mayoría de las contribuciones de la TCE el consumo es tomado como único fin de la actividad económica y el ahorro es realizado en un mundo de previsión perfecta, sólo con el fin de cambiar el patrón de tiempo del flujo de consumo. Sin embargo, muchos notables economistas han proporcionado razones para dudar de la validez de tal supuesto, como I. Fisher, quien fue consciente de la existencia de disfrutes de no-consumo¹⁵. Como cuarto punto, en muchos modelos de la TCE hay un sobredimensionamiento del capital, como factor de producción ya sea físico o humano, con relación al trabajo simple y los recursos naturales, que a veces son negados, sin tener como requisito la elaboración de una coherente noción de capital de largo plazo. En quinto término, los modelos de la teoría, dejan de lado las fluctuaciones económicas y asumen que la economía sigue un patrón de pleno empleo del trabajo y del capital, lo cual es difícil de sostener no sólo por la consideración de las cifras actuales de desempleo de la OECD, sino por la existencia de desequilibrios económicos sostenidos en largos períodos que influyen sobre el proceso de crecimiento. En sexto lugar y finalmente, un problema principal de la TCE es la ausencia de un análisis apropiado del comportamiento de la inversión y de su interjuego con el ahorro.

A las críticas anteriores a la TCE agregaremos la poca consideración de los países en desarrollo y de sus características socioeconómicas particulares, que tienen relación con el cambio tecnológico que en ellos se realiza.

¹⁵ Como argumento adicional se menciona que ni siquiera el ocio fue considerado como un bien que contribuye a la utilidad, y que la acumulación de riqueza, en sí misma, también puede ser una fuente de satisfacción.

Además y de acuerdo con lo antes expuesto, la discusión sobre la tecnología, tanto en la teoría neoclásica ortodoxa como en la del crecimiento endógeno, solo considera las implicaciones del cambio tecnológico en el proceso de crecimiento económico, distinguiéndose ambos enfoques sólo por el carácter exógeno o endógeno de tal cambio. De este modo, en la teoría económica dominante está ausente la preocupación por las negativas implicaciones sociales y ecológicas que el desarrollo tecnológico conlleva. Por ello, como lo señalaron Grossman y Helpman (1994) en párrafos anteriores, para la teoría económica la continuación del desarrollo tecnológico al infinito permitiría sostener indefinidamente el crecimiento económico. Esta afirmación no considera que ella iría en contra del principio de la entropía planteado por la segunda ley de la termodinámica, como lo mostró Georgescu-Roegen desde los 1970s al analizar los vínculos físicos del proceso económico¹⁶. Así, desde una visión de sistema cerrado del proceso económico, la teoría dominante pierde de vista que el desarrollo tecnológico —y el crecimiento económico— se realiza sobre una base física sujeta a una legalidad distinta a la económica, pero que es afectada y afecta al proceso económico. Por ello, en la perspectiva de sistema abierto de la economía ecológica, el progreso de la tecnología está limitado por el coeficiente teórico de la eficiencia termodinámica, ya que si tal progreso fuera realmente exponencial, entonces los insumos por unidad de producto tenderían a cero, por lo cual la producción llegaría a ser inmaterial y la tierra un nuevo paraíso¹⁷.

En este orden de ideas, una conclusión importante de una gran parte de los autores presentes en la discusión ambiental de los últimos 25 años, referida a la ilusión de un crecimiento económico ilimitado, en un mundo con claros límites biofísicos, aún no ha sido incorporada a la teoría económica convencional.

2.3.3 La teoría evolucionista de la tecnología.

Los antecedentes de la Teoría Evolucionista (TE) suelen remitir invariablemente al economista de origen austriaco J. Schumpeter, quien analizó desde principios del siglo XX el papel del cambio tecnológico en el contexto del proceso de desenvolvimiento económico en el sistema capitalista y planteó una teoría que ubicaba a la innovación tecnológica como el motor de tal proceso. Schumpeter, en su obra "Teoría del desenvolvimiento económico", concibe al desenvolvimiento económico como aquellos cambios de tipo cualitativo en la vida económica, que tienen un carácter endógeno y discontinuo, y que desplazan al sistema hacia un nuevo equilibrio. El cambio se plantea proveniente del sistema productivo, con un énfasis en el papel del empresario, que no se refiere a los simples gerentes¹⁸, como agente central de tal proceso al llevar a cabo las innovaciones o nuevas combinaciones de materiales y fuerzas de la producción.

¹⁶ *Supra*, p. 31

¹⁷ Georgescu-Roegen, N., *op. cit.*, p. 801.

¹⁸ Schumpeter (1997), aclara que el personaje de "empresario" al que él se refiere, puede ser desempeñado también por personas que no necesariamente tengan vínculos permanentes con una empresa individual, como es el caso de muchos financieros, promotores, etc.

Estas nuevas combinaciones pueden referirse a: 1) la introducción de un nuevo bien; 2) la introducción de un nuevo método de producción; 3) la apertura de un nuevo mercado; 4) la conquista de una nueva fuente de aprovisionamiento; y, 5) la creación de una nueva organización de cualquier industria.

Lo que Schumpeter se propuso con esta teoría, desde una perspectiva de largo plazo, fue la comprensión de las causas de la periodicidad del proceso económico que se expresaba en la existencia de ciertos períodos de auge y bonanza y en otros, de estancamiento, depresión y crisis. Es decir, lo importante para él era la explicación de la fluctuación en forma de ola de los negocios, que se reflejaban en situaciones alternadas de expansión y contracción, las cuales según su explicación se debían, en el primer caso, a la mayor inversión de capital por los nuevos negocios que surgían por las innovaciones, y en el segundo, al proceso de difusión y agotamiento de éstas. Aunque Schumpeter habla de tres fases del proceso de desarrollo tecnológico, a saber: invención, innovación y difusión, el énfasis de su obra se encuentra en las dos últimas, ya que la importancia de la primera es subestimada cuando señala:

“...las innovaciones que llevarán a la práctica los empresarios no precisan ser invenciones en forma alguna. Por lo tanto no es aconsejable conceder demasiada importancia a las invenciones...”¹⁹

Si bien es cierto que las innovaciones pueden desarrollarse a partir de invenciones anteriores, o con base en conocimientos de la ciencia básica ya existente, en la actualidad el vínculo entre conocimiento científico, desarrollo tecnológico y lanzamiento al mercado a través de la innovación, es cada vez más fuerte y los tiempos entre tales momentos, cada vez más cortos. En este sentido, la importancia económica de la invención consiste en potenciar la innovación; y esto es así porque en nuestra época, la mayor parte del proceso del desarrollo tecnológico que ocurre en el mundo, en sus distintas fases y particularmente en la de mercado, no se desarrolla de manera personal a través de la figura del “empresario”, como lo plantea Schumpeter, sino de manera institucional mediante el rol de las grandes corporaciones empresariales con base en sus vínculos con los centros de investigación. Esto, por supuesto, no resta importancia a la herencia teórica de Schumpeter, muchas de cuyas ideas se encuentran hoy día en el centro del debate de la economía de la tecnología.

Para Aboites (1998), algunos de los aspectos importantes del legado de Schumpeter se refieren a los puntos siguientes: Por un lado, su importante propuesta analítica relacionada con una consideración de la tecnología en el largo plazo. Las revoluciones tecnológicas son la base de los períodos de expansión y auge económico y su agotamiento está asociado a las crisis estructurales del capitalismo. Por otro lado, el planteamiento de que las innovaciones son de dos tipos: a) incrementales, referidas a modificaciones menores en los productos y las máquinas y equipos que sirven para elaborarlos; y b) radicales, que están

¹⁹ J. Schumpeter (1997: p. 98)

asociados a una ruptura con la matriz técnica que permite el desarrollo de las innovaciones incrementales, y que propician un nuevo horizonte productivo en cualquier sector de la economía.

La TE contemporánea puede considerarse como continuadora y actualizadora del pensamiento schumpeteriano, y ha cobrado particular importancia a partir de los años 1980s. Según Corona (1998), esta teoría retoma las preocupaciones más generales de la economía clásica, por lo que vincula a la economía con la política y la sociedad, por lo que es natural su relación con los enfoques sistémicos y holísticos. La diferencia básica de la TE con la concepción tradicional neoclásica, es que para esta última, la tecnología es externa a la economía, mientras que para la primera, la tecnología es endógena, es decir, se va explicando por las variables económicas, sociales y políticas.

Con el fin de analizar de manera integral las principales contribuciones de la TE, plantaremos sus conceptos y argumentos a través de las respuestas a tres preguntas fundamentales sobre el papel de la tecnología en la dinámica económica del mundo actual. Estas tres preguntas que guiarán el análisis, son las siguientes²⁰:

1. ¿Cuáles son las características generales de la dinámica tecnológica en el capitalismo?
2. ¿Qué determina su ritmo, orientación y difusión?
3. ¿Cómo se explica en los países subdesarrollados el cambio tecnológico, y cómo afecta éste las expectativas de desarrollo de aquéllos?

Empezaremos, pues, con la primera pregunta:

1. ¿Cuáles son las características de la dinámica tecnológica?

Para Carlota Pérez (1992), una profunda comprensión de la naturaleza específica de la ola actual de cambios tecnológicos puede ayudar a empresas y países de dos maneras importantes: a) proporcionando los medios para aumentar la competitividad, y b) brindando una fuente de criterios para orientar el proceso de cambio institucional en la dirección más eficaz.

La TE contribuye a dicha comprensión mediante la elaboración de una serie de conceptos encaminados a explicar las especificidades y las determinaciones del cambio tecnológico. Corona (1999), señala la existencia de tres conceptos básicos

²⁰ Las dos primeras preguntas fueron formuladas por el Profr. Olivier Waistain, en su curso "Crisis y cambios tecnológicos", impartido en el Instituto de Investigaciones Económicas de la UNAM, en 1989. La tercera, es una incorporación nuestra.

en la TE, los cuales son: paradigma tecnoeconómico, trayectoria tecnológica y sistema nacional de innovación.

El concepto de paradigma tecnoeconómico, tomado de la noción de paradigma científico de Kuhn, se define como un modelo de sentido común para identificar y desarrollar productos y procesos productivos económicamente rentables, a partir de la gama de los tecnológicamente viables (C. Pérez, 1992). En el caso del paradigma anterior, éste se inició con los racimos desarrollados alrededor de la producción de automóviles en serie, de los primeros artefactos eléctricos, del petróleo y los productos refinados, los primeros materiales y fibras sintéticos, los procesos de producción continua de alimentos y bebidas, la radio, los aviones, etc. El paradigma emergente actual, aparecido a partir de los 1970s, se expresa en el surgimiento de sistemas tecnológicos totalmente nuevos, asociados con la microelectrónica y la biotecnología. Los períodos de cambio de paradigma, como el actual, son épocas de transición en muchos niveles, con cambios estructurales en la industria, debido a que el marco socioinstitucional establecido para fomentar un modo de crecimiento basado en las características de la ola anterior de tecnologías, no sólo es incapaz de responder a los problemas del nuevo paradigma, sino que, al continuar aplicando recetas que funcionaron bien en el pasado, actúa de manera contraproducente.

Según Cimoli y Dosi (1994), el concepto de trayectoria tecnológica está vinculado con el desarrollo progresivo de las oportunidades de innovación relacionadas con cada paradigma. También puede entenderse como el sendero de innovaciones incrementales fundamentado en una base técnica conocida (Aboites, 1998).

Con respecto a la idea del sistema nacional de innovación (SNI), Johnson y Lundvall (1994), lo definen como el conjunto de elementos que contribuyen al desarrollo, la introducción, la difusión y el uso de innovaciones, incluyendo universidades, institutos técnicos, laboratorios de investigación y desarrollo, el nivel general de educación, la organización laboral, las relaciones industriales, los bancos y otras instituciones financieras.

Por su parte Patel y Pavitt (1994), agregan que un SNI está formado, además de las instituciones mencionadas en la definición anterior, por sus estructuras de incentivos, referidas entre otras cosas, a un equilibrio entre el incentivo de las ganancias de monopolio y la presión de la competencia por la imitación; y por sus competencias en diversos aspectos como en I&D, el rango de bienes y servicio a proveer, etc.

Otras de las características importantes de los SNI, enfatizadas por Cimoli y Dosi (1994), son, en primer término, la existencia de un cúmulo de conocimiento existente en las rutinas operativas de las empresas, en segundo lugar, la estructuración de las redes formadas por los vínculos de las empresas con otras empresas y organizaciones, las cuales influyen en la capacidad de las firmas para

resolver problemas, y finalmente, un conjunto de relaciones sociales, reglas y obligaciones políticas.

Quizás en el concepto de SNI se perciba con mayor claridad el enfoque metodológicamente más abierto y más interdisciplinario de la TE, ya que esa noción alude a una interacción institucional que rompe el molde de la economía al incorporar aspectos sociales, políticos y culturales, además de los económicos, así como los vínculos entre ellos. Estrechamente relacionado a la noción del SNI se encuentra el concepto de aprendizaje, referido no sólo al proceso individual de asimilación tecnológica implícita en las rutinas laborales, sino también al aprendizaje institucional realizado por las firmas y demás instituciones involucradas en el desarrollo de la innovación. En este sentido, Jonson y Lundvall (1994), se refieren a la interacción y comunicación sociales inherentes a las formas más desarrolladas de aprendizaje, lo que los lleva a plantear que concebir al aprendizaje como el proceso económico más importante requiere incorporar en el análisis elementos sociales y culturales.

Por otra parte, las diversas fases del proceso de innovación no se dan de manera homogénea dentro del sector industrial, Pavitt establece cuatro sectores tecnológicos: i) dominado por el proveedor; ii) intensivo en escala; iii) de oferentes especializados; y iv) basado en la ciencia. Este último sector es el definido por Schumpeter como el fundamental para generar innovaciones radicales, y en general, de aquí provienen las revoluciones tecnológicas. Se trata de empresas cuya principal actividad es la investigación y desarrollo (I&D), y constituyen la parte básica del núcleo endógeno de creación tecnológica de una economía. Su relevancia es evidente cuando la existencia de este sector basado en la ciencia, se usa como diferencia fundamental entre los países industrializados y los semiindustrializados (Aboites, 1998).

Desde el punto de vista del comportamiento organizacional de las empresas, C. Pérez (1992), destaca que el nuevo modelo emergente es ágil, flexible y adaptable a las variaciones del mercado y a las necesidades del usuario. Los nuevos equipos son programables y modulares, y la variedad en la demanda del mercado es vista como una probable fuente de generación de ventajas. Una de las características principales del nuevo modelo de organización es su capacidad para asimilar el cambio y para generarlo. Al igual que muchos productos electrónicos, que están creados para el autodiagnóstico, las nuevas organizaciones se evalúan y se mejoran a sí mismas. Las empresas más poderosas se interesan activamente por elevar las capacidades de sus proveedores y clientes, pudiéndose ampliar la relación a proyectos comunes, a la solución conjunta de problemas e incluso a la creación compartida de productos nuevos. La colaboración también puede realizarse entre competidores. Las actividades realizadas conjuntamente en materia de investigación y desarrollo en la frontera de la ciencia, desde la investigación básica hasta sus aplicaciones, son una manera de compartir costos en la etapa precompetitiva.

Ahora bien, en este punto de la exposición cabría preguntarse, ¿Cómo explican los autores partidarios de la TE el proceso cíclico de expansión y contracción económica? Esta misma autora argumenta que cuando se logra una buena correspondencia institucional y se desata finalmente el auge, muchos sectores e industrias están listos para emprender un proceso de rápido crecimiento, explotando cadenas de innovaciones sucesivas. Sin embargo, con el tiempo los mercados empiezan a saturarse, los productos y procesos se estandarizan, las familias de productos llegan al punto de agotamiento y las innovaciones incrementales en los procesos logran pocos aumentos en la productividad. Este proceso de maduración masiva de la tecnología frena gradualmente a los países e industrias delanteros, donde el paradigma se ha desplegado con más plenitud, dando a los seguidores inmediatos la oportunidad de reducir o eliminar la brecha.

2. ¿Qué determina el ritmo, la orientación y la difusión de la innovación tecnológica?

Aunque los diversos autores de esta corriente, divergen en algunas cuestiones o en los puntos donde ponen el énfasis, parece haber un acuerdo respecto a la insuficiencia del mercado como mecanismo determinante del ritmo, la dirección y la difusión de las innovaciones tecnológicas. Tapia y Capdevielle (1999), mencionan que según Dosi, existen determinantes económicos importantes como el crecimiento económico, las variaciones en la distribución y en los precios relativos. Asimismo, a nivel de la firma, Patel y Pavitt (1994), señalan que el cambio tecnológico requiere inversión costosa en actividades como: diseño del producto, ingeniería de producción, control de calidad, capacitación, I&D, y prueba de prototipos y planta piloto. Sin embargo, uno de los factores más relevantes que condiciona la tasa y la dirección del cambio tecnológico es el paradigma existente. Cimoli y Dosi (1994), plantean que cada paradigma da forma y limita el ritmo del cambio tecnológico, independientemente de los estímulos del mercado. Un paradigma envolvente de óptima práctica supone una serie de directrices y proporciona los instrumentos mentales para hacer innovaciones, pero no entraña un conjunto único de recetas o normas. Cada industria y cada país pone su sello particular en la manera de adoptar el paradigma y algunos países tendrán más éxito que otros (Pérez, 1992). Pero también, el ritmo y la dinámica del aprendizaje no son independientes de la forma en que las organizaciones empresariales surgen, cambian, desarrollan una forma particular de resolver problemas, se diversifican, etc. Así, las tasas de aprendizaje sistemáticamente distintas entre países, pueden tener muy poco que ver con "qué tan bien opera un mercado". Más bien, los incentivos y las oportunidades que los agentes perciben en un entorno específico son, en sí el resultado de historias particulares de tecnologías e instituciones (Cimoli y Dosi, 1994).

Por otro lado, está el papel relevante que desempeñan los SNI, el cual varios autores han subrayado. La organización institucional como parte de un SNI, en que operan las firmas y que se refiere a la estructura de rutinas, normas, reglas y leyes que rigen su comportamiento, también repercute en el ritmo y dirección de la

innovación. Esta acción conjunta de los elementos es lo que Johnson y Lundvall (1994), llaman "aprendizaje institucional e interactivo". Cabe señalar aquí, que aún entre los países industrializados existen diferencias importantes en cuanto al comportamiento institucional de cada país, y por ello, también en los resultados respecto a la dinámica de las innovaciones tecnológicas. Sobre esto, Patel y Pavitt, (1994), hacen una distinción entre los SNI, que ellos llaman "miopes" de los "dinámicos", siendo los primeros aquellos que tratan a las inversiones tecnológicas como a cualquier inversión convencional, mientras que los segundos, reconocen que las actividades tecnológicas no son iguales a cualquier otra inversión, ya que ellas acarrearán, además de los resultados tangibles (productos, procesos, beneficios), la acumulación de importantes pero intangibles activos tales como: aprendizaje tecnológico, organizacional y de mercado. Las diferencias esenciales entre los dos tipos de SNI, pueden encontrarse en tres conjuntos de instituciones: a) el sistema financiero; b) los métodos de administración en los sectores intensivos en I&D (incentivos financieros de corto plazo v/s oportunidades tecnológicas nuevas y de largo plazo); y c) el sistema de educación general y vocacional, que ayuda al aprendizaje acumulativo.

Otro factor que influye de manera importante en la explicación de la dinámica tecnológica es el rol de las grandes firmas. Estos mismos autores señalan que el nivel y la tasa de crecimiento de las actividades tecnológicas nacionales están reflejadas en las grandes firmas, debido a que una enorme proporción de las actividades tecnológicas de las mayores firmas del mundo, continúan siendo desarrolladas en su país de origen. Como dato, basta citar que en la segunda mitad de los 1980s, el 89% de las actividades tecnológicas de las empresas más grandes del mundo, eran desarrolladas en su país matriz. Esto muestra que tales actividades no están globalizadas, sino casi exclusivamente concentradas en los países de la "tríada": Europa, Japón y Estados Unidos; y se debe a que el desarrollo y la comercialización de las principales innovaciones necesita la movilización de una variedad de habilidades personales e involucra alta incertidumbre. Ambos aspectos son mejor manejados mediante intensas y frecuentes comunicaciones personales y rápida toma de decisiones, es decir, mediante la concentración geográfica. A lo anterior habría que agregar que también se requiere incluir, en esta revisión de los factores influyentes en la orientación y ritmo del cambio tecnológico, el aspecto de la competencia entre las firmas. Existe evidencia estadística que apoya la idea de que los mecanismos de inducción nacionales tienen mayor probabilidad de resultados en cuanto a la obtención de maestría tecnológica acumulada, bajo condiciones de rivalidad entre firmas, que de la concentración de las actividades tecnológicas en pocas firmas pero más grandes.

Con respecto al proceso de difusión de la tecnología, Pérez (1992) argumenta que la propagación de cada paradigma u onda tecnológica, pasa por cuatro fases: 1) difusión inicial; 2) rápido crecimiento temprano; 3) rápido crecimiento tardío; y 4) madurez. La cristalización de un paradigma pasa por un largo período de gestación, de tal modo que el conjunto de innovaciones que permitirá llevarla a cabo comienza a aparecer años o decenios antes. Por ello, se da una

superposición importante entre la fase de madurez del paradigma predominante y la infancia del nuevo. Este prolongado período de coexistencia de lo nuevo con lo viejo, y el proceso de cambio estructural que supone, es lo que llama período de transición, el cual tiene una especial importancia para los países en desarrollo, tal como lo veremos en la respuesta a la pregunta tres.

3. ¿Cómo se explica el cambio tecnológico en los países subdesarrollados y cómo afecta a sus expectativas de desarrollo la ola actual de cambio tecnológico?

Una de las limitaciones de la TE es su escaso tratamiento de la situación de los países en desarrollo, ya que la mayor parte de la literatura se refiere al fenómeno del cambio tecnológico en los países industrializados. Al respecto, Corona (1998) señala que existe un sesgo nórdico en los autores de la TE, ya que no han sido considerados los aportes de Katz (1976), quien se centró en la importancia de los procesos de aprendizaje vinculados con la transferencia de tecnología, que implican innovaciones de ajuste de las tecnologías importadas. Asimismo, los temas de desarrollo y subdesarrollo, sólo recientemente han sido abordados por la TE, y surgen como derivación de la propuesta del SNI. Sobre este tema, Aboites (1998), menciona que la investigación sobre el cambio tecnológico en América Latina (AL), es limitada y fragmentaria, por lo cual no existe una teoría acabada sobre la naturaleza y especificidad del cambio tecnológico en AL. En este caso el cambio tecnológico es un fenómeno principalmente exógeno, porque en general, no aplica el ciclo propuesto por Schumpeter. El citado autor agrega que la respuesta a la pregunta sobre la explicación del cambio tecnológico en AL, ha sido planteada por algunos autores que se refieren a la existencia de fases tecnológicas asociadas al fenómeno de la transferencia tecnológica, las cuales son:

1ª Fase: "Adquisición o incorporación" de una nueva tecnología a una industria particular.

2ª Fase: "Asimilación y aprendizaje", lo que requiere de cierto nivel de inventiva local.

3ª Fase: "Creación de nuevos productos o procesos", que se caracteriza por un fuerte proceso de asimilación y aprendizaje tecnológico.

Además, se debe considerar que debido a la carencia del núcleo tecnológico endógeno en los países en desarrollo, se tienen dos consecuencias importantes : i) la transferencia del exterior se vuelve el factor fundamental del cambio tecnológico, y ii) la cuestión del aprendizaje es un hecho decisivo en el desarrollo tecnológico de estos países.

Sobre estos planteamientos existe la controversia en el hecho de que si las dos primeras etapas derivan en un núcleo endógeno de creación tecnológica, como ha

sido el caso de algunos países de la cuenca del pacífico, o bien permanecer sin perspectivas en las fases de adquisición, como las economías de AL.

Para Cimoli y Dosi (1994), dos condiciones para el establecimiento de un dinamismo tecnológico en los países en desarrollo son: la realización de cambios estructurales importantes y la construcción de un sector manufacturero cada vez más amplio, que incluya un conjunto de tecnologías medulares. En esta perspectiva el proceso de industrialización en esos países está muy relacionado con el préstamo, la imitación y la adaptación de tecnologías de economías más avanzadas. En una línea de pensamiento similar y resaltando la importancia del aprendizaje institucional igual que el técnico, Johnson y Lundvall (1994), argumentan que el aprendizaje proveniente del extranjero incluye los procesos siguientes: i) imitación técnica; ii) adaptaciones técnicas e innovaciones menores; iii) adaptaciones organizacionales e institucionales al marco institucional; iv) importación de instituciones; y v) adaptación de las tecnologías importadas y de las formas y las instituciones organizacionales a un marco nacional, institucional y cultural más amplio. Sin embargo, estos mismos autores alertan sobre el riesgo implícito en la absorción de tecnologías e instituciones del extranjero, debido a que se pueden producir desajustes entre tecnologías e instituciones y en el mismo sistema institucional, con efectos negativos para el desarrollo económico.

Por otro lado, analizando la periodicidad de los paradigmas tecnoeconómicos, C. Pérez (1992), argumenta que la historia muestra que los períodos de transición tecnológica son los momentos con mayor posibilidad para los países emergentes, ya que los países líderes son los que más se han comprometido con el paradigma dominante, y por ello, estas fuerzas inerciales son las que dan tiempo a los países emergentes para alcanzar a los líderes. Esto se debe a una excepcional combinación de fuentes de conocimiento que se vuelven accesibles al mismo tiempo. Sin embargo, las oportunidades no suelen ser iguales para todos los países, ya que aquellos que no alcanzaron una masa crítica en cuanto a capacidad y experiencia industrial dentro del paradigma anterior, quizás tengan una ventana de oportunidad demasiado estrecha para aprovechar las nuevas tecnologías de manera significativa.

A la cuestión fundamental de qué se debe hacer hoy día en los países en desarrollo, para utilizar la tecnología como instrumento para el desarrollo, la autora responde que la mejor fuente de criterios para la elaboración de políticas e instituciones, es el nuevo paradigma mismo, es decir, la comprensión cabal de los principios guía del nuevo paradigma. Ella añade que actualmente en los países en desarrollo, las empresas que intentan transformarse, en su mayoría encuentran poco apoyo y muchos problemas. Los recursos humanos requeridos no están disponibles, el sistema financiero no está preparado para financiar el cambio y la innovación tecnológica, y los mecanismos de política industrial parecen una carrera de obstáculos, contribuyendo más a frenar la modernización que a facilitarla. En este sentido, existen al menos tres grados posibles de acción gubernamental en la tarea de la reestructuración competitiva: identificar y eliminar los obstáculos, facilitar la iniciativa y el cambio haciendo que los recursos

apropiados estén disponibles en condiciones adecuadas, y finalmente, la promoción y orientación del cambio a partir de una plataforma de consenso.

Dada la enorme falta de coordinación de las actividades requeridas para impulsar la innovación tecnológica en los países en desarrollo, un elemento que sin duda podría jugar un papel central, sería el establecimiento de un poderoso SNI con los principales actores económicos, que conformen una red de interacción coherente capaz de armonizar los esfuerzos de las organizaciones públicas y privadas hacia un objetivo nacional común.

Estas opciones planteadas rebasan la falsa dicotomía entre planeación y mercado, ya que la autora considera que la reestructuración competitiva de la economía de un país en desarrollo es demasiado compleja para ser realizada por una burocracia desde arriba, y demasiado imaginativa para que la hagan desde abajo las fuerzas ciegas del mercado.

Dicha reestructuración implica la toma de decisiones fundamentales. Por ello, existen momentos y decisiones definitorias en el rumbo del desarrollo de un país. En este momento crucial para las economías en desarrollo; momento de reconsideración, de reflexión y de decisión, es necesario reevaluar los objetivos y cuestionar la eficacia de todas las políticas, todas las instituciones y todos los instrumentos. Sobre la importancia de ciertas decisiones para el desarrollo de un país, cabe mencionar una ilustrativa idea que señala:

“...la trayectoria que sigue una economía puede ser muy sensible a una decisión particular o a un grupo de decisiones particulares tomadas en un momento determinado...Las consecuencias de decisiones clave, para bien o para mal, pueden durar décadas.”²¹

En este sentido, en el análisis a realizar los gobiernos deben plantearse algunas cuestiones que Pérez sugiere cuando invita a emprender un ataque sistemático contra viejos y nuevos mitos: ¿No tendría ahora más sentido estructurar sistemas alrededor de los principales productos de exportación? ¿Ha desaparecido realmente el mercado interno como opción de desarrollo? ¿No se tratará más bien de una confusión que atribuye al mercado local las culpas de la sustitución de importaciones como política? ¿Serán las restricciones legales la causa de la escasa inversión extranjera? Estas preguntas constituyen serios cuestionamientos a varias de las políticas vigentes en los países no industrializados y las respuestas, sugeridas en las preguntas mismas, aunque no corresponden a la ortodoxia económica dominante hoy día, proponen rumbos no explorados pero interesantes y posibles para encauzar las políticas de desarrollo hacia la obtención de mejores resultados que los obtenidos hasta ahora.

Con base en las consideraciones anteriores, cabe preguntarse, ¿Se puede seguir tratando la tecnología como algo que se compra “ya confeccionado” como

²¹ Ormerod (1995, p. 269)

las licencias o el know how? O, por el contrario, ¿Deben todas las cuestiones tecnológicas, incluidas la información, el seguimiento y la prospectiva, convertirse en parte medular de la política de desarrollo? La autora de referencia afirma que la tecnología se encuentra en el centro y no en la periferia de la elaboración de una estrategia viable en este período de transición. En la ola actual del cambio tecnológico, los países en desarrollo deben enfrentar una enorme y múltiple tarea: la evaluación y redefinición de una estrategia de desarrollo, la reconversión de la economía, el desmantelamiento y la reconstrucción de mecanismos e instituciones, y el cambio en las ideas y los esquemas de comportamiento. En este punto surge una cuestión de gran valor práctico: ¿Cuánto tiempo se tiene para esta formidable tarea? La cantidad de tiempo disponible, señala, depende de cuánto tiempo le lleve a los países líderes desencadenar una aceleración sostenida de crecimiento mundial.

De lo expuesto en esta sección sobre la TE, plantearemos algunas reflexiones críticas. Primeramente, presentaremos de manera sintética las características principales de esta corriente, para después señalar sus puntos débiles.

Resumiendo los puntos esenciales de la TE podemos decir en primer término que a diferencia de la teoría neoclásica convencional, en la TE se considera a la tecnología como un fenómeno endógeno determinado por factores económicos, sociales, políticos y culturales. En segundo lugar, se plantea que la aparición y desarrollo de las innovaciones tecnológicas no se dan de manera homogénea en los diversos sectores de la economía ni en el transcurso del tiempo, sino que aparecen en forma de olas tecnológicas asociadas a un paradigma tecnoeconómico, cuyo surgimiento se vincula con la existencia de un sector económico dedicado en gran medida a la I&D, y cuyo proceso de desarrollo está vinculado con los ciclos económicos. Esta última característica de la TE, la distingue de la teoría del crecimiento endógeno, analizada en la sección anterior, la cual no considera la periodicidad del proceso económico. Tercero, estrechamente relacionado con el aprendizaje técnico se encuentra el aprendizaje institucional, que se expresa y condiciona por la existencia de redes entre las firmas y demás instituciones públicas y privadas que conforman los SNI. En cuarto lugar, no obstante que la TE analiza esencialmente la dinámica tecnológica ocurrida en los países industrializados y aunque son éstos los que detentan la mayor parte de la capacidad tecnológica, especialmente, a través del rol de las grandes empresas transnacionales que tienen su matriz en ellos, existe el planteamiento de que los países en desarrollo encuentran en la actual fase de transición de dos paradigmas tecnoeconómicos, la oportunidad histórica de utilizar el fomento del cambio tecnológico como un mecanismo para alcanzar un desarrollo económico sostenido y de largo plazo, a condición de emprender una serie de cambios políticos, económicos e institucionales para ajustarse a las características del nuevo paradigma.

A pesar de los avances en la comprensión del fenómeno tecnológico que significan los planteamientos principales de la TE, con respecto al análisis de la

teoría neoclásica, no dejan de producir ciertas dudas y desacuerdos, los cuales se plantean a continuación.

Uno, el concepto de paradigma tecnoeconómico como un elemento central de la explicación y como factor determinante de la dinámica tecnológica, entraña cierto fatalismo que se expresa en la necesidad de adecuar el marco socioinstitucional a las características del paradigma emergente, por parte de los países en desarrollo, con el fin de crear las condiciones para el surgimiento de la innovación tecnológica, y así aspirar al desarrollo económico. El problema aquí es que existen características implícitas del paradigma emergente que no son socialmente deseables, particularmente para los países en desarrollo, como es el caso del enorme desempleo ocasionado por los procesos de automatización vinculados a la robótica y a la informática. Este fenómeno se ha evidenciado incluso en los países industrializados, en los que por cierto, existen mecanismos institucionales para mitigar los efectos más dañinos, mientras que en los países en desarrollo se carece de ellos. Otra situación negativa sería la relacionada con las implicaciones laborales del modelo de organización flexible, que en la práctica se traduce en la desaparición de conquistas sindicales que afectan negativamente a los trabajadores.

Dos, al poner en el centro de la estrategia de desarrollo a la innovación tecnológica, la TE parece considerar a ésta más como objetivo que como medio del proceso de desarrollo, perdiendo de vista que finalmente el aspecto tecnológico, siendo muy importante, sólo es parte de un proyecto socioeconómico más amplio que condiciona, en parte, su dinámica. Esta afirmación no niega el hecho de que también el cambio tecnológico influye sobre el proceso de desarrollo, sino que sólo se quiere subrayar que finalmente éste es el fenómeno esencial.

Tres, aunque el concepto de SNI es clave para entender el proceso de cambio tecnológico en los países industrializados, al centrarse en las necesidades de las firmas su utilidad para el diseño e implementación de políticas públicas de fomento tecnológico, queda más bien limitado en el caso de los países en desarrollo, ya que la TE no aclara cómo tal concepto pueda fomentar innovaciones tecnológicas orientadas a la solución de los graves problemas sociales de estos países.

Cuatro, la TE subraya la importancia de la innovación tecnológica como elemento clave para el éxito económico. Sin embargo, dado que no todos los sectores económicos comparten la misma dinámica tecnológica y que los que no son líderes emplean tecnologías anteriores, surge la pregunta, ¿cómo incorporar en el análisis esta diversidad tecnológica? Corona (1998), plantea la necesidad de considerar la heterogeneidad tecnológica como un acervo social, lo cual se constituye en un reto para la TE.

Cinco, este mismo autor señala que las nuevas tecnologías conllevan problemas ético-jurídicos, que pueden afectar la seguridad y los derechos individuales y sociales. Ejemplos de esto son la seguridad de la información

transmitida por las redes de telecomunicaciones, que puede ser utilizada para fines distintos a los originales, y los conflictos derivados del uso de la información genética de las personas. Todos estos aspectos, son omitidos en la TE, la cual deja así implícita la idea de que toda innovación tecnológica es positiva, o en el mejor de los casos deja la impresión de que la teoría queda parcializada y no cumple su afán holístico.

Seis, aparentemente ha faltado un avance más integral en las diversas partes y temáticas que ha pretendido abarcar la TE, incluyendo los aspectos metodológicos y conceptuales. En este sentido, el autor citado menciona que los puentes metodológicos que la TE se ha propuesto construir – entre un nivel general paradigmático, la dinámica del cambio tecnoeconómico, y los comportamientos institucionales centrados en la empresa -, quedan todavía como partes sueltas de un modelo deseable.

Siete, nos parece que al centrar su análisis en la dinámica tecnológica, la TE margina y a veces omite problemas centrales en la situación de los países en desarrollo, como es el caso de la deuda externa y de los enormes rezagos sociales, los cuales limitan el rango de acción de los gobiernos para establecer ciertos incentivos económicos (fiscales, de financiamiento, etc.), a las firmas y aún para la creación o fortalecimiento de instituciones, en apoyo al desarrollo tecnológico.

Ocho, el asunto de las implicaciones ambientales de la dinámica tecnológica, fundamental en el presente trabajo, vinculado a los problemas existentes en el uso de los recursos naturales, la contaminación y el deterioro del medio natural, así como las respuestas a esta problemática por parte de las empresas inmersas en el paradigma tecnoeconómico emergente, se encuentran prácticamente omitidos del análisis y de la agenda de investigación de la TE, con lo cual ésta descuida un tema de interés central para la economía contemporánea, y desaprovecha así la posibilidad de utilizar su enfoque sistémico e interdisciplinario en la búsqueda de soluciones para compatibilizar el desarrollo económico, con base en la ciencia y la tecnología, con la dinámica natural.

Del análisis anterior se desprende que la TE representa avances sustantivos en el estudio económico del cambio tecnológico, pero que al descuidar aspectos principales, particularmente relacionados con la problemática de los países en desarrollo, disminuye las oportunidades de servir como fundamento en la conformación de políticas integrales de desarrollo económico de largo plazo.

2.3.4 Estructuralismo, neoestructuralismo y cambio tecnológico.

En este nivel de la discusión, es pertinente analizar las principales ideas sobre la tecnología, de una corriente de pensamiento económico que a partir de la posguerra y hasta los años 1970s, tuvo una notable influencia en las políticas de desarrollo económico de América latina (AL). Nos referimos a las llamada

corriente estructuralista vinculada a la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), de la Organización de las Naciones Unidas; pero también será útil revisar su puesta al día, a través de la actual corriente del neoestructuralismo.

El pensamiento estructuralista, surgido en un contexto mundial caracterizado por una fuerte presencia del Estado en la economía, planteaba para los países de AL la necesidad de adoptar una política de desarrollo económico fundamentada en el fortalecimiento de un proceso de industrialización orientado básicamente a la producción de bienes intermedios y de consumo duradero para la satisfacción de las necesidades de los estratos medios y altos de la sociedad. La implantación de este enfoque, con diferentes variantes, en los países de AL dio lugar a la etapa de industrialización conocida en la literatura económica, como de sustitución de importaciones, y que estaba vinculada a un proceso de "desarrollo hacia dentro". En esta perspectiva estaba implícita la idea de que el desarrollo tecnológico era inherente a la industrialización, y que por tanto bastaba estimular a ésta para lograr aquél. En consecuencia, el énfasis teórico estaba más en buscar los mecanismos distributivos de los beneficios del progreso técnico, que en dilucidar sus determinantes. Así, la tecnología era considerada como una "caja negra" que no era necesario abrir.

Según Kuri (1999), en esta primera etapa, caracterizada como de "pasividad tecnológica", las políticas públicas de fomento industrial dirigidas a superar el atraso de la región, tuvieron además de los innegables resultados económicos y sociales positivos, efectos perniciosos como la creación de una estructura industrial poco competitiva y desintegrada, en virtud de una política proteccionista a ultranza que motivó en los empresarios una despreocupación por elevar su productividad. Asimismo, las políticas de industrialización propiciaron un patrón de desarrollo tecnológico de tipo imitativo y sin posibilidades - ya que ni los empresarios ni el Estado se lo propusieron -, basado fundamentalmente en la inversión extranjera directa y en la importación de bienes de capital. Con la preocupación de explicar los frutos del progreso técnico en esta etapa, el autor de referencia señala que Pinto propone la categoría de "heterogeneidad estructural" al hablar de la concentración de dichos frutos en los países centrales en virtud de que éstos no sólo retienen los beneficios de su progreso técnico, sino que también se llevan parte de los de la periferia, debido a que en los primeros el ingreso crece más que la productividad y en los segundos, el ingreso crece menos que la productividad. Aquí, el papel de la tecnología empleada, propicia la heterogeneidad estructural y refuerza los desequilibrios inter e intrasectoriales, regionales y externos, agudizando los problemas de empleo y distribución del ingreso. Sin embargo, Pinto plantea que la tecnología no necesariamente debe jugar un rol pasivo, subordinado al estilo de desarrollo, ya que reconoce la existencia de influencias recíprocas entre estilo de desarrollo y la actividad tecnológica.

Después de la década de 1980s, perdida para el crecimiento económico de AL, y con un cambio completo en el contexto mundial en el que campea la globalización y las políticas neoliberales que han alentado el libre mercado, la

privatización total y la apertura de la economía, así como el debilitamiento del Estado, surge un replanteamiento del pensamiento cepalino conocido como neoestructuralismo. En esta nueva perspectiva se parte de una crítica al estilo de desarrollo anterior, basado en la sustitución de importaciones, señalando su incapacidad para llenar el famoso "casillero vacío" de Fajnzylber, que se refería a la inexistencia de países latinoamericanos que hubiesen logrado simultáneamente niveles de crecimiento económico y equidad, aceptables²². Desde esta base se plantea entonces la necesidad de un desarrollo "desde dentro"²³, que propugne por la superación de las ineficiencias, busque una auténtica competitividad y se proponga una reestructuración industrial y productiva integral, basada en el fortalecimiento de las capacidades de generación y difusión del progreso técnico y en la orientación hacia los mercados internos y externos, como medios destinados a la ingente tarea de saldar la "deuda social"²⁴ pendiente con la mayoría de la población de AL.

Con matices que los distinguen, varios autores neoestructuralistas y otros afines coinciden en que los planteamientos de este nuevo proceso de industrialización que sirva como eje para la necesaria redinamización del crecimiento económico de AL, requiere enmarcarse en otro proyecto de desarrollo para la región, alternativo al hoy dominante y que atienda las heterogeneidades estructurales y las desigualdades socioeconómicas en los distintos niveles, tanto en el aparato productivo como en los ámbitos regional y urbano – rural. En el planteamiento analítico de Fajnzylber (1990), se discuten dos componentes: el núcleo básico, integrado por la estructura agraria, el sistema industrial, los patrones de consumo e inversión, y la equidad; y los factores que condicionan la dinámica del núcleo básico, como la dotación de recursos naturales, las tendencias demográficas, la capacidad del empresariado nacional, el desarrollo de la ciencia y la tecnología, la inversión extranjera directa, el sistema financiero y el patrón de consumo internacional. De la interacción de estos elementos depende la creación de un círculo virtuoso acumulativo que permita una dinámica de crecimiento, competitividad y equidad con creciente incorporación de progreso técnico.

En un intento de resumen del pensamiento cepalino actual, Kuri (1999) plantea que la salida que propone esta corriente es la de una reestructuración productiva integral que gire en torno del sector industrial y, particularmente de aquellas ramas capaces de incorporar y propagar el progreso técnico a la economía en su conjunto. Una idea básica en esta propuesta es que en el marco de la revolución tecnológica actual, sólo se puede competir con un aparato productivo eficiente y con productos y servicios de calidad, lo que no es posible tener sin una atención

²² Fajnzylber (1990), plantea como un nivel de crecimiento aceptable, aquel igual o mayor a 2.4% anual, que fue el promedio obtenido por los países avanzados entre 1965 y 1984, y como nivel de equidad aceptable, a un resultado igual o mayor a 0.4 en la relación que existe entre el ingreso del 40% más pobre de la población, y el del 10% más rico.

²³ Sunkel, (1991).

²⁴ Ibid.

prioritaria al gasto en I&D y en general a la política tecnológica, industrial y comercial.

En estas ideas, entonces, el papel que deben jugar los procesos de innovación tecnológica para la nueva industrialización, adquiere una significación estratégica en tanto que ellos contribuirían al mejoramiento de la productividad, como condición necesaria para alcanzar los niveles de competitividad que la actual globalización demanda. Con esto, se podría retomar la senda del crecimiento económico, el cual aunado a las necesarias reformas redistributivas, permitiría las mejoras en el ingreso orientadas a superar los ingentes rezagos sociales de la región. Cabe aclarar que aún considerando que toda estrategia tecnológica responde a determinado proyecto social más amplio, no necesariamente habría que esperar la instauración completa del nuevo proyecto político para intentar estructurar una nueva estrategia tecnológica, ya que como lo sugería Pinto (1976)²⁵, la política tecnológica deberá ir estableciendo las bases para su propia reformulación.

En esta perspectiva, la cuestión tecnológica rebasa con mucho el planteamiento estrecho implícito en las actuales políticas neoliberales, - las cuales buscan, en los hechos, dejar el asunto prácticamente en manos de las empresas y del mercado - y contempla además el necesario contexto, con el rol importante de otras instituciones y factores sociales, políticos y culturales, cuyas interrelaciones determinan el rumbo del desarrollo tecnológico en cualquier sociedad. En este sentido, el papel del Estado, como promotor de la nueva estrategia tecnológica y, por tanto, como aglutinador y orientador de los distintos aspectos y agentes que inciden, es de vital importancia. Es claro que no se trata aquí del viejo Estado ineficiente y todopoderoso, sino más bien de un Estado eficiente, fuerte y líder que pueda coordinar los esfuerzos de la sociedad hacia el nuevo proyecto social.

Para implementar esta estrategia tecnológica, se requiere abrir la “caja negra” de la tecnología, de la que hablaba Fajnzylber (1990), lo cual implica aclarar los determinantes del progreso técnico, para poder actuar sobre ellos. Con esta idea, Rodríguez (1995) muestra cómo la misma teoría de los mercados competitivos permite dudar que el mecanismo institucional de los agentes privados y las señales de precios, sea el más adecuado para la asignación de recursos al desarrollo científico y tecnológico. Por otro lado, considerando que los procesos de innovación tecnológica no muestran una linealidad en su desarrollo, y que más bien se trata de procesos de gran complejidad, en el debate actual sobre la tecnología se han propuesto diversos factores para explicar el cambio técnico, además de las variables tradicionales de gasto en I&D y número de patentes.

Así, a partir de una extensa revisión de la bibliografía actual sobre la discusión tecnológica, que pasa por las ideas de los neoschumpeterianos sobre los ciclos tecnoeconómicos, los diferentes tipos de cambios tecnológicos y los períodos correspondientes a las tres revoluciones industriales, Rodríguez (1995) plantea

²⁵ Citado por Kuri (1995).

que en los países industrializados las tres principales instituciones que realizan o influyen en el proceso de cambio técnico son: las empresas, el mercado y el Estado, aunque la segunda institución ha tendido a perder importancia transfiriéndose ésta a las otras dos instituciones. Esta situación es diferente de lo que ocurre en los países periféricos, en los cuales la principal institución del cambio tecnológico es el mercado, y particularmente el mercado internacional, en el que las empresas de los países centrales ofertan las innovaciones tecnológicas producto de sus procesos de I&D. En los países periféricos, en los que los procesos de innovación tecnológica son sumamente débiles, prácticamente no existen empresas innovadoras ofensivas ni defensivas (que son las creadoras de tecnología), y en el mejor de los casos, las empresas se mantienen dentro de la adaptación tecnológica. En esta situación, las empresas siguen una estrategia de innovación llamada imitadora o dependiente ya que se basan en tecnologías bien establecidas, operan en mercados cautivos y sus cambios tecnológicos responden a las solicitudes externas. Otro tipo de estrategia presente en las empresas de AL es la tradicional, referida a aquellos productos cuyas tecnologías casi no cambian. En estos casos, difícilmente las empresas pretendan depender menos del mercado sin un marco externo de estímulos que provoque la estrategia innovadora. Es claro que la estructuración y puesta en marcha de un marco de este tipo, requiere de la intervención estatal.

El autor concluye que para enfrentar el rezago tecnológico existente en AL, se necesita una estrategia tecnológica liderada por el Estado y basada principalmente en tres niveles de acción:

a) Macroeconómico o de políticas públicas, en donde éstas deben orientarse al fortalecimiento de los sistemas de investigación científica y tecnológica, vinculándolos con los sectores productivos en una perspectiva de especialización productiva de largo plazo. El uso de instrumentos de política económica para generar incentivos a fin de que las empresas utilicen tecnología nacional, es importante.

b) Microeconómico, referido a los programas de gestión tecnológica al nivel de las empresas, con el fin de promover la consideración del aspecto tecnológico en las decisiones empresariales.

c) Mesoconómico, que incluye el nivel intermedio de decisiones, entre la empresa y lo macroeconómico, orientado más bien a políticas subsectoriales o intersectoriales, en cuyos espacios se difunde determinada innovación tecnológica.

Asimismo, se subraya que la implantación de una estrategia como la sugerida debe partir, por un lado, de un análisis realista del potencial productivo y tecnocientífico, y por el otro, de una prospectiva del desarrollo tecnológico en el mundo, a fin de valorar las distintas posibilidades de especialización. También deberá considerarse el reto que implica para los países de AL, pretender avanzar

tecnológicamente en el contexto de la tercera revolución industrial cuando se cuenta con rezagos correspondientes a la segunda revolución industrial.

Las ideas anteriores constituyen, sin duda, un aporte relevante en el debate latinoamericano sobre el papel de la tecnología en la búsqueda de opciones que contribuyan a un mejor desarrollo para los países de la región, sin embargo, al menos tres importantes aspectos son poco analizados: el aprendizaje institucional relacionado con el tecnológico, la cuestión ambiental y la vinculación de la nueva estrategia tecnológica con un proyecto social alternativo más amplio. Estos aspectos serán desarrollados en la siguiente sección.

2.4 HACIA UNA SÍNTESIS DE LA TECNOLOGÍA Y EL AMBIENTE EN LA TEORÍA ECONÓMICA.

2.4.1 La discusión contemporánea.

De lo expuesto en las secciones 2.2 y 2.3 se desprende que en la mayor parte de la literatura económica, los temas de la tecnología y del ambiente corren como vías paralelas que, en general no se juntan, o en el mejor de los casos, pocas veces se tocan. Sin embargo, existen excepciones a esta afirmación. Analizaremos a continuación dos documentos de este tipo.

En un análisis de las vinculaciones entre el cambio tecnológico y las posibilidades de un desarrollo sustentable, desde la perspectiva de los países más industrializados del mundo, la OECD (1999) propone concebir a la tecnología como un medio para desvincular el crecimiento económico de la degradación ambiental, buscando así asegurar las metas del desarrollo sustentable. En otras palabras, se busca que en la conformación de las condiciones marco para el desarrollo sustentable, exista un equilibrio entre el aumento en el bienestar material con los retos ambientales y sociales de largo plazo.

Con ciertas influencias de la teoría del crecimiento endógeno y de la teoría evolutiva, desde esta perspectiva se visualiza a las empresas como los motores de la innovación tecnológica y se plantea que su desempeño depende de los incentivos que reciban del ambiente económico y regulatorio. Aquí, el papel del gobierno es crucial en tanto contribuye a la conformación de las redes de comunicación y colaboración entre empresas y otras instituciones, tendientes a darle viabilidad a los sistemas de innovación en tecnologías para el desarrollo sustentable. Asimismo, se requiere de una integración de las políticas ambiental y tecnológica, y una mejor coordinación de las agencias correspondientes.

En esta concepción, el papel del mercado es fundamental por lo que es necesario estimular la demanda a partir de políticas públicas que busquen inducir la conducta del consumidor, a través de una mayor información sobre los beneficios sociales de consumir bienes ecológicamente aceptables, el uso de impuestos, estándares, etc. Además, la percepción pública y la comprensión de

ciertas tecnologías, puede mejorarse al propiciar un mayor involucramiento de la sociedad en el establecimiento de las agendas de investigación, de los estándares de uso y en la supervisión.

En cuanto a las políticas públicas de fomento de las tecnologías limpias, se requiere que estén más orientadas a la prevención que a la corrección. En este sentido, el uso de incentivos fiscales puede contribuir a mejorar los resultados obtenidos con las formas tradicionales de regulación ambiental, que no han conducido a cambios tecnológicos radicales, para lo cual se proponen instrumentos como la depreciación acelerada y los créditos de impuestos, que podrían ayudar al reemplazo de bienes de capital con fines ambientales. Otros instrumentos económicos con mayor potencial dinámico para estimular la innovación, se refieren al establecimiento de cargas de contaminación y permisos comerciables.

Adicionalmente, en el contexto de los países de la OECD se reconoce que los esfuerzos de I&D en el campo de las tecnologías ambientales, aún son limitados, ya que sólo entre un 2% y un 5% del presupuesto de investigación pública se destina al tema del ambiente. Ello a pesar del rápido crecimiento del comercio ambiental. Ante esto, se plantea una mayor participación del gobierno que promueva la realización de acciones conjuntas de investigación aplicada entre el sector público y el privado.

Dentro de estos planteamientos consideramos valiosos los intentos por aplicar los conceptos de sistema de innovación, redes de información y colaboración, papel dinámico del gobierno como actor y promotor de la investigación científica y tecnológica, etc., tomados de la teoría evolucionista, con el fin de promover el surgimiento de una innovación tecnológica orientada hacia la sustentabilidad. Sin embargo, cabe señalar también que la notable falta de propuestas en el plano social, aunque se explica en cierta forma al provenir el análisis de un organismo de países industrializados, refleja un sesgo y una limitación en el alcance de las conclusiones y recomendaciones del documento, ya que éstas parecen estar restringidas sólo al ámbito de aquellos países. Es decir, para los países en desarrollo se requiere una visión de la tecnología que considere sus especificidades económicas, sociales y políticas, así como las características de su problemática ambiental y su potencial de recursos naturales, todo lo cual es omitido. Además, en el documento de referencia, no se discute el concepto de desarrollo sustentable al que se hace alusión, por lo que éste queda con cierta ambigüedad y con una aplicación limitada, en el caso de los países no industriales, en donde el principal problema ambiental sigue siendo la pobreza.

Por otro lado, algunas de las ideas neoestructuralistas recogen la actual preocupación por el medio ambiente y el uso de los recursos naturales, además de reconocer el importante rol de la tecnología en el desarrollo económico y social. En este sentido, existen planteamientos que, reconociendo la falta de viabilidad ecológica implícita en las formas de producción y consumo del modelo de desarrollo dominante en el mundo, proponen la búsqueda de una identidad propia

en los hábitos de consumo y en las formas productivas, con base en: a) los valores culturales propios; b) las ofertas locales ecosistémicas de recursos naturales; y c) las posibilidades tecnológicas que consideren las tecnologías tradicionales, modernas y de punta, que sean más convenientes.

Al mismo tiempo, la dimensión ambiental inherente al proyecto alterno de desarrollo propuesto, conlleva la consideración del enorme potencial de recursos naturales que existe en AL y que debe servir como uno de los pilares para la reorientación tecnológica y productiva que se plantea.

En esta línea de pensamiento, Herrera et al (1994), parten de un interesante análisis prospectivo de las tendencias actuales que plantean las nuevas tecnologías y la situación socioeconómica y ambiental en el mundo, y con el convencimiento de que su trayectoria no es viable en términos físicos y sociopolíticos, exploran las posibilidades de un proyecto social alternativo que busque una nueva sociedad para AL, fundamentado en gran medida en una estrategia científica y tecnológica distinta a la vigente y que tienda a un desarrollo verdaderamente sostenible en el largo plazo.

Dentro de las características deseables para la nueva sociedad planteada se encuentra la necesidad de limitar la demanda de los recursos naturales con el fin de frenar el deterioro ambiental de la región, para lo cual se requieren cambios importantes en el estilo de vida de la población, abandonando los modelos de consumo dominantes en los países industrializados, e incorporando la sobriedad en los estilos de vida. Esta firme preocupación por lo ambiental está expresada también en algunas de las características de la estrategia socioeconómica y tecnológica que se propone.

Los planteamientos básicos de la estrategia propuesta ya mencionada están referidos a cuatro dimensiones fundamentales: I) socioeconómica; II) científica y tecnológica; III) ambiental; y IV) urbana. Por razones del interés particular de esta investigación, sólo abordaremos, de manera sintética, los tres primeros aspectos.

I) La dimensión socioeconómica.

Aquí se discuten las características política, social y económica del proceso de cambio, y sirve también para contextualizar la estrategia de investigación y desarrollo. Las principales ideas planteadas, son:

a) La heterogeneidad en los niveles de desarrollo de los países de la región, se presenta como un obstáculo importante a vencer.

b) Dadas las actuales tendencias mundiales respecto a la formación de bloques económicos que facilitan las economías de escala y un mayor dinamismo económico, las posibilidades de una integración latinoamericana, basada en la existencia de estructuras muy semejantes en los planos cultural, social y económico, a pesar de las diferencias señaladas en el punto anterior, constituyen

la opción que podría darle viabilidad, en el largo plazo, a los esfuerzos de industrialización y desarrollo sostenible para la región.

c) La directriz central de la política económica debe ser la recuperación del crecimiento económico, para lo cual, además de la necesaria integración latinoamericana, se requiere el fortalecimiento de los sectores de infraestructura, reducir la dependencia tecnológica, proteger a la industria de punta, mejorar la eficiencia productiva y darle una gran difusión a las nuevas tecnologías en todo el aparato productivo.

d) Para lograr el relanzamiento de la economía y la superación de la crisis actual, algunas de las medidas concretas importantes serían: i) la suspensión de los flujos de recursos económicos al exterior, lo que permitiría incrementar el consumo y la inversión; ii) un estricto control de la fuga de capitales, por parte del Estado; iii) una reforma tributaria basada en un aumento de la carga fiscal y particularmente, en la gravación de los altos ingresos; y, iv) una reforma administrativa para aumentar la eficiencia del Estado.

II) La dimensión científica y tecnológica.

La trayectoria seguida en ciencia y tecnología es el resultado de la estrategia global de desarrollo que se propone una sociedad. En este sentido, los exiguos resultados obtenidos en AL en esta área, provienen del hecho de que los estilos de desarrollo hasta hoy implementados no se han propuesto una demanda social de I&D, cuyos resultados sean vinculados realmente al aparato productivo para la satisfacción de las necesidades mayoritarias de la población. Por ello, la nueva propuesta tecnológica plantea que la magnitud y profundidad de los cambios requeridos por la estrategia alternativa de desarrollo generará la demanda social sobre los sistemas de I&D. Esta estrategia propone dos objetivos principales para estos sistemas:

- a) Implantar sistemas de I&D nacionales y regionales, de nivel comparable a los existentes en los países avanzados.
- b) Satisfacer la demanda de I&D derivada de la estrategia socioeconómica.

Para lograr estos objetivos, los autores señalan que se tendrán que realizar una serie de acciones dentro de las cuales cabe destacar las siguientes:

1. Vincular el sistema de I&D con el sistema productivo, mediante una articulación entre la política dirigida al fortalecimiento del primero y la política orientada al logro de los objetivos socioeconómicos del nuevo proyecto social.

2. Definir adecuadamente el "espacio tecnológico", referido al conjunto de condiciones sociales, económicas y ambientales, que significan las restricciones y requerimientos que la tecnología debe satisfacer.

3. En el entendido que un paradigma tecnológico consiste en un núcleo de conocimientos y elementos tecnológicos básicos, a partir de los cuales existe una diversidad de trayectorias posibles, un objetivo de los sistemas de I&D debe ser explorar dichas trayectorias y concentrarse en las más adecuadas a las condiciones del país.

4. Respecto a la investigación básica, ésta debe ser considerada de vital importancia ya que dentro de la secuencia de investigación (básica, aplicada y de desarrollo), es el nivel que permite el mayor número de opciones. Un problema fundamental a resolver aquí, es la aguda escasez de investigadores, por lo que es conveniente concentrar este tipo de investigaciones en las universidades a fin de propiciar su multiplicación a través de la enseñanza. Además, el Estado debe destinar a la investigación básica alrededor del 20% del total de lo invertido en el sistema de investigación.

5. El Estado debe realizar investigación en forma directa a través de sus organismos correspondientes, pero igualmente importante es su papel incentivador para lograr que las empresas privadas participen cada vez más en tal actividad. El manejo de los impuestos y de los créditos son dos mecanismos importantes que pueden utilizarse para esa finalidad. Asimismo, la investigación cooperativa – aquella de interés común para un grupo de empresas, quienes la realizan o la financian -, puede utilizarse como incentivo para la investigación privada.

6. El problema principal en la estrategia tecnológica es crear y estimular el flujo de la demanda de investigación, tanto por parte de la sociedad, como entre los distintos componentes del mismo sistema de investigación. Por ello, el Estado debe estimular la investigación en aquellas áreas tecnológicas en las que, aún siendo estratégicas, la demanda social es débil.

7. Se deberá realizar un enorme esfuerzo en el sistema de I&D, para que la tasa de crecimiento del número de investigadores, alcance cifras cercanas al 10% anual. Tal crecimiento, especialmente en investigación aplicada y de desarrollo, deberá orientarse temáticamente hacia los grandes problemas de la sociedad.

8. Se recomienda que la inversión total anual para el rubro de ciencia y tecnología, debe ser del orden del 2 o 3% del PIB.

9. Considerando la gran dificultad que representa para cada país de AL, la construcción de sistemas de I&D que puedan enfrentar adecuadamente los grandes desafíos de los cambios mundiales en el largo plazo, serán fundamentales las acciones de investigación que puedan realizarse en el marco de la integración latinoamericana propuesta en la estrategia socioeconómica.

10. Dentro de las nuevas tecnologías, las áreas de microelectrónica, biotecnología y nuevos materiales, deberán ser consideradas como prioritarias en virtud de su gran importancia en el nuevo orden mundial, y de su temprano estado de desarrollo. Esto podría permitir el desarrollo de opciones tecnológicas más

adaptadas a las condiciones y posibilidades propias. Asimismo, dentro de las tecnologías "corrientes" o surgidas de la etapa del fordismo, se deberán elaborar estudios prospectivos en cada país con el fin de determinar las áreas tecnológicas y de conocimiento más importantes en el futuro considerado, y poder concentrar en ellas los mejores esfuerzos.

11. Tomando en cuenta que los resultados de la estrategia tecnológica propuesta son de largo plazo, y que aún los países industrializados son importadores de tecnología, otro problema importante para el corto y mediano plazos, no es tanto la generación endógena de tecnología, sino la capacidad de importar tecnologías requeridas para alcanzar objetivos de desarrollo, fijados endógenamente

III) La dimensión ambiental.

Tanto por el grado de deterioro como por la dotación de recursos naturales en AL, la consideración del aspecto ambiental es una condicionante fundamental del tipo de sociedad que puede ser viable para la región en el largo plazo. En este sentido, dentro de una perspectiva de sustentabilidad cobra una relevancia especial la compatibilización del desarrollo tecnológico con las condiciones ambientales de cada país. Por ello, el desarrollo y la difusión de las tecnologías requiere tanto del uso complementario de las tecnologías tradicionales, modernas y de punta (pluralismo tecnológico), como de la integración constructiva de las últimas con alguna de las dos primeras (hibridización tecnológica).

Aunque el futuro ecológico de la región depende más de las grandes opciones sociales que se adopten, que de la búsqueda de nuevos conocimientos y nuevas técnicas de manejo ecosistémico, éstos son necesarios. Por esta razón, se plantean los siguientes criterios para ser considerados en la selección de las tecnologías: i) los niveles y ritmos de los flujos de entrada y salida que determinan el mantenimiento del ecosistema; ii) el stock o principal reserva de renovación; iii) la oferta ecológica y su calidad; y iv) los mecanismos internos homeostáticos básicos.

Por otro lado, de la consideración de la dimensión ambiental surgen algunos atributos adicionales para la estrategia de ciencia y tecnología, esbozada anteriormente. Algunos de ellos son:

a) Definir y desarrollar una capacidad científica básica en relación con los problemas ambientales centrales, así como articular dicha capacidad con la investigación aplicada y el desarrollo tecnológico; y vincular todo este sistema con los sectores productivos.

b) Enfatizar la investigación y desarrollo alrededor de grandes problemas, más que de disciplinas y sectores.

c) Desarrollar mecanismos para el aprovechamiento de la creatividad local, y también para la generación de una capacidad institucional para la gestión del pluralismo tecnológico.

d) Subrayar la disponibilidad de la tecnología para los productores rurales de bajos ingresos, así como la autodependencia local, sin descuidar el desarrollo de grandes sistemas complejos de producción, y buscando en lo posible la articulación de ambos sistemas.

De las ideas anteriores se desprende que en el pensamiento económico latinoamericano contemporáneo sigue aún vigente el importante papel asignado a la industrialización y a la tecnología en el proceso de desarrollo económico y social, aunque existen ahora diferencias de fondo con la anterior perspectiva estructuralista, las cuales están referidas a: i) la necesaria determinación de ciertas áreas tecnológicas a priorizar, ii) la vinculación de los procesos de I&D con las necesidades de la población mayoritaria y con los sectores productivos, iii) la adecuación de los desarrollos tecnológicos y productivos a la disponibilidad de los recursos naturales existentes y a la consideración de la problemática ambiental, y iv) la inserción de la estrategia tecnológica en un proyecto de cambio social más amplio que tienda hacia un desarrollo sostenible en el largo plazo.

Nos parece que dentro de la actual estructura capitalista que domina en el mundo, no se puede menos que estar de acuerdo con los planteamientos básicos antes resumidos, aunque tengamos ciertas reservas sobre el hecho de que para el largo plazo la vía industrializadora pueda resolver los problemas sociales y ambientales de AL y del mundo. Es indiscutible que AL y los países del Tercer Mundo necesitan crecer económicamente para resolver sus problemas sociales, pero creemos que, como ya se expuso en la sección 2.3 y en páginas anteriores de esta misma sección, no puede existir un crecimiento infinito en un mundo con recursos finitos. Esta idea tiene al menos dos consecuencias para el pensamiento neoestructuralista. Primero, que el crecimiento económico para la región deberá ser el suficiente para resolver los graves rezagos sociales y el deterioro ambiental existentes. Segundo, que como lo reconocen muchos neoestructuralistas, ya no es posible seguir imitando los estilos de producción, de consumo y finalmente de desarrollo, de los países industrializados porque este modelo no es viable en el largo plazo. Se requiere pues, redefinir los conceptos de riqueza, de pobreza y de desarrollo para nuestras sociedades en un marco de sustentabilidad y de nuestros propios valores culturales.

2.4.2 La elección teórica: Ideas para la investigación.

Tomando en cuenta que la primera etapa de la presente investigación se refiere a la definición de los instrumentos teóricos y metodológicos más adecuados para analizar la contribución de la industria manufacturera mexicana, y sus procesos de cambio tecnológico a la problemática ambiental, particularmente en el caso del subsector fabricante de equipos para el agua y los problemas de este

recurso en la ZMCM, y de acuerdo con la discusión realizada en el presente capítulo, planteamos lo siguiente:

1. Existe una contradicción fundamental en el proceso de industrialización como eje del patrón de desarrollo económico y social dominante en el mundo, y que actualmente se afianza mediante el proceso de globalización, ya que por un lado, en las sociedades altamente industrializadas se han logrado grados de desarrollo económico y tecnológico tales que la mayoría de la población goza de un nivel de consumo que cubre las necesidades básicas, y por el otro, en estas mismas sociedades las formas de producción y consumo han promovido procesos que deterioran la calidad de vida de las personas, como son: el surgimiento y/o agravamiento de ciertas enfermedades; el fortalecimiento de conductas socialmente negativas como el suicidio y la delincuencia; y por último pero no menos importante, la emergencia de la crisis ecológica con problemas graves tales como el calentamiento global y el correspondiente cambio climático.

2. La ola actual de cambios tecnológicos en el mundo, llamada la Revolución Tecno Científica (RTC), (o Tercera Revolución Industrial), se constituye como parte central del proceso de globalización y se encuentra fuertemente vinculada a la Nueva División Internacional del Trabajo (NDIT), una de cuyas características importantes ha sido, por un lado, una mayor concentración de la generación de tecnología, empleo e ingreso, en los países industrializados, y por el otro, un aumento del desempleo, la pobreza y de los efectos de la crisis ambiental, en los países en desarrollo.

3. A pesar de sus limitaciones, consideramos que el concepto de Desarrollo Sustentable puede ser de gran utilidad en el análisis de las implicaciones socioeconómicas y ambientales de la dinámica tecnológica actual, especialmente en el caso de los países en desarrollo, por lo que su empleo ayudará a la comprensión del caso estudiado en el presente trabajo.

4. Los países en desarrollo, sumidos en esta grave situación económica, social y ecológica, necesitan insertarse de manera más activa en el actual escenario de la globalización, a fin de obtener una mayor participación en la economía mundial y con ello, ampliar sus posibilidades de desarrollo económico y social, y de un mejor ambiente natural, de largo plazo, es decir, de un desarrollo sustentable. Para lograr esto, requieren mayor competitividad, mayor productividad, pero también mayor atención a sus graves rezagos y problemas económicos, sociales y ambientales, todo lo cual difícilmente podría alcanzarse sin atender de manera especial el asunto de la generación y difusión de la tecnología, ya que ésta juega un importante papel, tanto en el proceso de desarrollo económico, como en la recuperación ambiental. Sin pretender una autarquía tecnológica, los países en desarrollo necesitan romper con la excesiva dependencia tecnológica de los países industrializados y asumir un rol más activo en este aspecto, para lo cual se requiere, en primer término, partir de una comprensión de los determinantes de la dinámica tecnológica y, en segundo lugar, la aplicación de políticas públicas que favorezcan el establecimiento de las

condiciones propicias para el surgimiento y difusión de la innovación tecnológica, particularmente de aquélla que considere las características ambientales y socioeconómicas específicas de cada país, para poder tender así hacia la sustentabilidad. Este planteamiento implica un esfuerzo enorme para estos países, sin embargo, el reto que enfrentan es todavía mayor en virtud de que, tal como lo demostró la discusión de la sección 2.3, ecológicamente no es posible intentar el traspaso mecánico de los modelos de producción y consumo de los países industrializados a los países en desarrollo, por lo que se requerirá enmarcar la estrategia tecnológica dentro de la construcción social de estilos de desarrollo alternativos al dominante con base en la cultura y potencialidades locales.

5. No obstante las críticas e insuficiencias antes analizadas de la teoría neoclásica en su tratamiento de los fenómenos del cambio tecnológico y de la problemática ambiental, consideramos que el mecanismo del mercado ambiental (MA), definido en la sección 2.2.2, puede contribuir de manera importante a tres situaciones deseables. Primeramente, el MA puede ayudar a canalizar la demanda de bienes y servicios tecnológicos que incentive la innovación, adaptación, e importación selectiva de tecnología. Aquí habría que subrayar que una característica importante del MA es que, dada la naturaleza compleja de los problemas ambientales su abordaje requiere la aplicación de tecnologías de las áreas de vanguardia, tales como la biotecnología, la microelectrónica, la informática y las nuevas fuentes energéticas, por lo cual el fortalecimiento de dicho mercado puede favorecer el desarrollo de innovaciones en esas áreas. En segundo término, el funcionamiento del MA contribuye en la tarea de frenar el proceso de deterioro ambiental y en la consecución de metas tendientes a un desarrollo sustentable. En tercer lugar, es importante agregar que en el intercambio de bienes y servicios ambientales, una proporción importante de ellos deben ser de origen nacional con el fin de que en su producción puedan establecerse los encadenamientos económicos necesarios, tanto horizontales como verticales, que permitan que tal mercado tenga un mayor impacto en el empleo y el ingreso, y así, en el crecimiento y desarrollo económicos. Este efecto económico y social también tiene que ver con la orientación hacia el desarrollo sustentable. De otro modo, si el mercado operara con bienes mayoritariamente extranjeros, la oportunidad de este "efecto de arrastre" se perdería. Por todas estas razones creemos que el mecanismo del MA debe fortalecerse. Es necesario aclarar que en este planteamiento, el MA no se refiere al intercambio ni de recursos naturales, ni de permisos de contaminación, por los argumentos expuestos al discutir la corriente de la Economía Ambiental. Por otro lado, cabe señalar que, dadas las limitaciones del mercado, paralelamente a la operación del MA, tendrán que instrumentarse acciones políticas, regulatorias, institucionales, educativas, etc., que complementen tanto el fomento del cambio tecnológico, como la búsqueda de la sustentabilidad.

6. A pesar de que la TE proporciona una buena aproximación para explicar la dinámica tecnológica, sus serias limitaciones explicadas en la sección 2.3.3 de este capítulo, particularmente las referidas a la falta de consideración de las especificidades de los países en desarrollo, y la omisión de la problemática

ambiental vinculada a la tecnología, la convierten en un marco teórico incompleto para esta investigación. Esto no significa que algunas ideas interesantes de la TE, no puedan ser consideradas, especialmente sus planteamientos sobre el concepto de paradigma tecnoeconómico y las ideas sobre el aprendizaje institucional, vinculado al tecnológico, dentro del concepto de Sistema Nacional de Innovación.

7. En este sentido, consideramos que el enfoque neoestructuralista, especialmente aquel que incorpora la dimensión ambiental en su análisis, constituye el referente teórico adecuado para los fines de la presente investigación. Aunque este enfoque será el principal, podrán incluirse algunas ideas, conceptos y aportes teóricos de otras corrientes de las ya revisadas, especialmente de la TE, a fin de enriquecer el análisis de este trabajo. De acuerdo con esto, planteamos a continuación cuatro preguntas generales derivadas de la discusión teórica anterior, las cuales orientan a los cuestionamientos más específicos que se plantean en esta investigación.

- i) ¿Qué características tiene la dinámica tecnológica en la industria estudiada en este trabajo, y en qué medida se ubica dentro del modelo explicativo de la corriente neoestructuralista?
- ii) ¿En qué medida esta industria genera y/o adapta innovación tecnológica tendiente a fortalecer un mercado ambiental nacional, como instrumento para tender hacia un desarrollo sustentable?
- iii) ¿Existen características en esta industria que permitan pensar que se está aprovechando, o se puede aprovechar, la etapa de transición entre los paradigmas tecnoeconómicos que plantea la TE?
- iv) ¿Qué conceptos del neoestructuralismo y de la TE son aplicables al caso de esta industria para promover medidas de política pública tendientes a su fortalecimiento?

Considerando que este trabajo se ubica en la rama de la industria ambiental dedicada a la fabricación de equipos para el agua en la ZMCM, de estas grandes preguntas temáticas se desprenden una serie de cuestiones que constituyen la parte central de las preguntas de investigación de este trabajo, las cuales son:

- ✓ ¿En qué medida se están llevando a cabo acciones de innovación tecnológica en el subsector productor de equipos para el agua en la ZMCM?
- ✓ ¿Qué proporción de tales acciones se generan por la empresa y qué proporción se adquiere en el mercado?
- ✓ Con base en la clasificación tecnológica de las empresas mencionada en la sección 2.2.4, ¿Cómo puede caracterizarse la industria de referencia?
- ✓ ¿Cuál es el grado de dependencia tecnológica existente en ella?

- ✓ ¿Cuál es la situación en México respecto al “núcleo endógeno” planteado por la TE, dentro del sector industrial?
- ✓ ¿Qué situación existe en cuanto a las relaciones entre las empresas de la industria estudiada y los centros de investigación en tecnología del agua, y cuáles son los principales obstáculos que se oponen a una mejor vinculación entre ellos?
- ✓ ¿Cuál es la estructura y dinámica del financiamiento de los centros de investigación en tecnología del agua?
- ✓ ¿Qué nivel de competitividad guarda la investigación realizada en los centros nacionales de desarrollo tecnológico?
- ✓ ¿Cuáles son los niveles de inversión, de las empresas de este subsector, en I&D?
- ✓ ¿Existen estímulos fiscales, de financiamiento o algún otro, instrumentado por el gobierno para promover el cambio tecnológico?
- ✓ ¿Cuáles son los principales problemas que las empresas perciben para el uso de los incentivos económicos gubernamentales?
- ✓ ¿Qué problemas concretos enfrentan las empresas de la industria estudiada, para generar o adaptar tecnología?
- ✓ ¿Cuál es la situación existente respecto del fortalecimiento de la infraestructura del agua en México, y particularmente en la ZMCM?
- ✓ ¿En qué medida está orientada al mercado externo la industria de referencia, y cuál es la tendencia?
- ✓ ¿Cuál es la dinámica del empleo en el subsector industrial del agua estudiado?
- ✓ ¿Qué está sucediendo con los salarios reales en la industria de referencia, y cuál es su tendencia?

También consideramos conveniente la inclusión, en esta investigación, de los tres niveles de acción tecnológica propuestos por Rodríguez (1995) y analizados anteriormente, como parte del enfoque para el análisis de la problemática en cuestión. En este sentido, el capítulo tres corresponde al nivel macroeconómico (políticas públicas sectoriales), el capítulo cuatro, al mesoeconómico (políticas subsectoriales), y el capítulo cinco, al microeconómico (decisiones empresariales).

8. Adicionalmente a las cuestiones expuestas y considerando que, por una parte el concepto de Sistema Nacional de Innovación planteado por la TE es un instrumento teórico de gran utilidad en el análisis y comprensión del fenómeno de

la dinámica tecnológica, pero está referido al ámbito nacional, y por la otra, este concepto omite el aspecto ambiental, proponemos la idea del Sistema Local de Innovación Tecnológica para la Sustentabilidad, como aquel conjunto de instituciones - empresas, centros de investigación, bancos, oficinas de gobierno y demás organizaciones -, cuya participación es necesaria para la promoción del desarrollo de la innovación, adaptación e importación selectiva de tecnología, tendiente al Desarrollo Sustentable en una entidad geopolítica dentro de un país. Esta idea permitiría incorporar en el análisis, las particularidades sociales, económicas y ambientales existentes en el ámbito local, que no son consideradas en el concepto de SNI. Además, parece ser relativamente más fácil lograr la coordinación de los esfuerzos requeridos en un espacio más pequeño, con un menor número de participantes, con mayor conocimiento entre ellos, y con mayor posibilidad de establecer relaciones personales, todo lo cual caracteriza al ámbito local, que hacer lo mismo en un espacio nacional. Por otra parte, tal como se mostró en la sección 2.2.3, en el ámbito de los negocios la proximidad geográfica facilita la comunicación y la toma de decisiones, especialmente en las condiciones de incertidumbre propias de la actividad del desarrollo tecnológico. También debe considerarse que tal sistema contribuiría a la necesaria descentralización de la toma de decisiones, trasladándose éstas a los espacios locales, lo que podría ayudar al fortalecimiento de los gobiernos estatales, al fomento y apoyo de la investigación científica y tecnológica en los centros de investigación y universidades de provincia, al aumento de la productividad y competitividad de las empresas locales, a un impulso importante en la atención de los rezagos y problemas sociales y ambientales, y en resumen, a darle una dimensión más cercana y más concreta al Desarrollo Sustentable. Cabe agregar que la tarea de motivar la constitución de un sistema de esta naturaleza, recae en el gobierno, particularmente en el local, como líder natural de la sociedad, y quien tendría que considerar y poner en marcha los instrumentos políticos, regulatorios, económicos, e institucionales que incentiven a los agentes económicos y sociales a establecer las redes de relaciones que den vida al sistema.

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA

CAPÍTULO 3

INDUSTRIA MANUFACTURERA Y MEDIO AMBIENTE EN MÉXICO

3.1 INTRODUCCIÓN

Con la finalidad de analizar y comprender el contexto en el que se desenvuelve el subsector industrial motivo de nuestro estudio de caso, y según el enfoque adoptado para este trabajo y comentado en el capítulo anterior (Rodríguez, 1995), desde una perspectiva fundamentalmente macroeconómica este capítulo realiza el análisis de las principales implicaciones y problemas a los que se enfrenta el desarrollo industrial manufacturero en el mundo contemporáneo y, de manera especial, en el caso mexicano. Es decir, siguiendo el hilo conductor de nuestra investigación, constituido por la forma en que las relaciones entre tecnología, economía y medio natural influyen en el desarrollo social, nos interesa estudiar, en lo fundamental, cuáles son las características ecológicas y sociales de la actividad industrial, en el patrón de desarrollo dominante en el mundo. Al mismo tiempo, nos motiva el análisis de las características económicas con las que se desarrolla este proceso de industrialización en México, en el contexto de la globalización y de la implantación de políticas orientadas por el neoliberalismo, y desde una óptica de sustentabilidad, sus repercusiones más importantes en lo ecológico y en lo social, incluyendo en este último aspecto lo tecnológico.

En este orden de ideas, para lograr el objetivo de presentar la primera parte del marco contextual de la investigación, el presente capítulo se divide en cuatro secciones principales. La primera configura el contexto mundial del desarrollo industrial, en dos vertientes esenciales para este trabajo: la situación socioeconómica y la problemática ambiental. El análisis de las políticas industrial y ambiental de México en la década de los 1990s, en el contexto de la globalización, se trata en la segunda sección. La caracterización de la industria en México, desde el punto de vista socioeconómico y ecológico, se realiza en la tercera sección. En la cuarta y última sección, se plantean algunas reflexiones sobre la sustentabilidad de la industria manufacturera mexicana.

3.2 TENDENCIAS Y PROBLEMAS DEL DESARROLLO INDUSTRIAL RECIENTE EN EL MUNDO

3.2.1 Dinámica de la industria mundial.

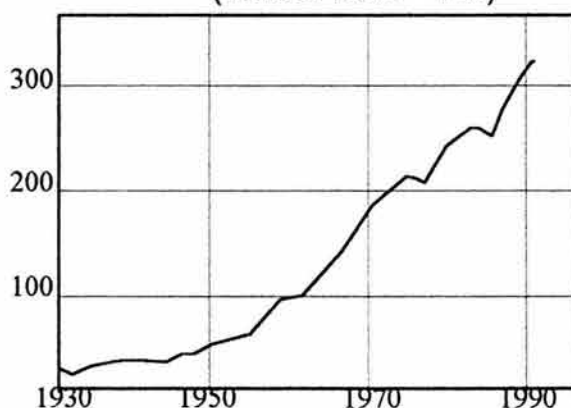
En el contexto del proceso de globalización comentado en el capítulo dos, en los últimos años se ha dado una aceleración de la industrialización en los países

en desarrollo con el objetivo de mantener su crecimiento económico y mejorar su participación en el producto mundial. De hecho, las reformas económicas emprendidas en muchos países en desarrollo muestran que:

"...se sigue considerando que la industria es el camino más viable para conseguir ese objetivo..."¹

Sin embargo, a pesar del crecimiento de la producción industrial en el mundo en las últimas décadas, como se muestra en la gráfica 3.1, y del incremento de las exportaciones manufactureras de los países en desarrollo² con base en su inserción en la globalización, los resultados son bastante discutibles, al producir ganadores y perdedores, tanto al interior de los países desarrollados, como de aquellos en desarrollo (ONUDI, 1996).

Gráfica 3.1
Producción industrial mundial
(Índice: 1963 = 100)



Fuente: Naciones Unidas; Population Reference Bureau (mostrada en D. H. Meadows, D. L. Meadows y J. Randers, 1992)

Aquí cabe agregar que, dadas las diferencias en los niveles de vida existentes entre los dos tipos de países, los efectos negativos de la globalización se resienten más en los países en desarrollo que en los desarrollados.

Asimismo, llama la atención el hecho contradictorio de que, por un lado, los países en desarrollo a escala mundial sigan basando sus esperanzas de un mejor bienestar en la industrialización y en el supuesto o real crecimiento económico concomitante³, y por el otro, se sigan profundizando los niveles de desigualdad en el mundo, tal como lo muestra el cuadro 3.1.

¹ ONUDI, (1995), p. 1.

² Las exportaciones manufactureras de los países en desarrollo representaron en 1993 el 60% de sus exportaciones totales y el 26% de las exportaciones mundiales de manufacturas, según ONUDI, (1995), p. 1.

³ Desde la década de 1970, las tasas medias anuales de crecimiento de los países en desarrollo han sido superiores a las de los países desarrollados y del mundo en su conjunto (ONUDI, 1995).

Cuadro 3.1
Distribución del ingreso mundial 1960-1989

Año	Coeficiente de Gini	Relación entre los ingresos del 20% más rico y los del 20% más pobre de la población mundial.
1960	0.44	11.1
1970	0.50	13.1
1980	0.53	16.0
1989	0.55	17.1

Fuente: K. Griffin y A.R. Kahn (1992). Tomado de ONUDI (1996).

La estrategia de fomento a la industrialización y a las exportaciones manufactureras para permitir al Tercer Mundo acceder a un desarrollo con mayor equidad y bienestar ha sido concebida en la globalización actual como un sustituto de los ineficaces programas y agencias internacionales del desarrollo establecidos en la posguerra. Sin embargo, como se ha mostrado, tal estrategia ha fracasado en términos generales. Por supuesto, esto no implica la inexistencia de países en desarrollo que se hayan beneficiado de tal estrategia. No obstante, los resultados siendo dispares muestran pocos casos claramente exitosos en lo socioeconómico, como se ilustra en el cuadro 3.2. Por un lado, países del llamado grupo "Tigres del Sudeste Asiático" —Hong Kong, Corea del Sur y Singapur— han experimentado tasas de industrialización muy altas en los últimos lustros, y con ello han obtenido beneficios sociales importantes que los ubican en lugares notables en la clasificación mundial según el Índice de Desarrollo Humano (IDH) del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Por otro lado, en América Latina los países más industrializados como México, Colombia y Brasil, presentan niveles de marginación y pobreza alarmantemente elevados, mientras países menos industrializados como Costa Rica y Uruguay tienen niveles menos dramáticos de pobreza y mejores índices de bienestar sociales. Como se ve, no hay necesariamente una relación directa entre el grado de industrialización y bienestar social.

Cuadro 3.2
Índice de Desarrollo Humano

Posición mundial	Países	IDH 1993	Prod. Industrial (% del PIB) 1993	% población de pobres 1990		Esp. de vida al nacer (años) 1993	Tasa de Alf. de Adultos (%) 1993
				urbana	rural		
22	Hong Kong	.909	21	ND	ND	78.7	91.5
29	Rep. de Corea	.886	43	5	4	71.3	97.6
31	Costa Rica	.884	26	24	30	76.4	94.5
32	Uruguay	.883	27	10	23	72.6	97
34	Singapur	.882	37	ND	ND	74.9	90.3
48	México	.845	28	23	43	71.0	89
49	Colombia	.840	35	40	45	69.4	90.6
58	Brasil	.796	37	38	66	66.5	82.4

ND: No disponible.

Fuente: PNUD, Informe Sobre Desarrollo Humano 1996.

3.2.2 Problemática ambiental de la industria en el mundo.

Una de las preguntas clave en el debate actual sobre la problemática del medio ambiente es la siguiente: ¿De qué manera afecta al medio ambiente el proceso de industrialización de la globalización actual?

En realidad esta pregunta da continuidad al debate surgido desde la aparición de "Los límites al crecimiento", a principios de los setenta y podría plantearse también así: ¿Es ambientalmente sustentable el proceso de industrialización actual, a escala planetaria?

En los últimos años se ha estado difundiendo la emergencia de un nuevo paradigma que plantea la posibilidad de compatibilizar a la industria con la sustentabilidad, a condición de que los gobiernos y la comunidad internacional puedan integrar la tecnología, las instituciones, las políticas y los incentivos adecuados⁴. Lo que se trata de decir en última instancia es que la tecnología y los mercados pueden por sí mismos resolver los impactos ambientales de la industrialización y, por tanto, permitir la continuidad indefinida del crecimiento económico. ¿Es esto realmente posible?

Es cierto que en algunos aspectos los países industrializados han logrado frenar el deterioro ambiental, pero esto no sólo ha sido producto de tecnología y mercado, sino también de fuertes regulaciones y de una reestructuración industrial que ha implicado el traslado de las industrias más contaminantes a otras regiones del planeta, generalmente del Tercer Mundo⁵, cuyas reglamentaciones son más

⁴ ONUDI (1996).

⁵ Por ejemplo, las industrias del curtido de cuero y del aluminio han emigrado de América del Norte y Europa Occidental a países como Brasil, India, China y otros (ONUDI, 1996).

tolerantes. Además, considerando el nivel global, y en muchos casos también los niveles regional y local, la problemática ambiental continúa incrementándose.

Por otra parte, la tecnología y los mercados son insuficientes por sí mismos para evitar el sobrepasamiento de los límites físicos mientras no se atiendan las causas estructurales de la crisis ambiental. D. H. Meadows, D. L. Meadows y J. Randers (1992) señalan tres razones principales de tal insuficiencia:

1. Los costos de la tecnología y del mercado tienden a incrementarse de modo no lineal a medida que los límites se aproximan.

2. La tecnología y los mercados actúan con formas de retroalimentación que provocan retrasos, oscilaciones e inestabilidad, convirtiéndose así en fuente de sobrepasamiento.

3. La tecnología y el mercado son medios subordinados a los objetivos, ética y perspectivas temporales de la sociedad que los cobija. Por tanto, si estos determinantes no son compatibles con una visión de sustentabilidad, la tecnología y el mercado fracasarán.

Este planteamiento, que desde la perspectiva del análisis de sistemas identifica como los principales determinantes de la problemática ambiental al crecimiento poblacional y al crecimiento económico, y señala la inviabilidad en el largo plazo del modelo socioeconómico actual, carece, sin embargo, del análisis de las fuerzas sociales y su dinámica, que podrían permitir el tránsito hacia una sociedad sustentable.

Un análisis más amplio y complementario de lo expuesto en esta sección, sobre las relaciones entre tecnología, industria y sustentabilidad, se presenta en la sección 4.2 del capítulo siguiente, en el contexto del mercado ambiental

3.3 POLÍTICA INDUSTRIAL Y AMBIENTAL EN EL MÉXICO DE LA GLOBALIZACIÓN

3.3.1 Política industrial.

Desde fines de la década de los 1980s, el gobierno mexicano ha basado su estrategia de crecimiento económico en el dinamismo de las exportaciones, especialmente las manufactureras. Así, el Plan Nacional de Desarrollo 1995-2000 (PND) señala, por un lado, que las exportaciones serán el motor fundamental del crecimiento, y por el otro, que las políticas tributaria, financiera, cambiaria, de comercio exterior, y otras, estarán subordinadas a la política industrial.

En este sentido, y por los fines del presente trabajo, es conveniente analizar las implicaciones de esta política industrial desde una óptica de sustentabilidad

ambiental. Para ello revisaremos brevemente los principales planteamientos y limitaciones del Programa de Política Industrial y Comercio Exterior (PPICE). Este programa plantea como objetivo central de la política industrial el fomento de la competitividad de la planta industrial, para lo cual se establecen tres líneas estratégicas principales:

1. Crear condiciones de rentabilidad elevada en la exportación directa e indirecta.
2. Crear mecanismos que aceleren el desarrollo de agrupamientos industriales.
3. Fomentar el desarrollo de un mercado interno y la sustitución eficiente de importaciones.

Complementariamente, el documento detalla ocho políticas que pueden ser agrupadas en dos tipos⁶:

i) De apoyo a empresas para mejorar sus métodos de producción y de mercado, así como sus vínculos con otras empresas (políticas relacionadas con cadenas productivas, infraestructura tecnológica y promoción de exportaciones).

ii) De mejoramiento del entorno en que se desenvuelven las empresas (políticas vinculadas a estabilidad macroeconómica, infraestructura física, institucional y humana, desregulación económica, promoción de la competencia y negociaciones comerciales internacionales).

Otro aspecto que cabe subrayar es el énfasis que el PPICE pone en la competitividad y en la apertura de mercados como mecanismos para modernizar y hacer más eficiente a la planta productiva nacional. En este sentido, la actual política industrial busca dar continuidad a la tendencia claramente iniciada en los dos sexenios anteriores.

Sin embargo, a diferencia de la política industrial del sexenio 1988-1994, basada principalmente en el fortalecimiento del mercado y en la minimización del Estado, éste es reconocido ahora en su papel de promotor y coordinador para atender las insuficiencias del mercado (Dussel, E., 1996).

Por otro lado, es pertinente mencionar que ya se han realizado críticas importantes al PPICE⁷, a las cuales, desde una visión de sustentabilidad, pueden añadirse las siguientes:

⁶ Pérez M., E. (1996:5).

⁷ Dentro de las principales insuficiencias del PPICE, Dussel, E. (1996) menciona: a) un diagnóstico insuficiente al no considerar a la industria como la causa fundamental de la crisis de 1994; b) una falta de visión de largo plazo que trascienda el periodo sexenal; y c) falta de señalamiento de las concertaciones que permitan concretar el Programa a nivel regional y sectorial. Por su parte, Gutiérrez R. (1996) critica que la competitividad y el acceso a los mercados puedan resolver los problemas de la industria mexicana, y señala que la solución de éstos es premisa y no corolario de la política industrial, por lo cual propone conformar una estrategia de crecimiento de largo plazo, desde una perspectiva regional apoyada por la federación.

1. Prácticamente no se hace ninguna consideración al imperativo que señala el Plan Nacional de Desarrollo 1995-2000, en el sentido de que el desarrollo sustentable condicione, oriente y norme todas las acciones en materia de crecimiento económico⁸, con lo cual este planteamiento queda más bien como un enunciado retórico.

2. Son muy pocas las referencias en el PPICE a alguna cuestión ambiental. Una de ellas se hace al tratar el tema del mejoramiento tecnológico para el desarrollo industrial, cuando se menciona la existencia de un programa financiero dirigido a la incorporación de nuevas técnicas para atender la contaminación de empresas pequeñas y medianas. Sin embargo, en general el tratamiento del aspecto tecnológico no se hace desde una perspectiva sustentable que considere el uso de los recursos naturales y las emisiones por parte de las industrias, sino más bien desde una óptica de tipo productivista.

3. Uno de los mecanismos de evaluación del Programa lo constituye el Consejo Nacional de la Micro, Pequeña y Mediana Empresa, integrado por diversas dependencias públicas, una de las cuales es la Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), pero cuya participación no es permanente sino sólo se da cuando se tratan temas de su competencia. Esta situación, a nuestro juicio, impide una mejor valoración de las implicaciones ambientales de las políticas industriales, al reducir la vinculación con la SEMARNAP.

4. Por el lado social, el PPICE minimiza el tema del mejoramiento del salario real y la generación de empleo, por lo cual no existen metas al respecto ni se mencionan mecanismos para lograr tal mejoramiento. Parece contradictorio que el Programa señale la meta de alcanzar un crecimiento de las exportaciones con una tasa promedio anual de un 20%, cuando ello debiera ser más un medio que un fin, y en cambio no señala cuánto debería crecer el empleo manufacturero ni el salario real.

5. El criterio de competitividad para el sector industrial que destaca a lo largo del PPICE parece referirse más bien al acceso creciente y a la permanencia en los mercados internacionales, dejando de lado la finalidad de mejoramiento del bienestar para la población.

6. Finalmente, cabe apuntar que, considerando el planteamiento del Programa de Medio Ambiente 1995-2000 en cuanto a la necesidad de introducir la dimensión ambiental en una gran cantidad de políticas públicas, incluyendo la industrial, la poca consideración de tal dimensión en la estructura del PPICE muestra la enorme falta de coordinación entre dos políticas públicas fundamentales para un desarrollo tendiente a la sustentabilidad.

⁸ Secretaría de Hacienda y Crédito Público (1995), p. 75.

3.3.2 Política ambiental.

El Plan Nacional de Desarrollo 1995-2000 establece que el objetivo central de la política ambiental es frenar las tendencias de deterioro ecológico y sentar las bases para transitar a un desarrollo sustentable.⁹ El Plan señala que, dada la magnitud de los problemas ambientales, no es posible resolverlos en el corto plazo, por lo cual la política ambiental se traducirá en la inducción de inversiones en infraestructura ambiental, en la creación de mercados y en la promoción de financiamiento para el desarrollo sustentable.

Las formas específicas que adquiere la política ambiental del gobierno federal en la segunda mitad de la década de los noventa, vienen expresadas en el Programa de Medio Ambiente 1995-2000 (PMA), que propone un conjunto de instrumentos entre los cuales se encuentra, para el caso de la industria, los siguientes: las normas oficiales mexicanas; la regulación directa y licenciamiento industrial; el ordenamiento ecológico del territorio; la regulación ambiental para el desarrollo urbano sustentable; la regulación directa de residuos y riesgo ambiental; la autorregulación; etc.

El PMA parte de una breve discusión teórica sobre el proceso económico y sus implicaciones ambientales, en la que critica acertadamente el concepto de sustitución entre el capital físico y el capital natural, que plantea la teoría neoclásica y propone en cambio la complementariedad entre ambas formas de capital. Asimismo, señala los principios generales en que se basarán las políticas públicas ambientales y establece la necesidad de que éstas trasciendan las tradicionales demarcaciones sectoriales de la administración pública, para lograr una coordinación intersectorial guiada por la noción de sustentabilidad. Este último punto de gran relevancia para concretar los planteamientos de política ha tenido dificultad para ponerse en práctica, al menos en el caso de la vinculación con la política industrial, tal como lo señalamos en la sección anterior.

El PMA presenta un diagnóstico basado en seis procesos principales en los que se pueden encontrar ciertas secuencias propias de los problemas ambientales en México. Uno de estos procesos es la industria, de la cual se menciona el importante rol que ha jugado en el desarrollo del país al impulsar la urbanización y favorecer el surgimiento del sector de servicios. Aunque reconoce los costos ambientales del proceso industrializador, el PMA destaca más bien los supuestos aspectos positivos tales como la generación de empleos modernos, la absorción de mano de obra rural sobrante y el incremento de su productividad; todo lo cual, se dice, ayuda a combatir la pobreza y la desigualdad. Sin duda, el sector industrial es clave en la actual dinámica del país, pero el Programa parece subestimar las negativas implicaciones socioeconómicas que el proceso industrializador ha tenido, las cuales serán analizadas con mayor detalle en la siguiente sección. Cabe agregar aquí que una omisión importante del diagnóstico en su aspecto económico es el análisis de las causas de las crisis recurrentes de

⁹ Secretaría de Hacienda y Crédito Público (1995), p. 90.

la economía mexicana, dentro de las cuales destaca el importante rol de las importaciones de insumos para la industria.¹⁰

En el aspecto propositivo, una de las ideas centrales del PMA respecto a la industria, es la necesidad de compatibilizar los objetivos de competitividad con los de tipo ecológico. Alrededor de esta idea se propone toda una serie de proyectos y acciones dentro de los cuales se encuentran los siguientes: el establecimiento de un nuevo marco normativo para aguas residuales, emisiones de la atmósfera y residuos peligrosos¹¹; la promoción de un sistema de auditorías ambientales con énfasis en las industrias exportadoras, la reducción y manejo seguro de residuos peligrosos, la promoción de infraestructura ambiental, y el desarrollo de instrumentos económicos en materia de contaminación atmosférica y de residuos. En el fondo de esta propuesta parece existir la idea de que el proceso de innovación tecnológica promovido por el marco regulatorio e institucional y por la creación y fortalecimiento de mercados ambientales, permitirá la deseada compatibilización entre competitividad y sustentabilidad.

Cabe destacar en este planteamiento del PMA, al menos, tres aspectos importantes: *i)* la cuestión financiera, *ii)* la idea de competitividad prevaleciente, y *iii)* los límites tecnológicos y de mercado.

Respecto al financiamiento que posibilitaría el cambio tecnológico, existen dos mecanismos principales que el PMA propone:

1. Incentivos fiscales. Aquí se plantea, por un lado, mejorar lo relativo a la depreciación acelerada para inversiones ambientales, incorporada ya en la Ley del Impuesto sobre la Renta, y por el otro, se busca otro tipo de estímulos y créditos fiscales para fomentar la infraestructura ambiental.

2. Banca de desarrollo. En este punto se menciona el importante rol que la banca de desarrollo, BANOBRAS y NAFIN principalmente, pueden desempeñar en el financiamiento preferencial del mercado ambiental, para lo cual se requiere superar problemas vinculados a las altas tasas de interés y a la intermediación de la banca de primer piso.

Ante estas propuestas, la pregunta que puede plantearse es: ¿hasta qué punto estos mecanismos públicos participarán en el financiamiento de los proyectos ambientales de la industria? Aquí es necesario considerar la precaria situación financiera y el elevado endeudamiento que agobian a miles de empresas industriales, especialmente a las pequeñas y medianas, como producto de la crisis que afecta a la industria nacional¹². Además, tomando en cuenta que el mismo PMA reconoce que en muchos casos (no aclara cuáles), las inversiones

¹⁰ Véase, por ejemplo, Gutiérrez (1996) y Dussel (1996).

¹¹ Las reformas a la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente fueron publicadas en diciembre de 1996.

¹² Los industriales proponen reestructurar las deudas de 500 mil empresas (CANACINTRA, 1996).

ambientales no resultan muy atractivas para la iniciativa privada, resulta notable la falta de metas cuantitativas en el Programa, respecto a los créditos públicos y los otros mecanismos a utilizar para inducir las inversiones ambientales que la industria requiere.

Por otra parte, la noción de competitividad que prevalece en el PMA es la convencional, que se refiere solamente a la habilidad para vender o competir con otros productores nacionales o extranjeros¹³. Esta es una idea bastante limitada, ya que no incluye las implicaciones sociales de la competitividad, y contrasta (en este aspecto), con la definición del US Competitiveness Policy Council, que la plantea como:

"Ability to produce goods and service that meet the test of international markets while citizens earn a standard of living that is both rising and sustainable over the long run."¹⁴

En ésta y en otra acepción planteada por la OECD (1996), se destaca paralelamente a la capacidad de competir, la de proporcionar niveles de vida crecientes para la población. Sin embargo, cabe señalar que en estos planteamientos que intentan rebasar el marco económico convencional respecto a la idea de competitividad, está ausente la consideración ambiental. Desde esta perspectiva, la idea de competitividad que domina en el PMA tiene la debilidad de soslayar la búsqueda de mejoramiento del bienestar social, tan necesario en los países del Tercer Mundo como el nuestro.

Con relación a los aspectos tecnológicos y de mercado del PMA, se percibe que los argumentos que se plantean están permeados por los del paradigma industrial emergente que se analizaron en la sección 3.3.3, referente a la problemática de la industria mundial. En tal sentido caben pues, los mismos cuestionamientos a las limitaciones del enfoque basado en la fe irrestricta en el mercado y la tecnología, los cuales fueron expuestos ya en dicha sección. Sin embargo, es pertinente en este punto hacer una distinción importante. Si bien es cierto que la idea subyacente en el nuevo paradigma industrial respecto a mantener el crecimiento económico global ilimitadamente en el tiempo, es ecológicamente insostenible, también es verdad que los países económicamente atrasados necesitan mejorar el bienestar de la mayoría de la población y ello implica crecer económicamente. Pero en una idea de sustentabilidad este crecimiento no podría ser ilimitado, sino que estaría determinado por el logro de la satisfacción de las necesidades básicas para toda la población. Además, el crecimiento económico en sí mismo sería insuficiente si no se emprende paralelamente un proceso profundo de redistribución de la riqueza social. Estas consideraciones están ausentes del PMA. En este orden de ideas, las propuestas del PMA para alentar los mercados y la innovación tecnológica, aun siendo necesarias, son únicamente remediales e insuficientes para concretar cabalmente las dos dimensiones básicas de la sustentabilidad: la social y la ecológica.

¹³ Véase Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (1996), p. 120.

¹⁴ Citada por *OECD* (1996a), p. 13.

3.4 CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS Y ECOLÓGICAS ACTUALES DE LA INDUSTRIA MEXICANA

3.4.1 *El desempeño socioeconómico de la industria*

Para entender cabalmente la realidad actual de la industria manufacturera mexicana es necesario considerar lo ocurrido desde el decenio pasado, ya que es a partir de la crisis de inicios de los ochenta cuando el gobierno decidió aplicar una estrategia económica basada en el neoliberalismo, la cual ha tenido profundas repercusiones en la estructura y desempeño de la industria manufacturera del país. Uno de los objetivos principales de tal estrategia consiste en el logro de la eficiencia y modernización de la planta industrial para hacerla competitiva en el nuevo contexto de la globalización. Según Ma. L. González (1996), esta modernización se pensaba lograr a través de tres acciones principales:

1. Importación de tecnología.
2. Apertura de fronteras.
3. Inversión extranjera.

Con base en esto, cabe preguntarse: ¿cuáles han sido los resultados obtenidos en la industria manufacturera a partir de la aplicación de las políticas neoliberales? Diversos estudios señalan un panorama más bien negativo en varios aspectos esenciales de la industria nacional, a pesar del moderado incremento del PIB manufacturero y del impresionante crecimiento de las exportaciones manufactureras en los últimos años. La misma autora citada menciona que el panorama de la industria mexicana, desde los ochenta, se ha caracterizado por:

- Ramas industriales en proceso de desaparición, tales como la del juguete, la llantera, de electrodomésticos, la textil, del zapato y la de bienes de capital.
- Quiebra o cierre de muchas pequeñas y medianas empresas; sólo en la rama del vestido cerraron 300 entre 1985 y 1990.
- Empresas que se convierten en maquiladoras de grandes compañías o abandonan la fabricación y se dedican a distribuir artículos importados.
- Pequeñas empresas que han pasado a la economía informal. El 8.5% de la producción manufacturera está en esta situación.
- Corporaciones mexicanas que se han modernizado y empresas transnacionales con tecnología de punta, que en ambos casos son exportadoras importantes.

Algunos datos adicionales pueden completar el panorama industrial de los últimos años. En el período de 1987 a 1993, el PIB manufacturero creció en sólo 3.82% promedio anual, aunque en ese último año su crecimiento fue de -1.5%; como proporción del PIB total, el manufacturero representó el 22% en promedio; la tasa de ahorro bajó al igual que la formación bruta de capital; la cartera vencida aumentó de manera importante y las tasas de interés estuvieron casi cuatro veces más altas que las del principal social comercial;¹⁵ y más aún, entre 1989 y 1993 la inversión extranjera directa en las manufacturas sólo fue de 29.5% del total de dicha inversión.¹⁶

Otra cuestión interesante de analizar es cómo afectó la política de apertura comercial a la estructura de la industria nacional. En un estudio reciente L. Domínguez y F. Brown (1996) analizan los cambios ocurridos en este sentido, durante el periodo de 1984 a 1993. Entre sus principales conclusiones se encuentran las siguientes:

a) La concentración de la industria manufacturera aumentó en un 4% según el índice CR4 y un 5.3% basándose en el índice de Herfindahl.¹⁷ Cabe aclarar que el análisis se realizó por establecimiento y no por empresa.

b) La participación en el valor agregado por establecimiento tuvo una variación que beneficia a los establecimientos gigantes (más de 500 empleados) al incrementarse su participación de 61% en 1984 al 70% en 1992. En los casos de las empresas pequeñas, medianas y grandes, se encontró una disminución en la participación.

c) La desventaja de costo para las empresas pequeñas por producir a un tamaño menor al mínimo eficiente, frente a las economías de escala de las empresas grandes por ampliación de sus mercados, aumentó en el periodo, en un 7% para toda la industria.

d) La inversión extranjera en el periodo disminuyó en un 5% su participación en el valor bruto de la producción promedio de la industria.

e) Se produjo un aumento de la estrategia relacionada con la diferenciación de productos. La relación del gasto en publicidad a ventas se incrementó en promedio en un 57%.

¹⁵ Becker, G. (1995), pp. 18-19.

¹⁶ González, M. L. (1996), p. 27.

¹⁷ El índice CR4 se refiere a la participación de los cuatro mayores establecimientos en el valor bruto de la producción de cada clase industrial. El índice Herfindahl se calcula con las participaciones de todos los establecimientos.

f) Existe una tendencia decreciente en el número de ramas que integran a los mercados competitivos, paralelamente con un mayor número de ramas en los mercados oligopólicos.

Por otro lado, y dada la importancia que el gobierno ha dado al crecimiento de las exportaciones manufactureras, es conveniente realizar una breve revisión de este aspecto del desempeño industrial. Una idea del cambio experimentado en la exportación de manufacturas lo refleja la variación del coeficiente de exportaciones a producción, de un 4.3% en 1982 a poco más del 11% en 1994.¹⁹ Cabe señalar aquí que el rápido crecimiento exportador, para el sector sin maquila, se dio entre 1982 y 1987, ya que a partir de 1988 dicho coeficiente tiende a estabilizarse (Dussel, 1995). Adicionalmente, cabe considerar que entre 1992 y 1999, la tasa promedio de crecimiento anual (TPCA) de las exportaciones manufactureras fue de 34.9% y representaron en promedio el 84.1% de las exportaciones totales (Véase gráfica 3.2). Sin embargo, en este análisis hay que tomar en cuenta que la mitad de las exportaciones manufactureras corresponden a la industria maquiladora, la cual prácticamente utiliza como insumos nacionales, sólo la mano de obra, siendo de importación el resto de sus insumos. Esta última característica contribuye significativamente en el saldo negativo de la balanza comercial, ya que las importaciones de bienes intermedios de la industria maquiladora crecieron del 32.6% del total de esos bienes en 1992, al 46.1% en 1999.

Gráfica 3.2



Fuente: Banco de México, Informes Anuales 1992-1999.

A pesar del crecimiento favorable de las exportaciones manufactureras, existen inconvenientes importantes que es necesario analizar. Unger (1994) señala algunas características relevantes con relación al desempeño exportador de la industria mexicana. En primer lugar, el alto nivel de concentración de las

¹⁹ PPICE (1996).

exportaciones manufactureras, lo cual se evidencia en tres aspectos: *i)* un número reducido de productos; *ii)* un pequeño grupo de empresas acapara una proporción importante²⁰; y *iii)* la mayor parte de las exportaciones se destinan a un sólo país: Estados Unidos.²¹ En segundo término, la mayoría de las exportaciones dinámicas están vinculadas a industrias modernas e innovadoras, dentro de las cuales destacan de manera relevante las corporaciones transnacionales. Al respecto es ilustrativo que mientras en 1980 estas empresas absorbieron cerca del 38% de las exportaciones manufactureras, en 1987 representaron el 65.1% de las exportaciones del sector privado. En tercer lugar, la evidencia disponible no apoya la hipótesis de que el crecimiento de las exportaciones durante los ochenta tiene como sustrato ganancias relativas en la productividad. En la mayoría de los casos es más plausible suponer la relación inversa, es decir, que el incremento de las exportaciones puede explicar la recuperación de los niveles de productividad. Así, cobra sentido la hipótesis de que las exportaciones precedentes a una situación de productividad competitiva, pueden deberse a una depreciación violenta del tipo de cambio, a las prácticas de dumping, y en otros casos, a determinantes de estrategias corporativas globales.

Por otro lado, debe también considerarse el hecho de que paralelamente al crecimiento de las exportaciones, se ha dado también un incremento de las importaciones, pero de mayor proporción. Si analizamos el comportamiento de la balanza comercial en el periodo 1986-1999, como se muestra en la gráfica 3.3, se observa una tendencia cíclica pero con una predominancia de la parte negativa que corresponde al déficit.



Fuente: Banco de México, Informes Anuales, 1996-1999.

²⁰ Del total de exportaciones en 1996, cinco empresas abarcaron el 20%, 41 empresas fueron responsables del 40%, y 630 concentraron el 80%: *El Financiero*, 12/06/97, p. 26.

²¹ Esta dependencia excesiva hacia el mercado estadounidense, tiene fuertes inconvenientes ya que una pérdida de dinamismo de aquél, provoca un efecto multiplicador en el crecimiento nacional: *El Financiero*, 07/04/97, p. 30.

Asimismo, se aprecia que los periodos de saldo positivo en la balanza comercial coinciden con los momentos de crisis y están asociados a la depreciación del tipo de cambio y que la primera fase de la tendencia decreciente coincide con el periodo de 1988-1994 en el que se desarrolló el proceso de liberalización de la economía mexicana. Cabe agregar aquí que el crecimiento del déficit comercial tiende a elevar los requerimientos financieros externos y a impactar las tasas de interés y de cambio.

Es pertinente considerar también que una proporción importante de las importaciones corresponde a bienes intermedios y de capital empleados generalmente como insumos en el sector industrial. Por ejemplo, para el periodo 1992-1999, el 90.3% en promedio de las importaciones correspondió a bienes intermedios y de capital, para la industria manufacturera incluyendo la maquila, y la tendencia es creciente (véase el cuadro 3.3). Cabe señalar que en ese periodo la proporción que los bienes intermedios representan dentro de las importaciones, subió del 68.9% al 76.9%, y que la dinámica del crecimiento de las importaciones de la industria maquiladora en este rubro es casi del doble que para el resto de la industria manufacturera, ya que la TPCA de la primera fue del 20.2% mientras que para la segunda fue de sólo 11.4%, en el periodo mencionado. Esta situación muestra el fuerte vínculo entre el crecimiento de las importaciones y la industria maquiladora.

Según E. Dussel (1995), el proceso de liberalización económica reforzado a partir de 1988, ha significado la transformación de un modelo industrial orientado a las exportaciones, a otro orientado a las importaciones. Como apoyo puede tomarse el hecho de que en el periodo de 1988 a 1992, la TPCA de las importaciones para la industria manufacturera fue de 27.28% mientras que para las exportaciones del sector fue de sólo 8.34% (en ambos casos se excluye la maquila). Asimismo, la liberalización refleja diversas contradicciones y paradojas, de las cuales destacan dos: a) el aumento del PIB manufacturero, al mismo tiempo que la disminución de la formación bruta y el acervo neto de capital, y b) el crecimiento del PIB y de las exportaciones manufactureras frente a la importante disminución de los encadenamientos hacia atrás. Además, se señala que el proceso de cambio estructural de la industria manufacturera se encuentra fuertemente vinculado a la crisis económica que después de 1994 sufrió el país.

Cuadro 3.3
Proporción de los Bienes Intermedios y de Capital en las Importaciones
 (%)

Tipo de bienes	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	Prom
Intermedios (1)	68.9	71	71.2	80.6	80.3	77.7	77.3	76.9	75.5
De Capital (2)	18.6	17	16.8	12.0	12.2	13.7	13.8	14.4	14.8
(1) + (2)	87.5	88	88.0	92.6	92.5	91.4	91.1	91.3	90.3

Fuente: Estimaciones propias con base en Informes Anuales del Banco de México

Finalmente, consideraremos tres aspectos fundamentales del desempeño de la industria manufacturera: la tecnología, el sector de bienes de capital y el empleo y los salarios.

Siendo la tecnología un insumo esencial para el funcionamiento de la industria y de toda actividad productiva, son notables en México las graves limitaciones existentes en materia de investigación y desarrollo tecnológico para la modernización de la planta industrial. Ante esto, la idea de promover un proceso de innovación tecnológica con características endógenas enfrenta en México los problemas siguientes (Villareal, 1994):

1. Por el lado de la demanda, existe en la mayoría de las empresas una atención marginal a las actividades de investigación y desarrollo motivada por varios factores, entre los cuales destaca la todavía incipiente conciencia y cultura tecnológicas de los empresarios como producto de un ambiente prolongado de baja competitividad. Además, existe una falta de información tecnológica a las empresas y éstas tienden a desaprovechar los recursos disponibles para inversión en tecnología, por desconocimiento y trabas burocráticas.

2. Por el lado de la oferta, se tiene que aún es incipiente la vinculación de los centros nacionales de investigación y desarrollo con los requerimientos del sector productivo, por lo que la capacidad de aquéllos es desaprovechada.

3. Respecto a los agentes de enlace entre oferta y demanda tecnológicas, se puede decir que son bastante escasos en el país. Como ejemplo se puede señalar que la cantidad de consultores tecnológicos en México (alrededor de 15 empresas) es diez veces menor que en Brasil.

Esta situación refleja la enorme carencia de atención de los aspectos básicos para las actividades que contribuyen al aprendizaje tecnológico y a la creación y fortalecimiento del llamado por la TE el "núcleo endógeno" del sector industrial, y por tanto, denota claramente la inexistencia de un sistema nacional de innovación y de la voluntad política para fomentarlo.

Por otro lado, en una investigación reciente López (1997), señala que en general, en México las empresas dedican pocos recursos a las actividades de I&D, salvo excepciones como los grupos Vitro y Alfa. El principal problema encontrado es el factor financiero, debido a las altas tasas de interés, la falta de disponibilidad de los bancos para el financiamiento de este tipo de actividades y la difícil situación financiera de la mayoría de las empresas, especialmente las micro, pequeñas y medianas,

Otra opinión complementaria observa que en el caso de las empresas industriales mexicanas, ocurre un choque entre el tipo de decisiones óptimas de largo plazo que deberían tomar, como las inversiones en capacidades tecnológicas, y la lógica de las ganancias de corto plazo, optándose generalmente por esta última. Este autor plantea el problema en estos términos:

"...el resultado más perverso que hemos podido comprobar generalizadamente es la pérdida de interés de parte de las empresas en cultivar sus propias capacidades tecnológicas de más largo alcance. Se privilegian soluciones inmediatas con mayor rentabilidad en el corto plazo, así sea que se trate de convertir el giro a comercialización o a negocios financieros, sacrificando producción."²¹

Una de las consecuencias económicas de la situación descrita es que, al carecer de una fuerte base tecnológica endógena, se ha recurrido a la importación de tecnología para satisfacer las necesidades de la planta productiva, lo cual ha generado presiones negativas en la balanza comercial como se mencionó anteriormente.

Con relación al subsector de bienes de capital, muy vinculado al aspecto tecnológico analizado en los párrafos que anteceden, Torres y Acosta (1998), destacan dos implicaciones relevantes. En el aspecto económico, se subrayan los importantes eslabonamientos hacia delante y hacia atrás, ya que por un lado, existe un uso generalizado de los bienes de capital en casi todas las actividades productivas, y por el otro, su producción incorpora una gran diversidad de productos e insumos. Por el lado tecnológico, existe una doble función de los bienes de capital: a) transfieren tecnología a los sectores usuarios; y b) son un factor de impulso tecnológico para los sectores proveedores de esta industria, como la metalurgia, los componentes eléctricos y electrónicos y la industria del software

Ma. L. González (1996) señala que la política neoliberal emprendida en los ochenta tuvo fuertes repercusiones negativas en dicho subsector, ya que la mayor parte de la demanda de bienes de capital corría a cargo de las empresas estatales hoy privatizadas o restringidas en su inversión. Así, la contracción en el periodo 1981-1988 fue de -17.5% en 8 ramas de este sector, siendo la menos afectada la de aparatos eléctricos con una contracción de -3.98%, y la más afectada la de

²¹ Unger (1995, p. 78)

muebles metálicos con un promedio de -36.78%. Sin embargo, es a partir de 1992 que la caída de esta industria es impresionante, en especial en las ramas de:

Maquinaria y aparatos eléctricos	-27%
Maquinaria y aparatos no eléctricos.....	-23.2%

Dentro del balance de la crisis de los últimos dos decenios, para la industria de bienes de capital, Torres y Acosta (1998), subrayan, entre otras, las características siguientes:

- ✓ Alto costo de los insumos, sobre todo de los productos siderúrgicos nacionales.
- ✓ Falta de créditos blandos y escasez de créditos en general.
- ✓ Falta de una política integral que abarque aspectos de protección comercial, financiamiento a productores y estímulos.

Ante esto, muchas empresas diversificaron su producción no pudiendo especializarse ni aprovechar economías de escala, por lo que sus costos se elevaron, se afectó su productividad, disminuyó la rentabilidad y se impidió un desarrollo sano y equilibrado de la industria.

A principios de la década de los 1990s se planteó el Programa Nacional de Modernización de la Industria de Bienes de Capital, con el fin de recomponer al subsector con base en una estrategia orientada a seis líneas de acción de las cuales destacan su reestructuración y su desarrollo tecnológico, Sin embargo, ambas acciones en la práctica se han realizado de manera incompleta y a veces, contradictoria, lo cual revela la falta de interés o de capacidad para construir un verdadero sistema de innovación en esta industria, a partir de la infraestructura institucional adecuada y de las políticas de apoyo complementarias a fin de lograr el desarrollo de este subsector.

Esta situación evidencia la idea de que en la estrategia neoliberal, el fortalecimiento de esta industria no es relevante en tanto los bienes de capital requeridos para la modernización productiva puedan ser adquiridos en el exterior y el financiamiento pueda obtenerse vía la inversión extranjera.

Pero como subraya la autora citada, y como se analizó en el capítulo dos, la modernización de la planta productiva rebasa el expediente de la mera importación y pasa por la consideración de factores como el educativo, la infraestructura, de investigación y desarrollo, de financiamiento y de las industrias clave. Además, al ser las importaciones sumamente costosas, son relativamente pocas las empresas que pueden acceder a ellas.

Por otro lado, la inversión extranjera directa no parece interesarse demasiado en la industria manufacturera. Una muestra de ello es el hecho de que entre 1988 y 1992 se invirtieron casi 5,064 millones de dólares en las manufacturas, mientras

que los servicios captaron 13,175.8 millones de dólares. Asimismo, habría que considerar que la inversión extranjera en la industria no necesariamente implica un elemento de modernización productiva, ya que en los últimos años ha estado orientada a la adquisición de activos ya existentes.²²

De acuerdo con lo expuesto en relación al cambio tecnológico, la situación que prevalece en las empresas industriales mexicanas permite dos interpretaciones complementarias. Por un lado, para gran parte del selecto grupo de las empresas que han logrado insertarse provechosamente en la globalización, parece darse la confirmación de algunas ideas de las corrientes evolucionista y neoestructuralista referentes al hecho de que en los países latinoamericanos el cambio tecnológico es un fenómeno esencialmente exógeno que depende mayoritariamente del mercado internacional, y que por ello, la estrategia tecnológica de esas empresas no contempla el fomento de la innovación tecnológica endógena como parte importante de sus actividades. Estas empresas generalmente se dedican a la producción de bienes que corresponden al paradigma anterior y utilizan tecnologías maduras de gran difusión. Por otro lado, un gran número de empresas, sobre todo, pequeñas y medianas, han resentido con mayor rigor los efectos de la crisis y han sobrevivido con tecnologías atrasadas en mercados restringidos o bien, han optado por el cambio de giro hacia actividades más rentables. En ambos casos se encuentran ausentes indicios que prefiguren la emergencia generalizada de un modelo productivo tendiente al nuevo paradigma tecnoeconómico que hoy se instaura en el mundo. Asimismo, las políticas de libre mercado implantadas no han rendido los frutos esperados en términos de la modernización tecnológica y el aumento de productividad para la mayoría de las empresas de la industria mexicana.

Respecto a la situación del empleo y los salarios en la industria manufacturera, la realidad no es muy alentadora. Aunque a escala global el empleo manufacturero ha experimentado una TPCA de 4.1% en el período de 1988 a 1993; si se excluyen las empresas maquiladoras, el crecimiento se reduce a una TPCA de -2%, y para el periodo de 1987 a 1995 disminuye aún más a -2.37%,²³ lo cual representa una expulsión absoluta de trabajadores (véase gráfica 3.4). Esto pone de relieve que, en la estrategia de la liberalización es la dinámica de las industrias maquiladoras la que ha generado una gran parte del empleo manufacturero, ya que entre 1988 y 1993 contribuyeron con el 40.7% del empleo asalariado creado en el sector, llegando a significar en 1993 el 17% de la fuerza de trabajo manufacturero.²⁴

A pesar de las consideraciones anteriores, si consideramos la tasa de empleo global de la industria manufacturera, ésta aún se encuentra por abajo del crecimiento de la PEA que, según Dussel (1995), corresponde aproximadamente al 5% del empleo formal.

²² Macroanálisis, núms. 45 y 60. Citados por Ma. L. González (1996), p. 120.

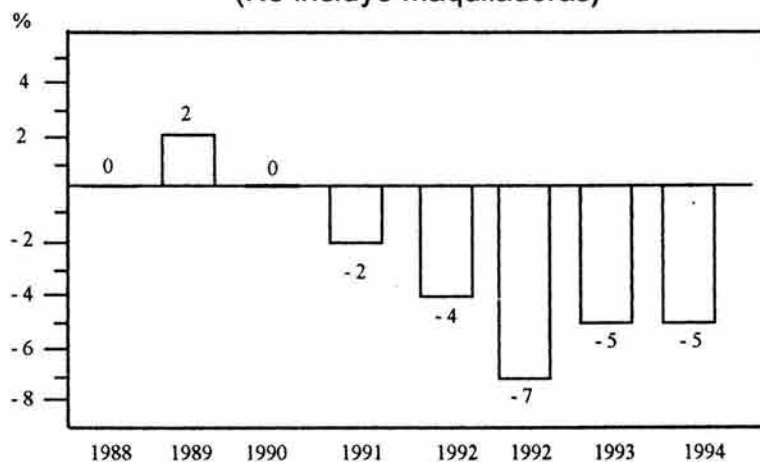
²³ Aguayo, (1996), pp. 19-20.

²⁴ Salas y Rendón, (1996), p. 86.

Por otra parte, y siguiendo a este último autor citado, el desempeño de los salarios reales en el sector han mostrado cierta recuperación al crecer un 19.6% en el periodo 1988-1992; pero aún se encuentran lejos de los niveles existentes a principios de los ochenta, sin considerar la importante caída por la crisis de 1994.

Por todo lo anterior se aprecia que, en su conjunto, la industria manufacturera mexicana en los últimos años ha sido incapaz de contribuir adecuadamente a la satisfacción de las necesidades socioeconómicas de la sociedad, ya que se encuentra atrapada en una situación de graves contradicciones y de una profunda crisis de la que sólo se salvan las grandes empresas y las vinculadas generalmente al capital transnacional, y que no parece corresponder a una situación coyuntural, sino que está fuertemente vinculada al modelo económico implantado en el país a partir de la década de los 1980s.

Gráfica 3.4
Crecimiento del empleo manufacturero, 1988-1994
Encuesta Industrial Mensual (%)
(No incluye maquiladoras)



Fuente: INEGI (Datos mostrados por Aguayo, 1996)

3.4.2 Implicaciones ecológicas de la industria mexicana.

Según el INEGI (1994) existen cuatro niveles de vinculación entre la industria y el medio ambiente: 1) macroeconómico; 2) política industrial pública; 3) nivel de empresa; y 4) protección y seguridad del ambiente.

El primer nivel se refiere al rol de la industria en la determinación de los ritmos de crecimiento económico, del comercio internacional y del progreso técnico. La información sobre el comportamiento ambiental de la industria en México, a nivel macroeconómico, es bastante escasa y especialmente de los años recientes. Existe un estudio de Ten Kate (1993), que evalúa el papel contaminador de la

industria manufacturera mexicana en el período de 1950 a 1989 y una de las conclusiones importantes es que el medio ambiente no sólo fue deteriorado por el crecimiento del producto industrial, sino también por el hecho de que la estructura industrial cambió hacia los subsectores más contaminantes, particularmente durante los primeros 20 años del período analizado. Con respecto a los años recientes, y como se vió en la sección anterior, la industria manufacturera ha estado cada vez más vinculada al comercio exterior. En este sentido, quizás pudiera esperarse que la presión de los clientes en el mercado internacional tuviera un efecto positivo en los productores nacionales, hacia el uso de tecnologías más limpias. Sin embargo, tomando en cuenta la gran concentración de la exportación en pocas empresas, no puede esperarse un impacto favorable importante en el grueso de la industria nacional. Respecto al progreso técnico, como hemos visto anteriormente, es poco lo existente en generación endógena de innovaciones, y la tecnología importada beneficia también a pocas empresas. Por ello, el avance hacia tecnologías ecológicamente sustentables es aún marginal.

En el segundo nivel, referido a la política industrial del gobierno y particularmente a sus implicaciones en la localización industrial, cabe destacar el aparente interés de tal política en considerar el aspecto regional como base del fomento a la integración de cadenas productivas, lo cual tiene importantes efectos ecológicos. En este sentido, el PPICE señala esquemas de apoyo a ocho tipos de cadenas productivas, tres de las cuales, al menos, tienen claras repercusiones ecológicas. Estos son los casos de la minería, las cadenas agroindustriales y la cadena forestal-industrial. Desafortunadamente en los dos primeros casos el Programa minimiza las consideraciones sobre el medio natural y sólo en el último caso menciona y explicita la necesidad de armonizar los aspectos económicos y legales con los ecológicos. Aunque la idea de la regionalización representa un avance para superar la excesiva concentración industrial que hay en México y sus negativos efectos ecológicos, el PPICE se queda corto al tratar marginalmente el aspecto ecológico y pierde así la oportunidad de desplegar una política de industrialización basada en un pleno y sustentable aprovechamiento de la diversidad de recursos naturales que el país posee. Pero en esta perspectiva, tal aprovechamiento tendría que estar orientado en primer término a la satisfacción de las necesidades de la sociedad mexicana y sólo considerar los excedentes a fines de exportación, lo cual el Programa no considera.

En el nivel de la empresa se consideran aquellas decisiones de inversión, de localización, de producto, etc. que pueden tener impactos en el medio natural. Aquí cabe mostrar los resultados principales de un estudio realizado en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM), a una muestra de 90 empresas manufactureras.²⁵ Uno de los hallazgos importantes fue una gran heterogeneidad en las empresas en cuanto a la cultura ambiental existente, medida ésta en tres aspectos: *i*) cumplimiento de normas y resolución de problemas ambientales; *ii*) consumo de agua y energéticos; y *iii*) manejo de residuos. Poco más de la mitad de las empresas (54.4%) mostró una cultura ambiental baja, aproximadamente

²⁵ Domínguez, L. (1995).

una tercera parte (31.1%) tuvo un nivel medio y una minoría (14.4%) reflejó tener una alta cultura ambiental. Otro dato interesante que aportó el estudio es que hay una fuerte asociación entre la cultura ambiental y la cultura industrial de las empresas, ya que 11 de éstas de las 13 que mostraron alta cultura ambiental, denotaron también alta cultura industrial. Esto parece sugerir una relación entre mejora de la productividad y control de la contaminación. Cabe aclarar que esta situación se da generalmente entre las empresas de tamaño mediano a grande.

El cuarto nivel, referido a la protección y la seguridad ambiental, se vincula tanto al impacto externo como al interno, de las actividades industriales. Por limitaciones de información aquí trataremos solamente las implicaciones externas, las cuales serán consideradas en los ámbitos siguientes:

a) **Agua.** Con base en la información del INEGI (1994) se puede afirmar que de las aguas subterráneas utilizadas en México, el 7.1% es para uso industrial, pero si se consideran además las aguas superficiales, la participación de la industria en el consumo total se reduce al 5%. Sin embargo, del total de aguas residuales que retorna a las corrientes, la industria aporta el 28%. En el caso del Distrito Federal, del total de agua potable disponible la industria consume el 17%. Asimismo cabe agregar que el agua descargada de la ZMCM contiene 513,180 toneladas de DBO, de las cuales la industria contribuye con el 63%²⁶. Dentro de las medidas que las empresas industriales toman para optimizar el uso del agua y/o disminuir la contaminación, se encuentran los sistemas de: recirculación, tratamiento y reciclamiento. Los primeros se refieren al reuso del agua no contaminada; los segundos disminuyen la contaminación del agua; y los últimos permiten reutilizar el agua tratada. La mayoría de las empresas de una muestra estudiada en la ZMCM, usa al menos uno de los tres sistemas, siendo el más común el de recirculación.²⁷ Es pertinente agregar que el hecho de que el agua se encuentre subsidiada —a pesar de los incrementos en los últimos años— constituye un obstáculo para que las empresas adopten sistemas para optimizar el uso del líquido.²⁸

b) **Aire.** En nuestro país la excesiva concentración de industrias y del transporte necesario para las cada vez mayores poblaciones urbanas, han derivado en serios problemas de contaminación atmosférica, especialmente en las ciudades más grandes. Sin duda el área urbana con mayores problemas de este tipo de contaminación es la ZMCM. Según Domínguez (1995), la contribución de la industria manufacturera a estos problemas es únicamente del 4%, ya que el mayor efecto proviene de los vehículos automotores. Sin embargo, en los corredores y zonas industriales del país los mayores contaminantes son las fuentes fijas, principalmente las industrias.²⁹ Por otro lado, hay investigaciones que

²⁶ *Ibid.* Cabe señalar aquí que otras opiniones de expertos ubican la contaminación industrial por DBO en alrededor del 40%.

²⁷ *Ibid.*

²⁸ Se estima que en 1990 el costo de 1m³ de agua era de \$ 0.4, frente a una recuperación de una centésima parte (Domínguez, 1995).

²⁹ *Fundación Universo Veintiuno* (1990).

señalan un mayor porcentaje de participación de la industria en la contaminación atmosférica de la ZMCM. En este sentido, Romero (1997), menciona una subestimación en los cálculos oficiales y utilizando factores de ponderación de toxicidad concluye que la contribución industrial a la generación total de contaminantes es de 17.1%, sin considerar que una parte importante de los vehículos de transporte están al servicio de la industria, por lo que la responsabilidad de ésta sería mayor.

Por lo anterior es importante conocer cuáles son las actividades industriales más contaminantes a escala nacional. Considerando la relación que hay entre consumo de combustible en la industria y la contaminación atmosférica, se han detectado doce ramas industriales como las más contaminantes, las cuales son: alimentos y bebidas, celulosa y papel, cemento, cerámica y otros minerales no metálicos, hule, maquinaria y equipos, metálica ferrosa, metálica no ferrosa, otras industrias, química, textil y vidrio. Estas ramas emiten anualmente casi 700,000 toneladas de contaminantes atmosféricos, y seis de ellas aportan más del 50% (INEGI, 1994).

En términos porcentuales, para los tipos principales de contaminantes, la participación industrial es variable destacando el caso del bióxido de azufre. Los datos son los siguientes: bióxido de azufre (SO₂): 68.8%; óxidos de nitrógeno (NO_x): 23.8%; partículas suspendidas totales (PST): 5.8%; compuestos orgánicos volátiles (COV): 0.2%; y monóxido de carbono (CO): 1.4%.³⁰

Cuadro 3.4
ZMCM: Número de días con lecturas IMECA superiores a los 100 y 200 puntos

Año	Días		
	0-100 puntos	101-200 puntos	201-300 puntos
1986	102	220	43
1987	58	276	31
1988	37	261	67
1989	33	313	19
1990	37	242	86
1991	26	147	192
1992	31	334	n.d.
1993	37	328	n.d.

n.d. No disponible

Fuente: INEGI, Estadísticas del Medio Ambiente 1994.

Volviendo al crítico caso de la ZMCM, cabe señalar que el grado de contaminación del aire ha estado empeorando en los últimos años, al aumentar significativamente el número de días anuales ubicados entre 101 y 200 puntos

³⁰ INEGI (1994), p. 91.

IMECA, que corresponde a un rango de calidad del aire no satisfactoria. Véase cuadro 3.4.

Aunque la responsabilidad de las industrias en las emisiones directas en la ZMCM es baja como ya se indicó, existe, sin embargo, una responsabilidad indirecta, al ser los vehículos automotores un producto industrial y emitir ellos aproximadamente el 80% de los gases contaminantes en esta zona. Este punto de vista se refuerza desde la perspectiva, creciente a escala mundial, del ciclo de vida del producto, la cual asigna al productor industrial la responsabilidad ecológica del producto desde su diseño hasta su desecho³¹. Además hay cada vez un mayor cumplimiento de normas de calidad más estrictas que incluyen las consideraciones ecológicas, como el proyecto ISO 14000 desarrollado por la Organización Internacional de Normalización (ONUDI, 1996).

c) **Desechos industriales.** Otro de los efectos de la industrialización del país y de la modificación en las pautas de consumo, es el cambio en la composición de la basura. Así, mientras que en 1950 los desechos no biodegradables constituían sólo el 5%, en 1994 aumentaron al 40.5% del total. Por otra parte, en el ámbito nacional la industria produce 450,000 toneladas de residuos al día, de las cuales 14,500 son consideradas peligrosas.³²

Los desechos industriales peligrosos (DIP) se refieren a los residuos aislados, mezclados o en solución, en estado sólido, líquido o en forma de lodos, que son subproductos de procesos o desechos de operaciones unitarias o de la limpieza de maquinaria o instalaciones, y que por sus propiedades tóxicas representan un peligro para los ecosistemas así como para la salud y la vida humana.³³ Aunque no hay uniformidad en las cifras, ya que se carece de un inventario de DIP, actualmente el volumen de emisión de estos desechos en México alcanza cuando menos una cifra cercana a los 3.5 millones de toneladas anuales,³⁴ y su crecimiento tiende a ser exponencial, aunque su ritmo decreció en las últimas dos décadas como se muestra en la gráfica 3.5.

Es interesante observar que cuando se comparan las TPCA del volumen de la producción industrial manufacturera (VPIM) con las TPCA de las emisiones de los DIP (EDIP), las líneas correspondientes son casi coincidentes lo cual indica la posibilidad de una alta correlación entre ambas variables (ver Gráfica 3.6).

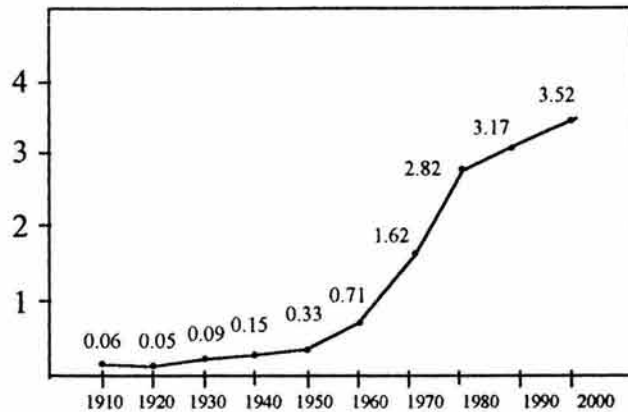
³¹ Infra, sección 4.2.3

³² INEGI (1994), p. 51.

³³ En México se han dado casos de envenenamiento a ganado y quemaduras y otros daños a personas, por contaminación con sustancias tóxicas: Fundación Universo Veintiuno (1990), pp. 94 y 101.

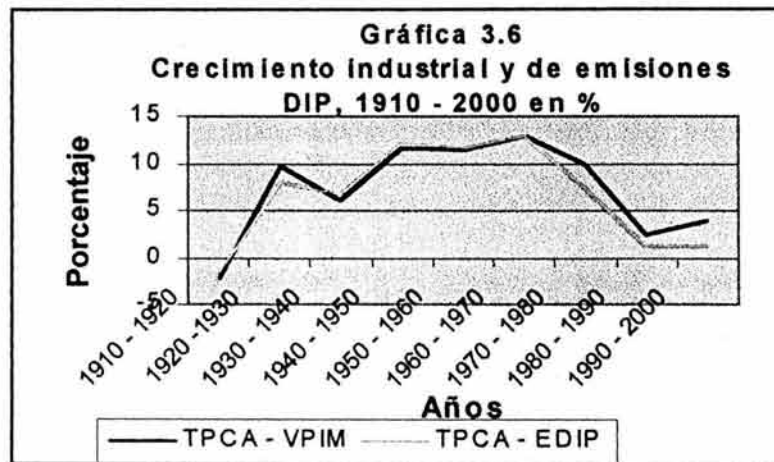
³⁴ Para el año de 1994 el INE (1994) menciona una proyección estimada a nivel nacional de 7.7 millones de toneladas, realizada con base en un estudio de 1989 para la ZMCM.

Gráfica 3.5
Emisiones de DIP en México
(Millones de toneladas)



Fuente: Fundación Universo Veintiuno, "Desarrollo y Medio Ambiente en México, Diagnóstico 1990".

Se puede ver que la tendencia creciente de los ritmos de crecimiento de las EDIP, desde la década de 1910-1920 hasta la década de 1960-1970, se corresponde con el crecimiento de la industria manufacturera. Lo mismo ocurre con la caída de ambos indicadores en las décadas de 1970-1990. Sin embargo, también se aprecia una cierta separación en las tendencias en la última década, lo cual posiblemente se deba a una subestimación de las EDIP en este periodo.



Nota: El último dato del VPIM corresponde al año de 1997, mientras que para las EDIP el último dato se refiere a una estimación para el año 2000.

Fuente: Estimaciones propias con base a, INEGI (1999), y Fundación Universo Veintiuno (1990).

Uno de los sectores importantes a considerar en la generación de los DIP es la industria maquiladora, ya que desde el punto de vista económico presenta el mayor dinamismo dentro de la industria y en cuanto a la contaminación, al menos entre 50% y 60% de tales empresas generan residuos peligrosos y sólo cerca del 40% de ellas cumple con el manifiesto de emisiones (INEGI, 1994).

En cuanto a las zonas con mayor emisión y concentración de los DIP, cabe señalar a las principales áreas industriales, refinerías y complejos petroquímicos, que se ubican en el Valle de México, Coatzacoalcos-Minatitlán, Monterrey-Cadereyta, Guadalajara, Salamanca, Ciudad de México, Ciudad Pemex, Tula, Cangrejera, Cosoleacaque, Pajaritos y Lázaro Cárdenas.³⁵

Es importante agregar que en el manejo de los DIP se recomienda en primer lugar, la reducción de los residuos en la misma fuente que los genera; en segundo término se consideran los procesos de reciclado y recuperación; y en último lugar se ubica el confinamiento. Se sugiere también que los procesos de tratamiento se apliquen *in situ* o tan cerca de las fuentes como sea posible, a fin de evitar riesgos en el transporte. Asimismo, es notable el hecho de que la gran mayoría de los DIP se puedan tratar con tecnologías simples, poco costosas y de fácil aplicación (INE, 1994). Lamentablemente en nuestro país el manejo de tales desechos es irregular, por lo que es posible encontrarlos en los sitios más variados tales como: terrenos de las empresas, tiraderos municipales, enterrados de modo clandestino o en empresas dedicadas a su recuperación y reciclaje. Sin embargo, en los últimos años se han realizado esfuerzos regulatorios que intentan contribuir a un manejo más sistemático y más seguro de los DIP. Dentro de estos esfuerzos se encuentra la actualización a las Normas Oficiales Mexicanas para residuos peligrosos, realizada en 1993, así como también las modificaciones respectivas a la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, puestas en vigor en diciembre de 1996.

d) **Energía.** El sector industrial representó en 1992 el 33.9% del total de la energía consumida en el país, siendo 13 ramas las que acapararon más del 80% del consumo industrial (INEGI, 1994). Asimismo, cabe señalar que el patrón de desarrollo seguido por México no ha propiciado fomento a la eficiencia energética. Como ejemplo se puede mencionar que la intensidad energética (consumo de energía por unidad de producción) de la industria mexicana aumentó en 5.7% entre 1970 y 1990³⁶, mientras que en los países de la OCDE disminuyó en 35.3% en el mismo periodo (INE, 1994).

Por otra parte y según una encuesta realizada en la ZMCM, una gran proporción de las empresas están haciendo muy poco para usar con más eficiencia la energía eléctrica y los combustibles (75% para la electricidad y 43.2% en el caso de los combustibles). Sin embargo, se aprecia un cierto cambio favorable motivado también por la disminución de costos que implica un uso

³⁵ *Fundación Universo Veintiuno* (1990), pp. 94 y 99.

³⁶ Entre 1980 y 1988 el incremento fue de 6.6% (INEGI, 1994), p. 57.

energético más racional. En el caso de los combustibles, su uso óptimo implica además una menor emisión de gases contaminantes de la atmósfera, por lo que esto posiblemente también influya en sus mejores resultados en relación a la electricidad (Domínguez, 1995).

Como se ha visto a lo largo de esta sección, existe heterogeneidad pero también gravedad en los negativos efectos de la actividad industrial en el medio y los recursos naturales de nuestro país y por ello, en el bienestar de la población. Cabe subrayar que los efectos aquí considerados no toman en cuenta que la industria, como eje de la actividad económica actual no sólo de México sino del modelo de desarrollo imperante en el mundo, tiene también importantes influencias en los otros sectores económicos de la agricultura y los servicios, al proveer las máquinas, los equipos y los medios para la realización de la actividad económica en estos sectores. En tal sentido, la revisión aquí efectuada desde un enfoque de sectorialización económica, al limitarse a la actividad manufacturera subestima el efecto ecológico real de la industria omitiendo el análisis de las graves repercusiones ecológicas de los productos industriales en los otros sectores, como es el caso de la agricultura. Sin embargo, no es el objetivo del presente trabajo evaluar estas otras implicaciones sectoriales, pero sí debe señalarse la influencia ecológica de la industria en los demás sectores.

Lo anterior pone de relieve otra vez la necesidad de considerar un enfoque integral de la industria, que incluya la responsabilidad por los efectos ambientales de sus productos y no sólo pugnar por las actividades remediales de final del proceso o de cambio de procesos industriales.

Por otra parte, si se quisiera cuantificar económicamente el efecto ecológico de la industria manufacturera, una primera aproximación pudiera ser la consideración de los Costos Totales por Agotamiento y Degradación (CTAD) empleados para calcular el Producto Interno Neto Ecológico (PINE) para la industria manufacturera, como lo hace el Sistema de Cuentas Económicas y Ecológicas de México (INEGI, 1996). De este modo se obtiene que los CTAD variaron en un 100% con relación al PIB manufacturero, para el período de 1985 a 1992, al pasar del 1% al 2% respectivamente. Si consideramos los CTAD como proporción del Producto Interno Neto (PIN), ellos pasaron de 1.2% a 2.4% en el mismo periodo. Consecuentemente, al ser tan pequeños los porcentajes que representan los CTAD, la variación del PINE con respecto al PIN, es también marginal. Esto podría dar una idea de la subestimación de los CTAD reflejada por la metodología de la sectorialización económica, por lo cual aquéllos, tal como están calculados, no representan una buena aproximación a la valorización de los efectos ecológicos reales de la industria.

Si en cambio revisamos el PINE al nivel de toda la economía, se percibe que aunque la variación de los CTAD es de sólo un 19.4% para el periodo 1985-1992, su proporción respecto al PIB es de 11.3% para el primer año y de 13.5% para el segundo. Aquí cabría preguntarnos: ¿qué proporción de estos porcentajes representan las repercusiones ecológicas de la industria? La respuesta no es fácil,

pero seguramente las proporciones serán mayores que las indicadas antes si tuviéramos en cuenta las consideraciones anteriores sobre los efectos intersectoriales de los bienes industriales.

Con todo, la valoración económica es insuficiente, aunque de utilidad, en la estimación de las repercusiones ambientales de la industria, por lo cual sería necesario también incluir el análisis de los umbrales ecológicos, es decir, de la capacidad de los ecosistemas para proveer recursos y asimilar desechos.

3.5 LA INDUSTRIA MEXICANA Y EL DESARROLLO SUSTENTABLE.

Como se ha mostrado en este capítulo, el proceso de globalización mundial como expresión neoliberal del reacomodo del sistema capitalista, a fin de concretar una nueva fase de acumulación posfordista, se ha propuesto en los últimos años el fortalecimiento del proceso de industrialización en el mundo, aunque con una clara intención de afirmar la división internacional del trabajo. Así, en este esquema, se asigna a los países del tercer mundo las ramas de la industria tradicional y/o las maquiladoras y a los países industrializados, las industrias de punta.

Esta situación ha influido de manera significativa en la apertura de la economía y en la reestructuración manufacturera en México durante la década de los 1990s. De este modo, la política industrial del gobierno mexicano ha buscado favorecer el aumento de las exportaciones manufactureras como base principal del crecimiento económico, aunque en la realidad los apoyos y la dinámica importante se dan particularmente en la industria maquiladora.

Paralelamente se plantea una política ambiental que busca compatibilizar la competitividad de la industria con los criterios ecológicos a través de instrumentos económicos y extraeconómicos. Los primeros instrumentos intentan promover financiamiento, inducir inversiones y crear mercados en los ámbitos ecológicos desde una perspectiva de la economía ambiental, que supone como causas últimas de los problemas ecológicos, las fallas del mercado, de información y de políticas, tal como se analizó en el capítulo anterior. Los segundos, principalmente del tipo de comando y control, pretenden fijar las limitaciones biofísicas a la actividad económica, acercándose así a la óptica del desarrollo sustentable y de la economía ecológica. No obstante, en una visión de totalidad de la política ambiental mexicana, se puede afirmar que en ella no existe un planteamiento a largo plazo que vincule los aspectos sociales y los ecológicos de tal modo que permita entender la situación actual como una transición hacia un tipo de sociedad verdaderamente sustentable, debido, entre otros factores, a que en la práctica, las políticas económicas, sociales y ecológicas se encuentran poco vinculadas.

En este contexto, la política ambiental para la industria mexicana parece debatirse entre el paradigma neoclásico que da sustento teórico al modelo neoliberal vigente en el país, que antepone los imperativos de una competitividad

y un crecimiento económico como objetivos últimos más que instrumentales, y la necesidad de reconocer la insuficiencia de los instrumentos de política que provee la teoría económica dominante, para abordar la problemática ambiental, y por tanto, adoptar criterios extraeconómicos de tipo ecológico.

Complementariamente, la realidad actual de la industria mexicana, descrita en las secciones precedentes, revela un proceso de polarización de las empresas similar al de la sociedad en su conjunto, ya que por un lado una minoría de firmas se benefician económicamente de su participación en el mercado global, y por el otro, la gran mayoría de las pequeñas y medianas empresas subsisten en la precariedad. Con relación a la generación de capacidades de cambio tecnológico endógeno, la información analizada parece confirmar las ideas neoestructuralistas sobre el pobre desempeño de las empresas latinoamericanas y por ello, la persistente dependencia tecnológica respecto a los países industrializados. Asimismo, la evidencia encontrada parece apoyar la idea de que los factores importantes del aprendizaje y del éxito tecnológico aportados por la teoría evolucionista tales como la inversión en I&D, el desarrollo de un subsector industrial fuertemente vinculado a la ciencia, y la existencia de un SNI, están prácticamente ausentes de la industria mexicana.

Por otra parte, y con la mira en la sustentabilidad, a lo anterior cabe agregar que los costos ambientales de la contaminación y el deterioro ambiental generados por las empresas industriales son cargados a la sociedad en su conjunto. Frente a las críticas condiciones actuales de la industria manufacturera cabría preguntarse: ¿es posible la internalización de los costos ambientales por parte de las empresas, en una búsqueda de optimalidad paretiana como una supuesta vía para la sustentabilidad? Ante el estado de crisis financiera de miles de empresas y la incapacidad del Estado para financiar el necesario recambio tecnológico que implica la disminución de las externalidades negativas, difícilmente se podría pretender que las firmas asumieran los costos del deterioro ambiental que provocan.

Desde una perspectiva de la economía ecológica, que destaca la necesidad de considerar indicadores biofísicos además de los económicos, es pertinente señalar la escasez de información y datos estadísticos confiables sobre los impactos ecológicos de la industria manufacturera en México. Sobre todo, hay poca información respecto a las tendencias en el consumo industrial de recursos renovables, como el agua y la madera, por ejemplo, y su relación con sus tasas de recuperación, o bien, sobre los niveles de sobrepasamiento de los umbrales ecológicos en la contaminación industrial del aire y de los cuerpos de agua y las tendencias correspondientes. Además, como se indicó en la sección anterior, en el caso de los desechos industriales peligrosos, ni siquiera existe una cuantificación precisa de su generación y mucho menos de sus impactos ecológicos y económicos. Por otro lado, respecto a la valoración macroeconómica que hace el Sistema de Cuentas Económicas y Ecológicas de México sobre los impactos ecológicos de la industria, es criticable la falta de un enfoque intersectorial que

permita ponderar de una manera más justa la participación de los productos industriales, y no sólo de los procesos, en la problemática ecológica.

De acuerdo con lo antes expuesto, un planteamiento serio, de largo plazo, para afrontar de modo adecuado la crisis ambiental del país, a la que contribuye de manera importante el sector industrial, deberá ser parte de una propuesta más general que señale orientaciones distintas a la economía, a la política y en general al proceso de cambio de la sociedad mexicana. En otras palabras, plantear la posibilidad de una sociedad ambientalmente sustentable implica proponer un nuevo modelo de desarrollo para nuestro país.

Ésta es una conclusión importante de la discusión teórica sobre la sustentabilidad, realizada en el capítulo anterior. No se puede hablar de una búsqueda seria de sustentabilidad si se siguen tratando de imitar indiscriminadamente los patrones de producción y consumo de los países industrializados y si continúan vigentes las causas de la marginación y pobreza de una gran parte de la población mexicana, lo cual ha significado el proceso de "modernización" basado en el neoliberalismo.

Ante el presente estado de cosas, surge la gran interrogante: ¿Qué se puede hacer entonces? Existen varias acciones que pueden emprenderse aún en el marco de la situación hoy vigente, y que en el corto y mediano plazo puedan contribuir a mitigar los efectos más negativos de la crisis ambiental que hoy se padece. El fomento de las tecnologías limpias es una de esas acciones.

Como se mostró en el análisis teórico del capítulo dos, uno de los factores principales en la actual problemática del medio ambiente lo constituye la tecnología, al ser su expresión dominante derrochadora de recursos naturales y altamente contaminante. En este sentido, el factor tecnológico es fundamental en la propuesta de una nueva relación sociedad-naturaleza que busque la sustentabilidad. Así, las tecnologías que mejoren ecológicamente los procesos, los productos y el tratamiento de los desechos de la industria, de la actividad productiva en general y también del consumo, pueden lograr un mejor uso de los recursos naturales y disminuir la contaminación ambiental, contribuyendo a mejorar también la salud y el bienestar de la población.

Además, en un mercado mundial en el que cada vez más se consideran criterios ecológicos, la orientación de los procesos industriales hacia las tecnologías limpias, permitiría también una mejor competitividad de las manufacturas mexicanas, y como se mostró en la sección 2.3 del capítulo anterior, el cambio tecnológico también juega un papel fundamental en el proceso de desarrollo económico.

Por lo anterior, en este punto cabe preguntarse: ¿existe en México un "mercado ambiental" orientado a proporcionar la tecnología (equipos, procesos y capacitación) para tender hacia una industria, una economía y una sociedad ecológicamente más sanas, es decir, enmarcadas en el desarrollo sustentable?

Si este mercado existe, dada su importancia desde una perspectiva de sustentabilidad, sería interesante conocer su tamaño y estructura, los retos principales que enfrenta, las perspectivas de desarrollo que tiene, así como analizar los instrumentos de política económica que pueden favorecerlo. Estas y otras cuestiones son motivos de la presente investigación y serán expuestas y abordadas con mayor detalle a partir del capítulo siguiente.

CAPÍTULO 4

TECNOLOGÍA Y MERCADO AMBIENTAL EN MÉXICO

4.1 INTRODUCCIÓN

Hasta este punto de la investigación se ha establecido ya la caracterización general de la industria manufacturera en México desde una perspectiva de sustentabilidad y hemos arribado a la conclusión de que su desempeño, en lo general, se encuentra lejos de transitar hacia un desarrollo sustentable. Por ello, planteamos la necesidad de reorientar los procesos de producción industrial hacia tecnologías que incorporen criterios ecológicos y sean menos dañinas al medio ambiente.

Siguiendo el enfoque metodológico adoptado, en este capítulo abordaremos el nivel mesoeconómico que servirá de puente entre la aproximación fundamentalmente macroeconómica empleada en el capítulo previo y el nivel microeconómico en el que se ubica el estudio de caso que realizaremos en el capítulo siguiente. De acuerdo con esto, en el presente capítulo se analizará la segunda parte del marco contextual de la investigación, es decir, el espacio económico del mercado ambiental al que pertenece la industria que produce equipos para el agua, la cual es el objetivo central de este trabajo.

De este modo, emprenderemos en la primera parte de este capítulo la discusión del cambio tecnológico en la industria ante los problemas ambientales. Es decir, la tecnología como respuesta a los problemas ambientales de la industria como un antecedente importante para comprender las raíces y el contexto en el que surge la reciente industria ambiental.

Asimismo, la industria ambiental forma parte de un mercado ambiental. Por esta razón, es necesario conocer las características de la demanda en este mercado, tanto en el ámbito mundial como en el caso de México. En este capítulo se dedica entonces, una buena parte al análisis de la demanda ambiental, particularmente a la situación nacional, a fin de mostrar sus principales determinantes, su configuración por ramas, su dinámica actual y sus principales vías de financiamiento.

La parte final del capítulo está destinada a la discusión de las posibilidades y alcances de la industria ambiental frente al deterioro global del ambiente, y se exponen ahí los argumentos por los que es posible prever un comportamiento diferenciado de tal industria, como sector económico, en los países altamente industrializados en comparación a los que no lo son. Complementariamente, y a fin de determinar las posibles áreas de mayores perspectivas de desarrollo para la industria ambiental, se analiza e interpreta el comportamiento global de la

demanda en el mercado ambiental mexicano, en términos de las perspectivas de su dinámica en el mediano y largo plazo, y en cuanto a sus áreas más importantes en inversión y crecimiento.

4.2 TECNOLOGÍA Y PROBLEMÁTICA AMBIENTAL

4.2.1 Desarrollo tecnológico para la sustentabilidad.

Tal como se expuso en el capítulo 2, la noción de sustentabilidad surgida del Informe Brundtland adolece de cierta ambigüedad que dificulta su implementación operativa a través de políticas. Asimismo, el informe contiene omisiones importantes respecto al papel de la tecnología en los problemas ambientales de hoy. A pesar de ello, la noción de sustentabilidad permite incorporar acciones tendientes a frenar el deterioro ambiental buscando al mismo tiempo mejorar los niveles de bienestar para toda la población, especialmente la de los países en desarrollo. Esta idea es una conclusión que se desprende de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, realizada en Brasil en 1992. Uno de los resultados de la Conferencia fue la aprobación del Programa 21, que establece el compromiso de los diversos países firmantes para realizar estrategias tendientes a la búsqueda de un desarrollo más justo y en concordancia con la naturaleza. En este programa existen algunas referencias al importante papel que juega la tecnología en la búsqueda de un desarrollo sustentable, aunque hace falta un tratamiento más integral del tema, que clarifique más los determinantes socioeconómicos de la tecnología. De las ideas y recomendaciones que plantea el Programa 21, cabe destacar las siguientes referidas a la industria y a la tecnología:

- Se requiere lograr la meta prioritaria de cambiar los procesos industriales a fin de reducir la cantidad de desechos producida por unidad de manufactura y dotar a la industria de tecnologías preventivas y de reciclaje.
- La industria deberá procurar que los precios de los bienes y servicios reflejen cada vez más el costo ambiental asociado a la producción, la utilización, el reciclaje y la eliminación.
- Los gobiernos deberán alentar el establecimiento de fondos de capital para proyectos de desarrollo sostenible.
- La comunidad científica y tecnológica deberá pugnar por la atención tanto a las necesidades humanas como a la protección del medio ambiente.
- Las tecnologías aceptables desde el punto de vista ambiental abarcan tanto los conocimientos especializados como los servicios, el equipo y las aptitudes de gestión y de organización necesarias para su buen funcionamiento. Esto exige la capacitación sistemática de obreros, técnicos, administradores medios, científicos, ingenieros y educadores.

Los planteamientos anteriores reflejan la intención de orientar los procesos productivos hacia criterios que incluyan los aspectos ecológicos, aunque algunas ideas parecen quedar cortas en esa intención. Es el caso de la pretensión de disminuir los desechos industriales por unidad de manufactura. Aquí cabe señalar que las metas de reducción del impacto ambiental no sólo deben fijarse a escala unitaria, sino de modo más importante, al nivel de la producción global, ya que es ésta la que determina los volúmenes del deterioro y la que afecta la dinámica de los ecosistemas respecto a su capacidad de carga. Es claro que este nivel está asociado a la exigencia del crecimiento económico, ya que éste determina un volumen de producción siempre creciente, con lo cual puede darse el caso de que aun disminuyendo la cantidad de desechos por unidad de producción, la cantidad global de aquéllos aumente.

En este punto de la exposición es conveniente revisar aquí la manera en que la industria en el mundo está planteando actualmente sus estrategias de respuesta hacia las exigencias de una tecnología con criterios sustentables.

Desde la postura del Consejo Mundial de Negocios para el Desarrollo Sustentable (WBCSD, por sus siglas en inglés), Schmidhein, Chase y De Simone (s/f), mencionan la existencia de ciertas señales que muestran un cambio de paradigma en el modo en que operan actualmente los negocios, de una visión fracturada del ambiente a una holista de los negocios y el desarrollo. Esto implica cambios en la perspectiva de:

- ✓ Costos y dificultades, a ahorros y oportunidades.
- ✓ Control de final del proceso, a tecnologías más limpias.
- ✓ Enfoques lineales de producción a un enfoque de sistemas y reciclamiento.
- ✓ Considerar sólo al departamento técnico, a involucrar a toda la compañía en la responsabilidad ambiental.
- ✓ Confidencialidad a transparencia y apertura.
- ✓ Estrecho cabildeo a discusión abierta con los interesados.

Asimismo, se expone el concepto de ecoeficiencia referido a aquel enfoque de administración, desarrollado por el WBCSD, que busca la obtención de mayor producción con menos recursos y menos contaminación, propiciando al mismo tiempo mayor competitividad, innovación y responsabilidad ambiental. Para ello se establece la necesidad de:

- a) reducir la intensidad de energía y materiales de los bienes y servicios, así como la dispersión tóxica, y

- b) Aumentar la reciclabilidad de los materiales, el uso sostenible de recursos renovables y la durabilidad del producto.

Por su parte, Hart (1997) plantea que las etapas de la estrategia ambiental para las empresas que buscan la sustentabilidad son las siguientes:

1. Prevención de la contaminación. Esta primera etapa requiere la superación del mero control de la contaminación, centrando la atención en la disminución o eliminación de desechos antes de ser creados. Aquí el énfasis está en el mejoramiento de los procesos productivos.

2. Administración del producto. En este paso se consideran no sólo los impactos del proceso de manufactura, sino los asociados a todo el ciclo de vida del producto. Esto incluye el diseño para el ambiente, que busca crear productos más fáciles de recuperar, reusar o reciclar. Este enfoque puede mejorar los ingresos de las compañías, por la diferenciación del producto, y se plantea como un modo de reducir el consumo en las economías desarrolladas. En esta etapa se encuentran hoy grandes firmas industriales multinacionales, tales como DuPont, Xerox, Sony, etc.

3. Tecnología limpia. Esta etapa implica un cambio profundo de la base tecnológica existente, que en muchas industrias no es ambientalmente sustentable. Por ejemplo, en la industria de insumos agrícolas se está operando un cambio de base de la química a la biotecnología. Esta etapa apenas está iniciándose actualmente.

Para este autor, una visión de sustentabilidad para las empresas implica un marco de planeación de largo plazo, que dé claridad y oriente las acciones tecnológicas hacia una dirección que supere una consideración limitada de "lo verde". Hoy día, pocas empresas en el mundo tienen tal visión. En esta estrategia ambiental, no sólo se busca una guía para el desarrollo de la competitividad de las empresas, sino que se ve a éstas como líderes en el proceso de avanzar hacia la sustentabilidad, conduciendo el cambio en el comportamiento de los consumidores y contribuyendo a conformar la política pública.

Por otro lado, en cuanto a lo que está sucediendo para ciertos sectores, Bizri (1992) plantea que en la industria química han habido pocos cambios sustanciales en las tecnologías de proceso, y que las Tecnologías Ambientalmente Sanas (TAS), se han enfocado en los últimos veinte años a identificar y reducir los contaminantes de un pequeño número de procesos, generalmente en plantas de gran escala. Sin embargo, hay la esperanza de desarrollar TAS para unidades de pequeña y mediana escala.

En el sector energético se considera que el reemplazo de los combustibles fósiles será muy poco probable en los siguientes 10 ó 15 años. Lo que se puede esperar son ciertos cambios en los patrones de consumo de tales combustibles, a fin de controlar las emisiones contaminantes.

Para el tratamiento de basura, probablemente el avance más significativo sea el desarrollo de técnicas de medición de contaminantes en el agua de mar y en aguas continentales. También se han desarrollado tecnologías de reciclado para vidrio, hule, plástico, papel y algunos metales. No obstante, la tasa de aumento del reciclamiento ha estado más bien a la baja.

Respecto al tratamiento del agua, éste se ha beneficiado de avances en ciencia de materiales, ingeniería química y biotecnología. Ahora existen filtros con nuevos materiales y otros purifican aguas continentales a través de métodos biológicos.

En el tratamiento del aire, la mayoría de las tecnologías están orientadas a la eliminación de dióxido de azufre y quizás en menor escala, óxidos de nitrógeno.

Aunque el factor económico es importante en la determinación de la tasa de incorporación de las TAS, sin embargo, la disponibilidad tecnológica y el grado de exposición pública del sector en cuestión, son también factores relevantes.

Según el autor de referencia, a pesar de cierta incertidumbre sobre la efectividad puramente tecnológica para los problemas ambientales globales, en los países desarrollados la visión de mediano y largo plazo es optimista. Como conclusión agrega que debe considerarse la posible irreversibilidad de algunos cambios ambientales y la interacción imprevista entre varias formas de deterioro ambiental.

Otro aspecto importante que forma parte de la respuesta tecnológica de la industria ante la problemática ambiental, lo constituye el movimiento emergente de los Sistemas de Administración Ambiental, cuyo modelo más conocido es el de las normas ISO-14000. Se trata de un conjunto de normas internacionales con un enfoque voluntario para ayudar a las empresas a realizar una adecuada gestión ambiental basada en el convencimiento y no en la coacción. En otras palabras, el sistema de normas ISO-14000:

“... desafía a cada organización a hacer acopio de sus aspectos ambientales, a establecer sus propias metas y objetivos, a comprometerse para adoptar procesos efectivos y confiables, y una mejora constante y a hacer que empleados y gerentes practiquen un sistema de percepción e ilustración compartido y responsabilidad personal por el desempeño ambiental de la organización.”¹

Algunos de los rubros que se incluyen en este sistema son: a) tratamiento seguro de productos químicos; b) ruido e iluminación; c) calidad de vida laboral; d) emanación de aire contaminado; e) vertido de aguas residuales; f) actividades de reciclaje; g) ciclo de vida del producto; y otros.

¹ Cascio, et al (1997, p.ix).

La idea impulsora es que la adopción del sistema es rentable para la firma, ya que supone toda una serie de ventajas (Clements, 1997), dentro de las cuales se encuentran las siguientes:

1. Conformidad con las regulaciones ambientales del gobierno.
2. Mejor utilización de los recursos, en sentido amplio.
3. Mejor comunicación entre los departamentos.
4. Calidad superior del producto o servicio.
5. Mejora la seguridad del personal.
6. Mejora la imagen ante la comunidad.
7. Demostración de capacidad de ajuste a un modelo.

El sistema de normas ISO-14000, elaborado por la Organización Internacional de Normalización a mediados de la década de los 1990s, se propone lograr un efecto importante en la situación ambiental del planeta, en la medida que las empresas de todo el mundo lo adopten, esperándose como resultado el mejoramiento del nivel de la administración y del desempeño ambiental en general.

Cabe señalar que aunque el empleo del sistema está creciendo, ello ha sido de manera desigual en el mundo, concentrándose más en ciertos países industrializados, particularmente en Europa, donde algunos gobiernos han tomado medidas para favorecer su adopción, mientras que en los países en desarrollo su difusión todavía es marginal.

Además, el principal problema con los sistemas de administración ambiental, es que parecen estar dirigidos a los síntomas más que a las causas de la problemática ambiental del mundo. Como lo argumenta Tibbs (1992), la causa principal de la crisis ambiental global es la industrialización como proceso creciente en el mundo. Por ello, mientras las acciones y programas no estén considerando tal hecho, los esfuerzos desplegados correrán el riesgo de alimentar la incertidumbre debida a nuestra profunda ignorancia sobre la capacidad adaptativa del ambiente natural como un todo.

Por otro lado, en lo que respecta a la situación tecnología-sustentabilidad en América Latina, cabe señalar que aun siendo limitados se han dado ciertos desarrollos tecnológicos ambientalmente racionales en algunos países de la región, lo cual permite plantear la posibilidad de mejores avances a condición de estructurar una estrategia que conjugue políticas públicas y métodos de gestión empresarial adecuados, a fin de buscar beneficios sociales y privados que

rebasen los resultados de aplicar el principio tradicional de "quien contamina, paga", (CEPAL, 1995).

De acuerdo con lo antes expuesto, es innegable que, con matices diversos, las empresas en el mundo están cambiando el desarrollo y la aplicación de sus tecnologías para adaptarse a un contexto social con mayores exigencias ambientales. También es claro que los principales cambios tecnológicos se están dando en las empresas de los países industrialmente avanzados, por las condiciones económicas y sociales que ahí prevalecen.

Sin embargo, en contraste con cierta cautela de Bizri, en la perspectiva de la WBCSD y Hart parece prevalecer la idea de que el mejoramiento tecnológico hacia la sustentabilidad en las empresas, es principalmente un asunto de estilos de administración de los negocios, omitiendo o minimizando la importancia de factores externos a la firma, como la opinión pública, los movimientos sociales, las regulaciones ecológicas y las políticas del gobierno en economía, educación y otros aspectos. Es decir, se subestima todo el marco institucional ajeno a la firma. Así, Hart llega a la exageración de proponer el liderazgo de las empresas (entiéndase corporaciones transnacionales) para conducir al mundo hacia el desarrollo sustentable. Este tipo de posturas desconoce el papel de dirección que los Estados ejercen y deben seguir ejerciendo, aun considerando la necesaria participación social en los asuntos de la sociedad, especialmente en los problemas ambientales.

El papel central de las medidas públicas para afrontar el deterioro ambiental y para influir en el desarrollo de la tecnología con criterios ambientales, lo demuestra el reciente informe de un organismo japonés contra la contaminación², en el cual se explica que los notables resultados obtenidos en el Japón respecto a las reducciones en las emisiones industriales de dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno y monóxido de carbono, estuvieron fuertemente influidos por la severa regulación y las facilidades gubernamentales que propiciaron un agresivo desarrollo tecnológico para abatir la contaminación.

El desarrollo tecnológico hacia la sustentabilidad es un asunto demasiado importante para dejarlo sólo en manos de las empresas y las fuerzas del mercado. Como fue discutido en las secciones 2.3 y 2.4 del capítulo 2, el fomento de la tecnología requiere sí, la coordinación del Estado y la participación de las empresas, pero también de la intervención de las universidades y centros de investigación, de los partidos políticos, de los grupos de ecologistas, de agrupaciones de ingenieros y científicos, y otras instancias de la sociedad civil que opinen, discutan y evalúen las implicaciones ecológicas pero también las sociales del desarrollo tecnológico, con el fin de orientarlo realmente hacia un desarrollo sustentable.

² *Japan's Experience in the Battle Against Air-Pollution* (s/f), p. 13.

4.2.2 Las tecnologías adecuadas.

La situación analizada en el apartado anterior es característica de la corriente tecnológica dominante, que se da principalmente en los países industrializados, y puede ser interpretada como su respuesta a los requerimientos de la sustentabilidad. Sin embargo, es necesario señalar, por otro lado, que paralelamente a ese desarrollo tecnológico promovido por las empresas y el mercado, existen movimientos sociales e intelectuales a favor de ciertos tipos de tecnologías llamadas alternativas, blandas, intermedias, apropiadas o adecuadas, que aún con ciertos matices distintivos, comparten la intención de contribuir a un desarrollo orientado a la satisfacción de las necesidades básicas de las mayorías marginadas de la población, particularmente en los países en desarrollo, en un marco de preservación de los recursos naturales³. Estas corrientes tecnológicas, que bajo nuestro enfoque englobaremos en la denominación de tecnologías adecuadas, parten de una crítica a las tecnologías convencionales vinculadas a la sociedad industrial, ya que ellas responden a cierto modelo de desarrollo que margina a buena parte de la población, y que está en el origen de la problemática ambiental, y promueven un tipo de saberes orientado a inducir y fortalecer la autodependencia de las personas y comunidades, y un uso racional de los recursos naturales, dentro de un esquema de organización participativa que prioriza la solución de los problemas sociales, en vez del afán de ganancias de las empresas y el mercado⁴. Algunas de las características relevantes de las tecnologías adecuadas son las siguientes:

1. Reducido consumo energético y bajo nivel de contaminación.
2. Integración con la naturaleza.
3. Tener un bajo costo de capital.
4. Crear empleos que aprovechen las habilidades y la mano de obra local.
5. Partir de que las personas pueden trabajar juntas... para lograr colectivamente mejoras a favor de sus comunidades...
6. Innovación regulada por la necesidad.
7. Hacer la tecnología comprensible a las personas que la utilizan y así sugerir ideas que podrían usarse en otras innovaciones.

³ Para una discusión detallada de las características particulares de cada una de estas corrientes tecnológicas, véase Sarmiento (1993).

⁴ Cfr. Portillo y Sirvent, (1987: cap. I); y Dickson (1985)

8. No necesitar patentes, regalías, cuotas o asesores, impuestos de importación, cargos por envío o por riesgos financieros...⁵

Cabe destacar el hecho de que las tecnologías adecuadas utilizan un enfoque ecléctico en la solución de los problemas, ya que se basan tanto en el rescate y difusión de saberes y tecnologías tradicionales, como en la aplicación de conocimientos de ciencia y tecnología avanzada, condicionados ambos casos a ser social y ecológicamente adecuados. En este sentido, podemos decir que esta corriente tecnológica adopta el pluralismo tecnológico mencionado como característica del neoestructuralismo ambientalista revisado en la sección 2.4.2 del capítulo 2, como una forma de tender hacia un desarrollo sustentable.

Uno de los temas en el que existen desarrollos de las tecnologías adecuadas es la atención de las necesidades de agua potable y de disposición de las aguas residuales, para las cuales se cuenta con ciertas técnicas que permiten el abastecimiento, la potabilización, el ahorro y el reuso de aguas negras y grises, tanto a nivel de vivienda como de pequeñas comunidades (Portillo y Sirvent, 1987). Estas técnicas están enfocadas, entre otras acciones, a la construcción de dispositivos para la captación y el almacenamiento del agua de lluvia, el diseño y operación de sistemas ahorradores de agua, la utilización de aguas jabonosas para riego y/o excusados, el empleo de letrinas mejoradas o digestores para el tratamiento de los desechos orgánicos, etc.. Dentro de las ventajas que presentan estas tecnologías con relación a las vinculadas al modelo de desarrollo urbano dominante, se encuentran los costos más bajos, una mayor eficiencia en el uso del recurso agua, y por tanto su ahorro, una disminución de la contaminación y de los riesgos de salud, la promoción del autoempleo y, hasta donde es posible, el uso de recursos y materiales constructivos disponibles localmente, y una mayor participación de las personas y las comunidades en la solución de los problemas del desarrollo y de la gestión de los recursos naturales. Esta área de aplicación de las tecnologías adecuadas resulta de particular interés para el estudio de caso que realizamos en el capítulo 5 de este trabajo, por lo que algunas de las ideas expuestas serán retomadas en él.

Cabe señalar que el empleo de las tecnologías adecuadas está dirigido fundamentalmente al sector social de la población, y que no se pretende plantearlas como alternativas que puedan utilizarse en el sector industrial de la producción, debido a las características particulares mencionadas antes. También debe puntualizarse que la difusión de las tecnologías adecuadas no se realiza totalmente al margen del mercado, ya que a pesar de su enfoque centrado en la autodependencia, muchos de los productos, materiales y servicios que se utilizan se adquieren por la vía del mercado.

Es importante agregar que existen obstáculos que dificultan la utilización masiva de las tecnologías adecuadas, por ejemplo en la realización de obras

⁵ Estas características expuestas son una síntesis de las ideas tomadas de Dickson (1985: 86-87) y Darrow y Pam (1980: 19)

públicas por parte de los gobiernos. Dentro de dichos obstáculos se encuentran los de tipo ideológico referidos al modelo de desarrollo dominante, así como los de tipo económico relacionados a la existencia de intereses creados vinculados a las empresas oferentes y usuarias de la tecnología convencional. Para vencer tales obstáculos se requiere de la suficiente voluntad política del gobierno, en sus diferentes niveles, quien es el actor social que podría implementar un proyecto social compatible con las tecnologías adecuadas. Esto no significa que no se puedan llevar a cabo algunos proyectos de tecnologías adecuadas, aún en el contexto general del modelo de desarrollo dominante, pero la escala de tales proyectos dependerán del apoyo político que logren conseguir.

4.3 EL MERCADO AMBIENTAL EN EL MUNDO

Retomando la importancia de las acciones gubernamentales, es conveniente señalar que los fuertes marcos regulatorios sobre el ambiente, implementados particularmente en los países de la Organización para la Cooperación Económica y el Desarrollo (OECD, por sus siglas en inglés), propiciaron en las últimas décadas el surgimiento y desarrollo de un dinámico sector económico denominado la industria ambiental (IA). Se trata de un sector no muy claramente definido, con diferencias estructurales en cada país, pero cuya orientación productiva son los bienes y servicios usados para controlar, reducir o remediar la acción de los contaminantes, según lo señala la OECD (1996b). En este documento, que resume y compila los resultados de una reunión de expertos en IA, se menciona que en la mayoría de los países de la OECD, este sector ha tenido un rápido crecimiento en los últimos años y la tasa de crecimiento esperada para el año 2000 es entre 5% y 6%. Se estima que esta industria emplea en promedio al 1% de la fuerza laboral.

En el ámbito de la OECD se está dando un cambio en la configuración de la IA, de las tecnologías de final del proceso a soluciones tecnológicas más integrales para resolver los problemas ambientales en los procesos productivos.

Asimismo, se reconoce la importancia estratégica de este sector para el tránsito de cada país hacia el desarrollo sustentable, así como también la urgencia de mayores estudios nacionales que analicen la estructura, tamaño, empleo, innovaciones y el impacto de las regulaciones y la política industrial, en la IA.

En México, a pesar de que en la última década se ha dado un crecimiento importante del mercado para los bienes y servicios ambientales, la información existente sobre el desarrollo de la IA es todavía escasa. Por ello, en la presente sección y en el resto de este capítulo, se pretende realizar un análisis de las características, y perspectivas del lado de la demanda de este emergente mercado, como un paso previo al análisis del lado de la oferta, lo cual se hará con un estudio de caso en el siguiente capítulo.

El mercado ambiental (MA) a escala internacional ha llegado a representar un dinámico sector de la economía a tal grado que para 1994 alcanzó la cifra de 408 mil millones de dólares (mmd) y se espera que este monto se duplique para el año 2010 (INE, 1997).

Una proporción mayoritaria, el 88% de la cantidad total del mercado correspondió a la suma de las demandas de Estados Unidos, Europa Occidental y Japón, según señalaba la misma fuente (véase cuadro 4.1). En el caso de América Latina, aunque su participación relativa es pequeña, cabe destacar la importancia de sus tasas de crecimiento que han llegado al 12% anual, muy por arriba de los países industrializados.

Cuadro 4.1
Mercados ambientales regionales en 1994

Región o país	Mercado (m.m.d.)	PIB (m.m.d.)	Mercado PIB (%)	Proporción de Mercado (%)	TCA del Mercado (%)
Europa Oriental	6.4	n.d.	n.d.	1.5	6
Europa Occidental	127.4	6296	2.02	31.2	4
Estados Unidos	165.4	5951	2.78	40.5	4-5
Japón	65.2	4447	1.46	15.9	1-2
Resto de Asia	14.3	1893	.75	3.5	17
Australia y Nueva Zelanda	6.2	n.d.	n.d.	1.5	5-6
Canadá	10.8	537	2.01	2.6	3-4
Latinoamérica	6.6	112	0.58	1.6	12
Medio Oriente	3.6	n.d.	n.d.	0.8	4-5
África	1.8	n.d.	n.d.	0.4	6
Total	407.8			100	6.4

m.m.d.: miles de millones de dólares

n.d.: no disponible

TCA: Tasa de Crecimiento Anual

Fuente: Environmental Business International Inc., (1995), tomado de INE, (1997).

De una revisión del cuadro 4.1 se puede agregar a lo señalado que la relación entre el valor del MA y el PIB proporciona una idea de la importancia que cada región o sociedad otorga a los problemas ambientales, pero también de la disponibilidad de recursos financieros en cada caso. De acuerdo a este índice, se nota la diferencia entre los países altamente industrializados, cuyo valor del índice se encuentra arriba del 2% en la mayoría de los casos, y el resto del mundo con valores menores al 1%, aunque para algunas regiones no se cuenta con la información suficiente. También destaca el hecho de que se dan mayores tasas de

crecimiento anual del mercado en los países de reciente industrialización, especialmente los asiáticos, con respecto a los países de mayor industrialización. Esto parece reflejar la necesidad urgente de atender, por un lado, mayores problemas de contaminación derivados de la rápida industrialización, y por el otro, la insatisfacción acumulada de viejas carencias de servicios básicos como agua potable y drenaje. En este sentido, se explica que regiones como América Latina, Europa del Este, Asia y África, a diferencia de los países industrializados, dediquen en promedio más del 50% de los recursos destinados al medio ambiente, al equipamiento para manejo y tratamiento de agua, tal como se muestra en el cuadro 4.2.

Cuadro 4.2
Erogaciones ambientales totales en el mundo en 1994**
(%)

Área de inversión	Estados Unidos	Euro pa Occ.	Japón	Asia sin Japón	América Latina	Canadá	Aus./ Nz.	Euro pa Este	Medio Oriente	África	Total %
Equipo, tratamiento de aguas residuales y suministro de agua potable	38.25	38.9	36.30	50.7	51.51	43.5	46.77	51.5	44.74	58.8	39.42
Equipo y manejo de residuos sólidos municipales	25.33	28.8	36.75	25.00	24.24	26.8	25.8	21.2	23.68	23.5	28.20
Manejo de residuos industriales y hospitalarios peligrosos	3.87	3.92	5.52	2.78	4.55	3.70	3.23	4.55	5.26	0.00	4.10
Consultoría ambiental y equipamiento para el control de la contaminación	15.89	11.7	8.27	9.03	9.1	12.9	11.29	10.6	13.55	5.88	12.73
Remediación de suelos	5.14	2.75	1.68	2.08	1.52	3.70	3.23	3.03	7.89	0.00	3.60
Servicios analíticos	1.45	1.17	0.77	1.38	1.52	1.86	1.61	1.52	0.00	0.00	1.24
Reciclamiento de residuos	7.92	10.2	8.88	6.25	4.55	5.56	4.84	4.55	2.63	5.88	8.50
Energía ambiental	0.97	1.18	0.77	2.08	1.52	0.93	1.61	1.52	0.00	5.88	1.10
Sistemas de instrumentación e información	1.15	1.18	1.07	0.69	1.52	0.93	1.61	1.52	2.63	0.00	1.10
Total %	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

** Incluyen inversiones, gastos defensivos y servicios de compraventa

Fuente: Environmental Business International Inc., 1995. The Global Environmental Market and United States Environmental Industry Competitiveness, California.

Tomado de INE (1997)

4.4 EL MERCADO AMBIENTAL EN MÉXICO

4.4.1 Determinantes del crecimiento.

Parece haber un acuerdo entre las investigaciones hechas sobre el MA en México, en el sentido de que éste ha estado creciendo a tasas importantes en los últimos años⁶. Existen evidencias de que durante el periodo de 1988 a 1993 se invirtieron en México \$ 28,900 millones de dólares en protección ambiental y que entre 1991 y 1994 la tasa anual de crecimiento del MA fue del 20% al 25%⁷, muy por encima de la dinámica económica nacional y aun del sector industrial. Sin embargo, la participación del MA en la economía del país todavía es marginal, tanto en términos absolutos como relativos.⁸

En un estudio reciente, la Agency for International Development (AID, 1995) plantea que hay cuatro factores que determinan la dinámica del MA en México, los cuales son los siguientes:

1. La liberalización del mercado y el aumento de la inversión del sector privado.

En este aspecto se mencionan las medidas liberalizadoras del gobierno del presidente Salinas, dentro de las que se incluyen la firma del Tratado de Libre Comercio de Norteamérica (TLCN) entre México, Estados Unidos y Canadá, la estabilización de la inflación y la tasa de cambio, y la privatización de las empresas estatales. Esta situación supuestamente auguraba un mejoramiento en la viabilidad de largo plazo de la economía mexicana, tal como se preveía en un estudio realizado en 1992⁹. Sin embargo, los problemas económicos del país, tanto en el periodo 1992-1993, como la crisis de fines de 1994, tendrán que considerarse para moderar las expectativas.

Respecto a los efectos del TLCN en el comercio de bienes y servicios ambientales, se plantea que las tarifas de casi todo el equipo ambiental serán eliminadas en 1998, lo cual incrementará las ventas de Estados Unidos a México en este rubro, entre un 20% y un 50% anualmente. Adicionalmente, la existencia de dos importantes acuerdos paralelos al TLCN sobre cuestiones ambientales tenderá a favorecer el crecimiento del MA en México. Estos acuerdos son, el Tratado Suplementario sobre Cooperación Ambiental y el Plan Ambiental Integrado para la Frontera México-Estados Unidos. Mientras el primero establece obligaciones trilaterales de cada parte en materia de política ambiental, el segundo es un programa bilateral entre México y Estados Unidos para enfrentar los

⁶ Cfr. INE (1997), OECD (1996b) y AID (1995).

⁷ OECD (1996b).

⁸ Según el INE (1997), la participación del MA en 1994, fue de 1998 millones de dólares, que representaron el 0.6% del PIB nacional.

⁹ *The 1992 Report, Environmental Market Conditions and Business in Key Latin American Countries*, citado en AID (1995).

problemas ambientales fronterizos. En su primera etapa, 1992-1994, el plan supuso una inversión de \$ 800 millones de dólares cubierta por ambos gobiernos para proyectos de infraestructura en tratamiento de aguas y gestión de residuos sólidos en la frontera.

Asimismo, se espera que las otras medidas de liberalización y ajuste económico, como la privatización de empresas públicas, la reducción de la inflación, la austeridad fiscal, la estabilización cambiaria y el mantenimiento de altas tasas de interés, puedan permitir la canalización de mayores recursos financieros a los problemas ambientales, al mejorar la eficiencia de las empresas privatizadas y de la economía en general, incrementar la inversión foránea y permitir la inversión privada en infraestructura ambiental.

Por otra parte, se reconocen los efectos negativos de la liberalización económica sobre el MA, tales como que la exposición de las empresas mexicanas a la competencia internacional limitará a muchas de ellas en sus recursos a invertir en problemas ambientales. De modo semejante, las altas tasas de interés desanimarán la inversión privada en el ambiente. Aquí cabe agregar que el ajuste fiscal del gobierno seguramente ha reducido sus gastos en proyectos de infraestructura ambiental, lo cual afecta negativamente la demanda en el MA ya que el sector público es el mayor consumidor de bienes y servicios ambientales. Esta situación no la discute el documento. Sin embargo, en el balance prevalece un optimismo que, aun matizado por la crisis económica reciente, ofrece mejores perspectivas para el largo plazo.

2. Graves problemas de contaminación causados por la urbanización e industrialización.

Las tendencias ascendentes en los crecimientos demográfico e industrial, junto con las sensibles condiciones ecológicas, han agravado el deterioro en la calidad del aire, agua y suelo, en la mayoría de las regiones de México. Se calcula que a una tasa de crecimiento anual cercana al 2%, la población mexicana excederá los 100 millones de habitantes para el año 2000¹⁰, y se aproximará a los 150 millones para el 2025. Además, el 60% de la población vive en ciudades, cuatro de las cuales rebasan el millón de habitantes: Ciudad de México (15 millones), Guadalajara (2.9 millones), Monterrey (2.6 millones) y Puebla (1.2 millones). Pero la urbanización ha tenido lugar sin el correspondiente desarrollo de una adecuada infraestructura para la captación y tratamiento de aguas y residuos sólidos. Como ejemplo se señala que las ciudades de México, Guadalajara y Monterrey, utilizan juntas el 49% de los recursos hídricos del país y generan un total de 53 m³/seg. de las descargas de aguas, del cual sólo es tratado el 15%. Asimismo, el Área Metropolitana de la Ciudad de México genera alrededor de 19,000 toneladas diarias de residuos sólidos municipales, y para el año 2000 se espera que alcance la cifra de 25000 toneladas al día. Complementariamente, otra fuente señala que a

¹⁰ Según el Censo General de Población del año 2000 (INEGI, 2002), la población total del país fue en ese año de 97.5 millones de personas y la tasa anual de crecimiento, de 1.5%.

escala nacional se generan 500,000 toneladas diarias de residuos sólidos y sólo recibe tratamiento el 3%.¹¹

Respecto a la industrialización, se menciona que en 1990 en el ámbito nacional existían 149,232 establecimientos, de los cuales 141, 446 eran del sector manufacturero. La actividad industrial en México se ha desarrollado de manera altamente concentrada, lo que se ejemplifica en el hecho de que sólo la Ciudad de México da lugar al 50% de la producción industrial total del país. Se ha estimado que el sector industrial genera aproximadamente 82 m³/seg. de aguas residuales y que las industrias más contaminantes son, la azucarera, la química, pulpa y papel, petróleo, alimentos y bebidas, y la del acero. La industria azucarera es responsable del 39% y la química del 21% del total de las descargas industriales.

En cuanto a las sensibles condiciones ecológicas de México, se señala que el 53% del territorio mexicano es desierto, árido o semiárido. La precipitación pluvial dura sólo de cuatro a seis meses y se concentra más en las regiones costeras de baja densidad poblacional. De hecho, el 82% de la oferta nacional de agua proviene de fuentes ubicadas entre 0 y 500 metros sobre el nivel del mar (msnm), mientras el 76% de la población vive arriba de los 500 msnm. La resultante sobreexplotación de las fuentes de agua superficiales y subterráneas ha tenido serias consecuencias, tales como la caída de los niveles subterráneos de agua, hundimientos de tierra y daños a estructuras de la superficie.

Adicionalmente, se menciona que 29 cuencas en el país fueron encontradas contaminadas en 1991. De ellas, 8 estaban "excesivamente contaminadas" y 12 "fuertemente contaminadas". Sobre la calidad del aire se estima que el 40% de la contaminación del aire a escala nacional está generada en las tres mayores ciudades: México, Guadalajara y Monterrey.

Ante esta situación ambiental esbozada, en los últimos años se han incrementado las acciones locales, estatales y federales tendientes a frenar el deterioro ecológico. Esto contribuirá a guiar la demanda de bienes y servicios ambientales en los próximos años.

3. Mejoramiento en la aplicación de estrictas regulaciones ambientales.

Una revisión de las tendencias de aplicación de estrictas regulaciones ambientales durante el periodo de 1992-1994, mostró que el gobierno mexicano ha hecho un progreso importante en las inspecciones y el monitoreo. Sin embargo, la ejecución está restringida a ciertas industrias grandes y altamente visibles.

Por otro lado, en años recientes se han desarrollado esfuerzos gubernamentales adicionales en materia de expedición de regulaciones más estrictas y de reorganización institucional para mejorar la protección ambiental. Uno de los instrumentos regulatorios más importantes son los estándares

¹¹ *OECD* (1996b).

ambientales llamados Normas Oficiales Mexicanas (NOMs). Éstas pretenden adecuar la conducta de los agentes económicos a los objetivos sociales de calidad ambiental y se aplican tanto a las actividades en operación como a los nuevos proyectos de inversión.¹² En 1994 fueron expedidas 58 NOMs sobre los rubros de aguas residuales, emisiones al aire y residuos peligrosos.

A lo anterior es pertinente agregar que, como se ha mencionado en el capítulo anterior¹³, a finales de 1996 se realizaron importantes modificaciones a la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), expedida originalmente en 1988, con el fin de incorporar principios orientadores con base en la idea del desarrollo sustentable. Específicamente con esto se busca:

“... establecer las bases para llevar a cabo un proceso de descentralización ordenado, gradual y efectivo de diversos asuntos ambientales en favor de los gobiernos locales, ampliar los márgenes de participación social en la gestión ambiental, fundamentalmente en la toma de decisiones, el acceso a la información ambiental, así como el derecho al ejercicio de acciones para impugnar los actos de autoridad.”¹⁴

Paralelamente a estas modificaciones de la LGEEPA, se hicieron reformas al Código Penal para tipificar como delitos, acciones contrarias al medio ambiente, que antes no tenían ese carácter.

Adicionalmente, en el ámbito institucional también han habido cambios tendientes a reforzar el papel regulatorio, ejecutivo y de supervisión del gobierno, en los asuntos ambientales. Así, en los últimos años han habido mayores esfuerzos en los diferentes niveles de gobierno, federal, estatal y municipal. Una acción relevante del gobierno federal fue la creación en 1994 de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), la cual cuenta con cinco órganos desconcentrados para apoyar sus funciones. Éstos son:

- ❖ El Instituto Nacional de Ecología (INE).
- ❖ La Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA).
- ❖ La Comisión Nacional del Agua (CNA).
- ❖ El Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA).
- ❖ El Instituto Nacional de Pesca.

De estos organismos destacan las atribuciones del INE y de la PROFEPA, las cuales consisten en el primer caso, en formular, conducir y evaluar las políticas

¹² INE (1997), p. 22.

¹³ *Supra* p. 88.

¹⁴ SEMARNAP (1997), p. 12.

nacionales ecológicas y de protección ambiental, y en el segundo, en vigilar el cumplimiento de la normatividad ambiental existente.¹⁵ En este sentido es alentador, por ejemplo, el hecho de que en 1993 se realizaron más de 20,000 inspecciones ambientales, mientras que en 1992 sólo cerca de 7,000¹⁶. Aquí, el documento de referencia reconoce que las medidas más drásticas hacia las empresas fueron relajadas debido a la recesión de 1993. También se anota que desde 1993 la PROFEPA inició un programa voluntario de auditorías ambientales, dirigido principalmente a las firmas industriales grandes, entre las que resalta Petróleos Mexicanos por los importantes impactos ambientales de sus actividades y plantas, particularmente en el sureste del país. A partir de 1994 el número de auditorías se multiplicó notablemente, incorporándose empresas tales como Cementos Mexicanos, Ferrocarriles Nacionales de México, Grupo Peñoles, General Motors, Nestlé, Grupo Azucarero México, Cementos Apasco, Comisión Federal de Electricidad y otras. Sin embargo, se acepta que estas acciones se están dando casi exclusivamente en las grandes empresas. Por ello, quedan al margen las miles de pequeñas y medianas empresas que aún con prácticas deteriorantes del medio ambiente, no cuentan con recursos suficientes para emprender las medidas preventivas y correctivas adecuadas.

Otra acción con repercusiones relevantes para alentar el MA y que no cita el documento de referencia, es la firma del Convenio sobre Protección Ambiental y Competitividad Industrial en 1995, entre la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI), la SEMARNAP y la Confederación de Cámaras Industriales. Dicho convenio, que fue ratificado en 1997, plantea entre sus objetivos: llevar a cabo acciones para mejorar la protección ambiental y la competitividad industrial, en las áreas de:¹⁷

- Regulación ambiental y competitividad.
- Autorregulación ambiental.
- Racionalización del proceso regulatorio.
- Sistema de información ambiental.
- Evaluación del impacto ambiental.
- Educación y capacitación ambiental.
- Reconversión y cooperación tecnológica para la industria.

¹⁵ INE (1997) pp. 26-27.

¹⁶ Según la PROFEPA (2002), entre 1992 y 2001 se realizaron 103978 (10398 en promedio anual) inspecciones ambientales a la industria nacional, de las cuales el 78.6% resultó en alguna sanción desde infracción leve hasta clausura total, siendo este último tipo menos del 1% de los casos.

¹⁷ INE (s/f), p. 10.

- Descentralización de la gestión ambiental de la industria.
- Creación del Instituto del Medio Ambiente y Desarrollo Industrial.
- Apoyo financiero.
- Infraestructura ambiental.

Vinculados a este convenio surgieron dos importantes acciones: la elaboración del Programa de Protección Ambiental y Competitividad Industrial, que detalla las actividades, metas y responsables para cada una de ellas, y el establecimiento de la Comisión Promotora de Inversiones Ambientales, a la cual se incorporaron además de las instituciones antes mencionadas, el Consejo Coordinador Empresarial (CEE), Nacional Financiera (NAFIN), el Banco Nacional de Comercio Exterior (BANCOMEXT) y el Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos (BANOBRAS). Esta comisión se propone fomentar nuevas opciones de inversión, empleo e ingresos en rubros ambientales tales como la construcción de centros integrales para el manejo de residuos sólidos, plantas de tratamiento de aguas residuales y otros. Una meta a lograr es que para el año 2000 el nivel de inversiones rebase los 32000 millones de pesos anuales.¹⁸

4. Presiones públicas sobre el gobierno para atender los problemas ambientales en las ciudades principales.

Aquí se plantea que desde principios de la década de los 1990s, se han hecho más notorias las presiones públicas como una fuerza motivadora detrás de los esfuerzos del gobierno y la industria para afrontar los problemas ambientales. Esta situación se ha manifestado en tres aspectos principales: *i)* el establecimiento de un mecanismo oficial para la participación pública, en el programa ejecutivo de la PROFEPA; *ii)* el crecimiento en el número de Organizaciones No Gubernamentales (ONGs) ambientales; y *iii)* el incremento en la atención que prestan los medios de comunicación a los asuntos ambientales municipales e industriales.

El Programa de Quejas y Denuncias establecido por la PROFEPA es administrado por la Unidad de Quejas, la cual canaliza a los inspectores aquellas quejas que son consideradas amenazantes a la salud pública. Entre 1992 y 1994 fueron respondidas aproximadamente 300 denuncias, de las cuales el 70% se referían a problemas en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México y áreas cercanas del Estado de México.

El activismo ambiental en el rubro de la contaminación urbana es relativamente reciente en México. Mientras ciertas ONGs mexicanas se han enfocado sobre la vida silvestre, conservación de bosques y ecoturismo, algunas están empezando a dedicarse a los asuntos de contaminación. De estas últimas, las mejor

¹⁸ *La Jornada*, 2 de abril de 1997, p. 47.

organizadas se encuentran en la Ciudad de México y en la región fronteriza. El Grupo de los Cien es una organización de artistas e intelectuales que han enfocado su atención a la conservación de las selvas tropicales y la vida silvestre, derechos humanos y asuntos ambientales, en la Ciudad de México. En esta ciudad también opera una oficina autónoma de la organización internacional Greenpeace, la cual ha abordado problemas sobre planeación del transporte en la Ciudad de México, cambio climático, destrucción de la capa de ozono, residuos peligrosos y otros. Además, en ambos lados de la frontera México-Estados Unidos opera un cierto número de ONGs interesadas en problemas de residuos peligrosos y otros asuntos que afectan la salud pública y la seguridad.

Hasta hace pocos años, las catástrofes ambientales como las emergencias por contaminación atmosférica en la Ciudad de México o las explosiones del alcantarillado en Guadalajara, recibían una atención extensa pero efímera de los medios de comunicación en México. Recientemente, los periódicos mexicanos han empezado a reportar más consistentemente los asuntos ambientales. Por ejemplo, el periódico *Reforma* de la Ciudad de México imprime diariamente una sección con datos sobre calidad del aire, disposición de residuos sólidos y otros asuntos ambientales de la ciudad y espera ampliar su reporte en el ámbito nacional. Otro periódico de la misma ciudad, *The News* también ofrece una columna ambiental diaria. Me parece pertinente agregar aquí que el periódico *La Jornada* publica mensualmente un suplemento ecológico de varias páginas sobre problemas ambientales en el país.

Se añade que en tanto estos mecanismos para encauzar la presión pública, que se han revisado, lleguen a estar mejor establecidos, la industria y las autoridades estarán bajo mayor presión para invertir en proyectos ambientales. En el corto y mediano plazo se espera mayor participación de las asociaciones vecinales en la presentación de denuncias, un aumento en el interés de las ONGs en los asuntos de contaminación urbana y más atención de los medios impresos a los problemas ambientales.

4.4.2 Principales áreas de inversión.

Parece no existir un acuerdo generalizado con relación a la forma de clasificar las diferentes ramas que componen el MA en los distintos países. Una clasificación podría ser por el tipo de actividad que se desarrolla. En este sentido, el INE (1997) presenta los siguientes componentes del MA:

- **Servicios:** se refieren a las actividades de tratamiento de aguas residuales, domésticas e industriales, manejo de residuos sólidos, urbanos, industriales y hospitalarios peligrosos, trabajos de ingeniería, consultoría y auditoría ambiental, remediación de suelos y servicios analíticos.
- **Recursos:** Comprenden las actividades de suministro de agua potable, comercialización de productos reciclados y el aprovisionamiento de energía renovable.

- Equipamiento: Aquí se incluye la venta de equipos para el manejo y tratamiento de agua, control de la contaminación atmosférica, sistemas de instrumentación e información, manejo de residuos, y tecnología para prevención y monitoreo de la contaminación.

Sin embargo, en la presentación y análisis de las cifras de inversión por rama, generalmente existe cierto grado de detalle en el que se combina la clasificación anterior, con otra de tipo ecológico como puede ser: agua, aire y suelo. En el caso del MA mexicano, el grado de mayor detalle que se encontró abarca ocho ramas, con subramas en algunos casos. Estas ramas, planteadas por el INE (1997), son las siguientes:

1. Tratamiento de aguas residuales.
 - 1.1 Urbanas; 1.2 Industriales.
2. Manejo de residuos.
 - 2.1 Sólidos municipales; 2.2 Industriales; 2.3 Hospitalarios.
3. Consultoría ambiental.
 - 3.1 Estudios de impacto ambiental.
 - 3.2 Estudios de riesgo.
 - 3.3 Ordenamiento ecológico.
 - 3.4 Auditoría ambiental.
 - 3.5 Estudios de fortalecimiento institucional y descentralización.
 - 3.6 Estudios especiales.
4. Remediación de suelos.
5. Servicios analíticos.
6. Reciclamiento de residuos sólidos urbanos.
7. Energía renovable.
 - 7.1 Eólica; 7.2 Solar; 7.3 Etanol.
 - 7.4 Ahorro de energía; 7.5 Combustibles alternos.
8. Control de la contaminación atmosférica.

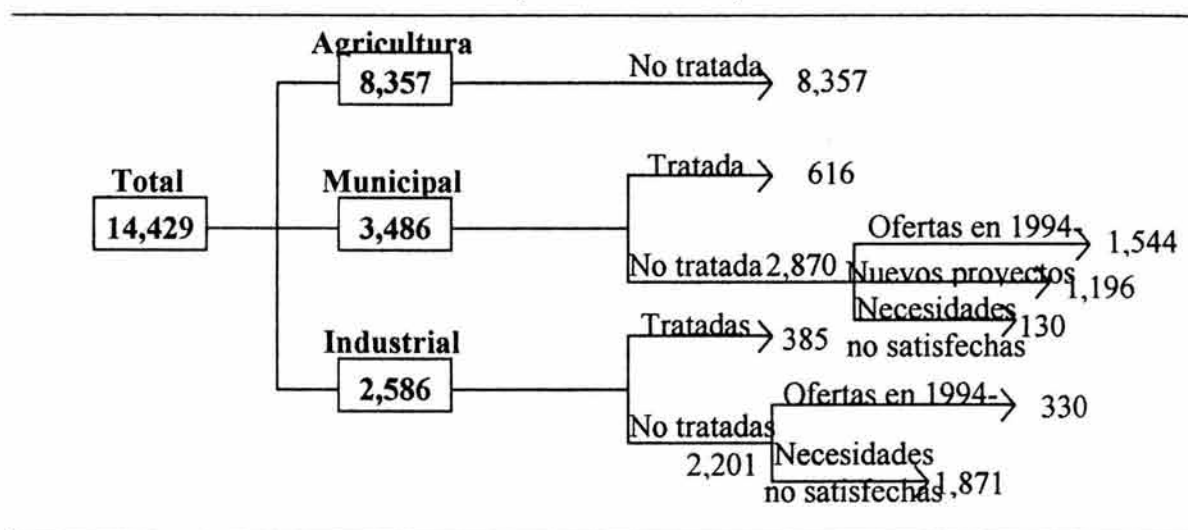
A continuación se expondrá la situación prevaleciente en cada una de las ocho ramas, y las perspectivas para los próximos años.

1. Tratamiento de aguas residuales.

Según un estudio de AID (1995), México genera casi 14,500 millones de m³ de aguas residuales al año. La agricultura contribuye con el 58% del total de

descargas, y los sectores municipal e industrial, con el 24% y 18% respectivamente. En 1994, sólo el 18% de las descargas municipales y el 15% de las industriales fueron tratadas (véase la figura 4.3).

Figura 4.3
Estimación de las aguas residuales generadas en México, 1994
(millones de m³)



Fuente: Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Comisión Nacional del Agua (CNA)

(Tomado de: Agency for International Development, 1995).

Tomando en cuenta los volúmenes de descarga aproximados, se estimó que el mercado del equipamiento y servicios para el control de la contaminación del agua sería de \$ 1,090 millones de dólares en 1995 y de \$ 1,290 millones de dólares en 1996 (AID, 1995). Excluyendo los proyectos de concesión de Petróleos Mexicanos (PEMEX) en este ámbito, se estimó un crecimiento de 19% anual en promedio, en el periodo 1995-1996 (véase el cuadro 4.3).

En estas estimaciones aparece como el segmento más grande de este mercado, el referido al sector privado de las plantas de tratamiento de aguas residuales industriales, para el cual se estimaba alcanzar los \$ 308 millones de dólares en 1996. El segundo segmento en importancia es el de tratamiento de aguas municipales con fondos gubernamentales, con \$ 300 millones de dólares en el mismo año.

Cuadro 4.3
Mercado para el control de la contaminación del agua en México, 1993-1996
 (millones de dólares)

Segmento	1993	1994	1995	1996	Prom. Crec. 1993 a 1996
MUNICIPAL					
- Instrumentación *	39	45	52	61	16%
- TCO	160	200	240	287	22%
- Contratos OM Y SD	40	50	65	85	29%
- Financiamiento Multilateral	80	80	160	195	41%
- Financiamiento Tradicional del Gobierno	300	200	260	300	4%
INDUSTRIAL					
- Instrumentación *	30	36	43	52	20%
- PEMEX-TCO	0	250	0	150	ND
- Tratamiento de Aguas Residuales	200	230	265	308	15%
TOTALES	848	1091	1085	1438	20%
TOTALES SIN PEMEX	848	841	1085	1288	16%

TCO: Transferencia de Construcción y Operación.

OM Y SD: Operaciones, Mantenimiento y Sistemas de Distribución. ND: No Disponible.

* No incluye \$ 1,000 millones de dólares de concesiones para distribución de agua en la Ciudad de México, otorgados en 1994.

Fuente: AID (1995).

Con respecto a las estimaciones sobre las necesidades de inversión para aguas urbanas, el INE (1997) señala que en 1992, del total de la población del país (91.6 millones de habitantes), el 17% no tiene acceso al agua potable y el 33% carece de alcantarillado, como se muestra en el Cuadro 4.4¹⁹.

En el medio rural, la situación anterior se agrava existiendo el 48% de falta de cobertura para el agua potable, y el 79% para el alcantarillado.

Por otro lado, la cantidad de contaminantes orgánicos presentes en las aguas residuales urbanas, es del orden de 1.8 millones de toneladas de demanda bioquímica de oxígeno (DBO), de los cuales sólo 0.34 millones de toneladas (19%) son traadas adecuadamente antes de ser descargadas al medio natural, (INE, 1997).²⁰

¹⁹ Existe cierta variación de estos datos con los del INEGI (2000), donde se muestra que en 1992 el 19.6% de la población nacional carecía de agua potable y el 36.2%, de alcantarillado. Para 1997 los datos son del 14.1% y del 27.6%, respectivamente. Esta menor cobertura general que se refleja aquí, con respecto a los datos de la tabla 4.4, muy probablemente ha implicado menores montos en las inversiones, lo cual está más de acuerdo con los resultados discutidos en el capítulo 5.

²⁰ Un dato más reciente señala que, a nivel nacional, sólo el 23% de las aguas residuales municipales, reciben tratamiento (SEMARNAT, 2002).

Cuadro 4.4
Cobertura de suministro de agua y alcantarillado en México, 1970-2000
(población en millones)

Año	Población Total	Suministro de Agua		Alcantarillado	
		Población Atendida	Porcenta je	Población Atendida	Porcenta je
1970	48.2	23.8	49.0	17.6	37.0
1980	67.4	46.9	70.0	32.9	49.0
1990	81.7	60.0	73.0	47.0	58.0
1991	84.1	68.9	81.9	54.7	65.0
1992	85.7	71.9	83.9	57.2	66.7
1995	92.0	82.0	89.0	67.0	73.0
1997	94.0	84.4	89.8	72.2	76.8
2000	100.0	94.0	94.0	82.0	82.0

Fuente: World Bank / CNA. (Tomado de AID, 1995).

La misma fuente agrega que para el año 2010 la demanda de agua potable para uso urbano será de 441 m³/seg, generando 360 m³/seg de aguas residuales, de las que necesitarán tratamiento 317 m³/seg. Con el fin de crear la infraestructura para tal tratamiento, se requerirá una inversión acumulada desde 1995 de 6847 millones de dólares. Suponiendo un costo de operación anual promedio de \$ 0.10 dólares/m³ tratado, lo anterior significa un gasto de operación anual de 999 millones de dólares.

Una estimación del Banco Mundial y la CNA muestra, sin embargo, que las inversiones planeadas para aguas municipales, que incluyen suministro, alcantarillado y tratamiento de aguas residuales, entre 1994 y 1997 prácticamente no crecerán, aunque su monto acumulado en ese periodo llegará a los \$ 5291 millones de dólares, como se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 4.5
Plan de inversiones proyectadas para el sector de
suministro de agua y alcantarillado, 1994-1997
(millones de dólares)

Tipo de inversión	1994	1995	1996	1997	Total
Suministro de agua	875	819	700	660	3054
Alcantarillado	314	342	318	353	1327
Tratamiento de agua	144	205	255	306	910
Total	1333	1366	1273	1319	5291

Fuente: World Bank / CNA, (Tomado de AID, 1995).

Respecto al tratamiento de aguas industriales, existe cierta dificultad para contabilizar sus niveles de descarga al igual que sus consumos de agua potable, ya que para las industrias situadas en áreas urbanas, esos datos se incluyen en los rubros urbanos correspondientes (INE, 1997).

Para las industrias ubicadas fuera de las áreas urbanas, se ha estimado que en 1994 el volumen de agua suministrada fue de 78.7 m³/seg. De esta cantidad, el 75% provino de fuentes subterráneas y el otro 25% correspondió a depósitos superficiales. El volumen de descarga correspondiente fue de 64.5 m³/seg con 1.6 millones de toneladas de DBO al año. El caudal tratado de estas aguas fue de 5.3 m³/seg, que representa sólo el 8% de lo generado. El caudal sin tratar es de 59.2 m³/seg, con 1.4 millones de toneladas de DBO al año.²¹

La infraestructura necesaria en el año 2010 para el tratamiento de aguas residuales de origen industrial requerirá una inversión acumulada entre 1995 y 2010 de \$ 2,447 millones de dólares, y representarán un gasto de operación anual de \$447 millones de dólares.

Cabe señalar que en general, las compañías más grandes, nacionales y transnacionales, fueron las primeras en emprender inversiones para el tratamiento de sus aguas residuales.

Según AID (1995), dos factores introducidos en los últimos años han contribuido de manera importante en el crecimiento de este segmento del mercado ambiental en México. El primero se refiere al establecimiento de tarifas por el uso de aguas superficiales y descargas de aguas residuales en cuerpos receptores. Con relación a este último aspecto, las tarifas se determinan con base al volumen, DBO y sólidos suspendidos totales, arriba del estándar. Estas tarifas han animado al sector privado a invertir en el control de la contaminación del agua y en su conservación. El segundo factor ha sido la puesta en marcha, en las empresas estatales, de proyectos de tratamiento de aguas con transferencia de la construcción y operación al sector privado. PEMEX promovió este mercado en 1994 con cinco grandes proyectos de tratamiento de aguas en varias refinerías, cuyos costos fluctuaban entre los \$40 y \$50 millones de dólares, cada uno.

En el futuro, aquellas industrias con limitaciones de agua, que están enfrentando grandes cuentas y/o multas, o están exportando a Estados Unidos, demandarán más tecnologías de tratamiento de aguas y reciclamiento.

2. Manejo de residuos.

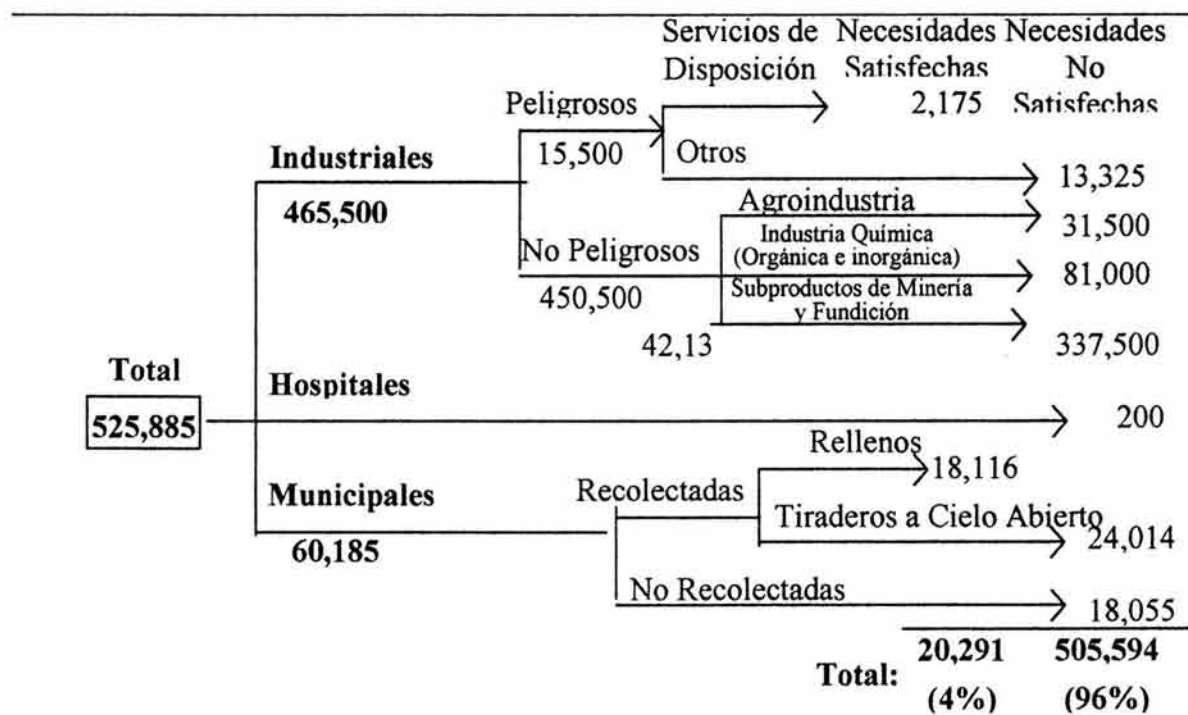
Existe en México una gran necesidad de infraestructura para los residuos sólidos, ya que sólo se maneja adecuadamente cerca del 4% de los 525,900 toneladas de ellos que se generan diariamente. Alrededor de 15,500 toneladas de

²¹ Según datos recientes, la industria nacional genera el equivalente a 6.2 millones de toneladas de DBO al año, lo cual representa tres veces lo generado por las descargas municipales (SEMARNAT, 2002).

residuos sólidos son peligrosos, de los cuales el 38% son producidos en la Ciudad de México (AID, 1995). La Figura 4.4 muestra la composición de los residuos sólidos generados en México.

Con relación a los residuos sólidos municipales (RSM), el INE (1997) menciona que la generación total de basura urbana en 1995 fue de 30 millones de toneladas, a nivel nacional. Las características y composición de los RSM han experimentado cambios notorios en los últimos años, en función de los patrones de consumo y los niveles de ingreso. En 1994, el 53% de la basura generada en el país era orgánica, mientras que el 14% era papel y cartón, el 6% vidrio, el 4% plástico, el 2% textiles y el 3% hojalata. El 18% restante se conformaba de cuero, hule, envases de cartón encerado, trapo y fibras diversas. Esta composición varía entre las diversas ciudades del país.

Figura 4.4
Estimación de los residuos sólidos y peligrosos generados en México, 1994
(toneladas diarias)



Fuente: Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey / CNA, (Tomado de AID, 1995).

Existe un déficit de 25 millones de toneladas al año en la disposición sanitaria de RSM, y de 9 millones de toneladas en su recolección. Las alternativas tecnológicas existentes para atender el rezago son:

- Reciclaje de productos.
- Fabricación de aglomerados y materiales para construcción.
- Compostaje.
- Incineración y generación de energía eléctrica.
- Relleno sanitario.

Tomando como base de cálculo para inversiones y gastos de operación, las correspondientes al relleno sanitario para poblaciones que generan 300 ton/día, se tiene una inversión anual de \$ 46 dólares/ton y un costo de barrido de 10 dólares/ton, más 10 dólares de transporte y \$ 12 de disposición final. Haciendo una proyección al año 2010, se estima que se necesitará una inversión acumulada desde 1995 de \$ 1,744 millones de dólares, y \$ 684 millones de dólares adicionales para la operación, al año.

Otro rubro importante lo constituyen los residuos hospitalarios infecciosos (RHI), los cuales en México aún no se manejan adecuadamente, ya que no son separados en la fuente, como paso importante para su identificación y disposición final. Aun cuando tal separación ocurra, a menudo la incineración no es una opción debido a que las autoridades han concedido pocos permisos para incineradores hospitalarios. Por tanto, en el país muchos de los RHI se disponen en los basureros municipales (AID, 1995).

En el ámbito nacional se calcula que el volumen de RHI alcanza las 201,000 ton/año, las cuales no incluyen lo que se produce en veterinarias y en aduanas, que podrían representar un 50% adicional. El déficit existente en infraestructura para tratar los RHI es prácticamente del 100% (AID, 1995). Las erogaciones requeridas para la disposición con tecnologías de esterilización por autoclave o microondas, son del orden de \$ 220 dólares/ton y se estima un costo de operación de \$ 450 dólares/ton de proceso (INE, 1997).

Respecto a los residuos industriales, éstos se clasifican en peligrosos (RIP) y no peligrosos (RINP), siendo los primeros los más importantes por su alta toxicidad, aunque los segundos se generan en mayor cantidad. El referido estudio de AID (1995) señala que por ley los RINP no pueden depositarse en los basureros municipales pero su disposición en confinamientos para RIP es innecesaria y cara. Los principales tipos de residuos en esta categoría son los subproductos de la minería y de la fundición. Esta última aseveración parece extraña en tanto las dos actividades mencionadas generan residuos de metales pesados y sustancias químicas, consideradas como peligrosas.

Por su parte, los RIP necesitan los requerimientos tecnológicos más rigurosos para su procesamiento y confinamiento.²² El mercado para su disposición final está dividido entre los servicios para los consumidores que pagan y los servicios construidos por y dedicados a compañías privadas. En México sólo funciona un servicio de disposición para RIP con acceso público, y se ubica en Mina, Nuevo

²² *Supra*, p. 105.

León. Debido a que la mayoría de los RIP en México son solventes (36%) o aceites y grasas (13%), el reciclamiento es otra parte importante de este segmento de mercado. Se ha estimado que solo el 12% de los RIP se maneja adecuadamente en confinamientos, sistemas de reciclaje, recuperación de materia y energía, exportación y destrucción térmica (INE, 1997).

Considerando los sectores municipal, industrial y hospitalario, se han hecho algunas estimaciones del volumen del mercado para equipamiento y servicios para residuos sólidos y peligrosos en México, alcanzando los \$ 662 millones de dólares para el año de 1996, como se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 4.7
Mercado estimado para residuos sólidos y peligrosos en México, 1993-1996
(millones de dólares)

Segmento	1993	1994	1995	1996	Prom. Crec. 1993 a 1996
MUNICIPAL					
— Reciclamiento	7	7.5	8.5	10	13%
— Recolección	150	200	250	313	28%
— Relleno Sanitario	5	10	15	20	61%
HOSPITAL					
— Incineración	5	5	7	9	23%
INDUSTRIAL					
— Reciclamiento	20	18	20	23	5%
— Incineración	0	20	23	77	NC
CONFINAMIENTO DE RESIDUOS PELIGROSOS	0	50	0	260	NC
TOTAL	187	310.5	323.5	662	58%

Fuente: AID (1996)

NC: No calculado

Sin incluir los confinamientos para los RIP, estas estimaciones representan un promedio anual de crecimiento del 29%, entre 1993 y 1996. La construcción de rellenos sanitarios aparece como el segmento más dinámico de este mercado, con una tasa de crecimiento anual de 61% para el mismo periodo. A pesar de este dato, el ritmo de actividad es bajo en este segmento, si se considera que en 1993, por ejemplo, solo se construyó un relleno sanitario en el país.

También se ha estimado un crecimiento importante para los servicios de recolección municipal de basura, con un 28% anual entre 1993 y 1996. Estos proyectos incluyen a veces los aspectos de reciclamiento y aún de disposición final.

Cuadro 4.8
Erogaciones estimadas para el mercado de residuos
sólidos y peligrosos en México para el periodo 1995-2010
(millones de dólares*)

Segmento	Total de Inversión	Operación Anual
MUNICIPAL		
* Recolección y transporte	42	240
* Relleno sanitario	1702	444
RIP	5600	3150
RHI	69	141
TOTAL	7413	3975

* Dólares a precios constantes de 1994.

Fuente: INE (1997).

La construcción de confinamientos para los RIP será otro importante sector de este mercado en términos de volumen, pero puede ser pequeño en cuanto al número de proyectos. En este rubro se estimó una inversión de \$ 260 millones de dólares en 1996.

Las expectativas del mercado de residuos sólidos y peligrosos para el año 2010 se presentan en el cuadro siguiente.

3. Consultoría ambiental.

El mercado mexicano de consultoría ambiental comprende desde exploraciones geológicas e hidrológicas hasta diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales. En este último caso se incluyen diseños para grandes instalaciones, tanto en el sector público como el privado. Los estudios de consultoría abarcan además auditorías ambientales, evaluaciones de impacto ambiental, evaluación y administración de riesgo ambiental y otros. En este apartado revisaremos solamente los servicios más importantes desde el punto de vista de su valor de mercado.

Evaluación de impacto ambiental (EIA). Se trata de un instrumento para generar información ambiental para analizar el costo y el beneficio social de cierto proyecto de desarrollo. Esto permite proponer medidas para minimizar los primeros o ampliar los segundos, de tal manera que el balance de un proyecto resulte lo más favorable posible (INE, 1997).

La EIA es adecuada para la regulación ambiental de proyectos caracterizados por su bajo número, alta singularidad, magnitud considerable y gran especificidad regional, sectorial o tecnológica; todo lo cual implica costos de información muy altos. Hasta septiembre de 1995, habían ingresado al INE para su sanción, un total de 5440 proyectos de EIA, de los cuales alrededor de 600 se enviaron ese año, y se estima que en los años siguientes se tramitaría el doble. El costo

promedio de estos estudios es de \$ 10,000 dólares y se espera un crecimiento de cerca del 3% anual para los estudios a realizar en los próximos años.

Estudios de ordenamiento ecológico del territorio. El ordenamiento ecológico del territorio (OET) es un proceso de planeación orientado a evaluar y programar el uso del suelo y el manejo de los recursos naturales en el territorio nacional, para preservar y restaurar el equilibrio ecológico y proteger el ambiente.

El OET permite orientar el emplazamiento geográfico de las actividades productivas y las modalidades de uso de los recursos y servicios ambientales. También sirve de base para determinar la densidad y formas de uso del suelo, así como las áreas a conservar y restaurar.

Otra función del OET es la consideración de impactos o efectos acumulativos que otros instrumentos no tomen en cuenta. Hay actividades o proyectos que de manera individual pueden no tener implicaciones que impidan su aprobación; sin embargo, cuando su número o incidencia sobre una misma región se incrementa más allá de ciertos límites, los impactos agregados o acumulativos pueden afectar seriamente el equilibrio regional.

El INE cuenta con el ordenamiento general del territorio y con 40 estudios de OET a escala estatal o regional, habiendo ejercido \$ 4.7 millones de dólares en el periodo 1991-1995, con un costo promedio de \$ 23,500 dólares por estudio. El cuadro 4.9 muestra las estimaciones para los próximos años.

Auditoría ambiental (AA). Ésta es una herramienta de política ambiental de tipo voluntario, en cuya realización convienen la autoridad y la empresa, para revisar exhaustivamente las instalaciones, procesos, almacenamiento y transporte, analizando las emisiones a la atmósfera, las descargas líquidas y los residuos sólidos, la seguridad y el riesgo de las mismas, a fin de establecer los planes de acción correctivos y preventivos, así como los plazos de ejecución.

Actualmente se está instrumentando un programa de autoverificación de las empresas, que implica una declaración del estado ambiental de sus instalaciones y procesos, a través de una empresa previamente acreditada. Aquí se contempla la evaluación en forma aleatoria de las empresas para verificar la veracidad de la declaración, y la aplicación adicional de un sistema de estímulos y sanciones.

La AA actúa también como un catalizador de inversiones ambientales, ya que al aplicar los planes de acción derivados de ella, se impulsa el incremento de la infraestructura ambiental, las instalaciones, el equipo y la maquinaria requeridos para el cuidado del ambiente. Así, los 202 planes asociados a las AAs realizadas, han producido una inversión de \$ 796 millones de dólares. A fin de estimar el crecimiento del mercado en los próximos años, se pueden plantear 500 auditorías anuales a medianas y pequeñas empresas como meta inicial.

El futuro desarrollo del mercado de la consultoría ambiental en los tipos de estudio analizados aquí, se muestra a continuación.

Cuadro 4.9
Demanda estimada en el mercado de la consultoría ambiental en México hasta el año 2010
 (millones de dólares)

Tipo de estudio	1995	2000	2005	2010
Estudios de impacto ambiental	12	13.9	16.1	18.7
Ordenamiento ecológico	6	7	8	9
Auditoría ambiental	11	13	15	17
Total	29	33.9	39.1	44.7

Fuente: INE (1997).

4. Remediación de suelos.

Estos servicios se refieren a los procesos físicos, químicos o biológicos usados para eliminar los contaminantes presentes en el suelo, subsuelo o acuíferos subyacentes, hasta restituir la situación ambiental preexistente. Esta contaminación puede ser resultado de accidentes en el manejo, almacenamiento o transporte de una sustancia peligrosa, o bien, de su inadecuada disposición final (INE, 1997).

El mercado de la remediación es el menos documentado en México. No se dispone de un inventario de sitios contaminados, aunque las AAs y las inspecciones están dando recientemente información al respecto. Aunque las oportunidades en este mercado son limitadas en el corto plazo, algunos segmentos podrían tener un crecimiento importante en los próximos años. Según AID (1995), estos segmentos son:

Remediación en sitios industriales. Aquí se incluyen proyectos para compañías públicas y privadas. Empresas estatales como Petróleos Mexicanos (PEMEX), Comisión Federal de Electricidad (CFE) y Ferrocarriles Nacionales de México (FERRONALES), son candidatos importantes para futuros proyectos de remediación.

Servicios a tanques de almacenamiento. La limpieza de tanques de almacenamiento y la remediación de los sitios en que se encuentran, es otro importante segmento de mercado. Existen en México cerca de 300 gasolineras que sufren problemas crónicos de fugas. La inadecuada disposición de los lubricantes es otro problema relevante a incluir en este sector de mercado.

Remediación de basureros municipales. Otra rama de actividad es la remediación de basureros municipales donde han sido colocados de manera inadecuada, residuos peligrosos. En 1994 cerca de 97 basureros municipales

operaban en México, muchos de los cuales se esperaba que cerraran entre 1995-1996 para ser reemplazados por servicios modernos apegados a las regulaciones sobre construcción y operación.

Respuesta de emergencia a derrames. Este mercado consiste de servicios para contener y limpiar rápidamente derrames químicos o de petróleo, tan pronto como ocurran. Desde las explosiones del alcantarillado en Guadalajara en 1992, las compañías mexicanas incluyendo a PEMEX, son más sensibles a posibles derrames peligrosos.

Se ha estimado que el mercado mexicano para remediación ambiental, respuesta de emergencia a derrames y servicios de limpieza a tanques, en 1996 habría alcanzado los \$ 78.5 millones de dólares, y experimentado un crecimiento anual del 17% entre 1993 y 1996. Por otro lado, la remediación de ciertos casos específicos urgentes, como el de residuos de sales de cromo en el derecho de vía de la carretera León-San Francisco del Rincón, Guanajuato y en Lechería, Estado de México; el de residuos de plomo en Tijuana, Baja California; el de residuos ácidos corrosivos en el sureste del Estado de Veracruz; y el de residuos de refinación, química básica y petroquímica en diferentes sitios de producción petrolera, requieren de aproximadamente \$ 100 millones de dólares, considerando un precio promedio de remediación por m³, entre \$ 40 y \$ 60 dólares.

5. Servicios Analíticos.

Las normas ambientales vigentes señalan la obligación de las industrias y servicios en operación, de realizar periódicamente pruebas de aguas residuales, evaluaciones de emisiones a la atmósfera y análisis de residuos sólidos, siendo indispensable para tales efectos que los estudios de referencia sean elaborados por laboratorios debidamente acreditados ante el Sistema Nacional de Acreditamiento de Laboratorios de Prueba (SINALP), como lo establece la Ley Federal sobre Metrología y Normalización (INE, 1997).

Cabe agregar que las dos terceras partes de los costos de los estudios de AA corresponden a gastos de análisis de laboratorio. Las proyecciones hasta el año 2010 de las erogaciones asociadas a los reportes de control tales como emisiones, descargas de aguas y análisis CRETI²³, se muestran en el cuadro siguiente, en el cual se considera un valor de \$ 44,000 dólares por cada AA y una tasa de crecimiento del 3% anual.

²³ Clave que reciben los residuos peligrosos por su Corrosividad, Reactividad, Explosividad, Toxicidad e Inflamabilidad.

Cuadro 4.10
Demanda anual de servicios analíticos al año 2010

Concepto	1995	2000	2005	2010
Número de servicios analíticos	500	580	672	779
Erogaciones (millones de dólares)	22	26	30	35

Dólares a precios constantes de 1994.
Fuente: INE (1997).

6. Reciclamiento de residuos sólidos urbanos.

Respecto a este rubro se estima que en México se recuperan aproximadamente entre el 5% y el 6% en peso del total de la basura, rescatando productos como papel, cartón, vidrio y metales. Cabe señalar que en el Distrito Federal, además de la práctica manual de la pepena, se instalaron 3 unidades semiautomáticas con capacidad de 2000 ton/día cada una, con un rendimiento hasta del 12% en peso. Esta experiencia, en la que las unidades son operadas por cooperativas de pepenadores, puede ser reproducida en las grandes ciudades del país.

La recuperación de materiales como los mencionados, para el año 2010 puede ser del orden de 12.5 millones de toneladas al año, lo que representa un ingreso - por la venta de los materiales - de cerca de \$ 1,800 millones de dólares, como se muestra a continuación.

Cuadro 4.11
Situación actual y proyección del reciclamiento de residuos sólidos urbanos

Residuo	Generación 1994*	Volumen Reciclado *	Déficit 1994*	Necesidad 2010	Costo unitario **	Costos *** operación
Papel y cartón	4.16	0.10	4.06	6.33	50	316.5
Vidrio	1.73	0.16	1.67	2.60	200	520.0
Aluminio	0.47	0.03	0.44	0.69	800	552.0
Otros metales no ferrosos	0.15	0.01	0.14	0.21	110	231.0
					0	
Metales ferrosos	0.23	0.01	0.22	0.35	130	45.5
Plásticos	1.29	0.01	1.28	2.01	100	201.0
Llantas	0.22	0.01	0.21	0.34	SV	SV
Total	8.25	0.23	8.02	12.53		1866.0

* Millones de ton/año; ** Dólares/ton; *** Millones de dólares
SV: Sin valor de mercado
Fuente: SEDESOL (1994), Tomado de INE (1997).

7. Energía renovable.

En este rubro, que tiene un gran potencial de desarrollo en México, sólo consideraremos los segmentos de mercado más importantes, incluyendo el ahorro de energía.

Con una iluminación solar intensa en el norte, grandes recursos de biomasa en el sur, vientos rápidos sobre el Istmo de Tehuantepec, Quintana Roo, Oaxaca, Guerrero, Hidalgo, Michoacán, Baja California, Zacatecas y Coahuila, y viejas cadenas montañosas que albergan grandes recursos geotérmicos, México tiene un gran potencial para el desarrollo de energía renovable. Aquí se consideran los proyectos de pequeña, mediana y gran escala.

El mercado para energía renovable en México, según estimaciones de AID (1995), alcanzaría en 1996 los \$ 699 millones de dólares, con una tasa de crecimiento anual de 6.4% entre 1995 y 1996. Los segmentos mayores se refieren a la hidroelectricidad y a la energía eólica, con inversiones de \$ 375 y \$ 160 millones de dólares, respectivamente.

En el caso de la energía eólica, actualmente se tiene una planta piloto en La Ventosa, Oaxaca, con una capacidad instalada de 1.6 Mw, que podría ampliarse hasta 600 Mw. En este sentido, se han proyectado requerimientos de inversión del orden de \$ 1596 millones de dólares entre 1995 y el año 2010 (INE, 1997).

Otro rubro relevante es el de la energía solar, con diversos usos en calentamiento de agua, electrificación rural, comunicaciones, señalamientos y bombeo de agua, aunque su aprovechamiento puede resultar caro en ciertas regiones. Su potencial aprovechable en los próximos años es similar al caso de la energía eólica y se han proyectado requerimientos de inversión de \$ 5,520 millones de dólares entre 1995 y el año 2010 (INE, 1997).

El mercado de la eficiencia energética en México incluye la cogeneración y el uso de tecnologías de eficiencia energética, principalmente, según AID (1995). Sin embargo, debido a que la cogeneración de energía no se refiere solamente a proyectos de energía renovable, sólo revisaremos aquí lo referente a las tecnologías de eficiencia energética.

En virtud de que el sector industrial representa cerca de la mitad de la electricidad usada en México, tal sector representa un gran potencial de ahorro de energía, ya que por un lado, existe un perfil productivo de alto consumo energético por unidad de producción, y por el otro, ha habido un gran desarrollo tecnológico en materiales, equipos y sistemas.

Además, el aprovechamiento del potencial de ahorro de energía tiene un gran componente de participación nacional en equipos y mano de obra, lo cual no sucede con la producción de energía que normalmente requiere la importación de bienes de capital.

Existen estimaciones que señalan que el potencial económicamente factible de ahorro de energía es de un mínimo del 20% del consumo actual, y que al año 2010 sería de 17,200 Gwh en el consumo. Dicho ahorro se daría por el cambio de motores²⁴, mejoras en los sistemas de transmisión e iluminación, y por el incremento en la eficiencia de los sistemas de aire acondicionado y refrigeración. La inversión requerida para el ahorro energético es de \$ 0.17 millones de dólares por cada Gwh/año ahorrado, por lo que entre el año 1995 y 2010 se necesitarán \$2,918 millones de dólares.

8. Control de la contaminación atmosférica.

La contaminación del aire es quizás el peor problema ambiental en las grandes ciudades de México. Existen estimaciones que ubican en \$ 1,500 millones de dólares las pérdidas anuales en la productividad económica, por los efectos de la contaminación del aire en la salud (AID, 1995).

Las grandes empresas contribuyen de manera importante a las emisiones de contaminantes más comunes al aire. El inventario nacional de emisiones contaminantes de origen industrial es del orden de 1.9 millones de toneladas anuales. Como se expuso en el capítulo anterior²⁵, las zonas industriales son las que acumulan mayores contaminantes provenientes de fuentes fijas, particularmente los bióxidos de azufre (SO₂) y los óxidos de nitrógeno (NO_x). Es importante insistir en la alta concentración de las emisiones atmosféricas del sector industrial. Tan sólo 94 empresas ubicadas en la ZMCM emiten cerca del 70% de los contaminantes totales del sector a la atmósfera.

Cuadro 4.12
Estimaciones del mercado para el control de la contaminación atmosférica *
(millones de dólares)

Segmento	1993	1994	1995	1996	Crecimiento prom. anual 1993-1996
Equipo de monitoreo	15.0	15.0	15.0	17.0	4%
Servicios de pruebas atmosféricas	0.8	0.4	0.5	0.7	5%
Equipo para abatir la contaminación	18.0	15.0	15.0	18.0	0%
Equipo para adecuación al gas natural	306.0	330.0	370.0	420.0	11%
Total	339.8	360.4	400.5	455.7	10%

* No incluye control de emisiones en fuentes móviles. Fuente: AID (1995).

Respecto a la magnitud del mercado para el equipamiento y servicios para el control de la contaminación del aire, existen estimaciones que lo ubican en \$456 millones de dólares en 1996, con una tasa promedio de crecimiento del 10%

²⁴ En México, los motores consumen más energía que cualquier otro uso industrial: cerca del 70%, (AID, 1995).

²⁵ *Supra*, p. 90.

anual, entre 1993 y 1996 (véase el cuadro 4.12). Cabe resaltar que el principal segmento del mercado y el más dinámico lo constituye el equipamiento para la adaptación de calderas a gas natural.

Un elemento importante a considerar en la valoración del potencial del mercado es el hecho de que la instalación de equipos para prevenir y controlar las emisiones es prácticamente nula a nivel nacional y limitada en la ZMCM. Como ejemplo se puede mencionar que sólo el 13.6% de las industrias inventariadas de la ZMCM reporta la existencia de equipos de control en sus procesos. Considerando que, de este dato, el 11.3% corresponde al control de partículas, el 1% a hidrocarburos y el 1.3% a dióxido de azufre, se ha estimado que el déficit se ubica entre el 90% y el 95% (INE, 1997).

Las inversiones requeridas en los próximos años para enfrentar los graves problemas de contaminación atmosférica, derivadas del crecimiento económico y poblacional, son enormes. Para tener una idea, en el siguiente cuadro se muestran las proyecciones estimadas para el año 2010, de las inversiones necesarias para la remoción de contaminantes provenientes de la industria de la ciudad de Monterrey.

Cuadro 4.13
Situación actual y proyección del equipamiento industrial
para el control de la contaminación atmosférica

Contaminante	Vol. est. 1994 *	Vol. est. 2010 *	Inv. unit. dls/ton	Remoción en contam. 2010 *	inv. Total mill. dol.
PST	143	223	2440	111	272
SO ₂ **	1161	1809	200	904	181
CO	203	317	60	158	9
NO _x	313	488	2500	244	610
HC	145	226	60	113	7
Total	1965	3063		1530	1079

* Miles de ton/año ** Sin considerar inversiones de PEMEX para desulfurizar combustibles.
Fuente: INE (1997).

4.4.3 Financiamiento.

La disponibilidad de financiamiento será un factor clave en el adecuado desarrollo de los proyectos ambientales. Las fuentes de financiamiento para proyectos ambientales en México pueden ser internacionales y nacionales. Las fuentes internacionales se subdividen en multilaterales y bilaterales, correspondiendo al primer caso, el Banco Mundial, su Agencia de Financiamiento Internacional y el Banco Interamericano de Desarrollo. En el segundo caso se encuentra el Banco de Desarrollo Norteamericano, el Eximbank de Japón y otros, (INE, 1997).

Otra fuente de financiamiento la constituye el crédito directo que los proveedores (nacionales y extranjeros) conceden a los consumidores finales, ya sea con recursos propios o apoyados por líneas de crédito oficiales, de fomento a las exportaciones.

AID (1995) plantea que existen en México varios tipos de instituciones que participan activamente en el financiamiento de proyectos ambientales y sugiere la lista que se muestra en el cuadro 4.14.

Respecto a las instituciones extranjeras, cabe señalar por ejemplo que el Eximbank de Estados Unidos lanzó en años recientes un Programa de Exportaciones Ambientales, dentro del cual México recibiría \$ 800 millones de dólares para importaciones de bienes y servicios ambientales procedentes de E.U., en 1994 (AID, 1995).

Asimismo, durante los dos últimos años, el Banco Mundial otorgó a México una línea de crédito para proyectos ambientales en el país por \$ 1,000 millones de dólares²⁶ y el Banco Norteamericano de Desarrollo ha dispuesto un crédito de \$ 3,000 millones de dólares para proyectos en la frontera norte (INE, 1997).

Cuadro 4.14
Instituciones financieras activas en el mercado ambiental mexicano.

Tipo de intermediario financiero	Institución
Agencias de crédito para exportación	<ul style="list-style-type: none"> • Eximbank de E.U. • Eximbank de Japón • Agencias de exportaciones estatales de E.U.
Bancos comerciales	<ul style="list-style-type: none"> • Bancos comerciales mexicanos • Bancos comerciales extranjeros
Bancos de desarrollo	<ul style="list-style-type: none"> • BANOBRAS • NAFIN • Banco Mundial • Banco Interamericano de Desarrollo • Banco de Desarrollo Norteamericano
Financieras de proyectos	<ul style="list-style-type: none"> • Bancos de E.U. y extranjeros de inversión • Corporación Financiera Internacional • Corporación Interamericana de Inversión.
Fondos de inversión social	<ul style="list-style-type: none"> • Fideicomisos mexicanos de desarrollo • Fondo Ambiental Norteamericano

Fuente: AID, 1995.

²⁶ Entre 1990 y 1994, el Banco Mundial y el Banco Interamericano de Desarrollo hicieron préstamos a México por cerca de 2,000 millones de dólares cada uno, para proyectos ambientales (AID, 1995).

Con relación a las fuentes nacionales de financiamiento, son dos las principales: BANOBRAS y NAFIN. Ambas operan con fondos del gobierno federal y con préstamos de bancos extranjeros de desarrollo.

BANOBRAS es la institución oficial para financiar infraestructura. Es un cliente activo del Banco Mundial y funge como agencia ejecutiva de los fondos de aquél para proyectos de suministro de agua y saneamiento, residuos sólidos y proyectos ambientales para la frontera norte.

Por su parte NAFIN, que actualmente es la institución del gobierno federal para financiar proyectos a la pequeña y mediana empresa mexicana, en años recientes ha empezado a financiar proyectos ambientales. En los últimos años dispuso de un programa de \$ 245 millones de dólares para proyectos de conservación de agua y energía. Cerca de un tercio de los fondos irían a proyectos en la Ciudad de México y un 20% a los estados fronterizos. Las áreas disponibles se referían a:

- Adquisición e instalación de equipo para el control de la contaminación o adecuación de equipo existente.
- Construcción de plantas de tratamiento de residuos industriales (líquidos y sólidos).
- Adquisición e instalación de tecnologías conservadoras de aguas y/o energía.
- Estudios, evaluación técnica y entrenamiento sobre los aspectos mencionados.
- Capital de inversión.

Asimismo, NAFIN dispuso de una asignación de \$ 175 millones de dólares para inversiones de capital en operación conjunta en el campo de la tecnología ambiental, y ofrece un préstamo de garantía automático de 50% para desarrollo de proyectos en tecnología ambiental. Cabe agregar que tanto BANOBRAS como NAFIN otorgan créditos en condiciones preferenciales, por abajo de las tasas de la banca comercial.

Es importante agregar aquí que, pese a la existencia de líneas de crédito para que las empresas puedan invertir en proyectos ambientales, ellas no siempre hacen uso de tales fuentes de financiamiento, como lo reconoció un funcionario de NAFIN respecto a un financiamiento disponible, otorgado por el Eximbank de Japón para control de la contaminación atmosférica en la ZMCM. Las causas de ello no están claras y ese es uno de los aspectos analizados en el capítulo cinco de este trabajo. No obstante, se puede plantear la idea de que ante las crisis económicas recurrentes que han agobiado en los últimos años a la economía mexicana, las empresas se han visto en la necesidad de canalizar sus recursos a otras áreas más rentables en el corto plazo que les permitan, en muchos casos, sobrevivir, y en algunos casos, competir con éxito.

Esta situación nos permite advertir la necesidad de ciertas acciones complementarias a las de carácter económico en el abordaje de los problemas del

ambiente. Si no hay un acuerdo institucional con las empresas, el suficiente rigor y vigilancia en las regulaciones, y el clima económico favorable, podrán existir facilidades crediticias, pero las empresas podrán optar por canalizar sus esfuerzos a sobrevivir o invertir en proyectos de mayor productividad y/o rentabilidad.

4.5 LA ECONOMÍA DEL AGUA EN MÉXICO.

Por otra parte y tratando de complementar la revisión del mercado ambiental mexicano, que fue detallado en las tres secciones precedentes, cabe ahora tratar de analizar el lado de la demanda expuesto con el fin de determinar las áreas más relevantes, así como las especificidades institucionales de tales mercados.

En primer término, hay que señalar que en el documento de AID (1995), cuyos planteamientos principales sobre el mercado ambiental mexicano fueron ya mencionados, al hablar de los determinantes del crecimiento no se señala la capacidad financiera como elemento que contribuye a la conformación de la demanda. En este sentido, no se profundiza en el análisis de las repercusiones que la crisis de la economía mexicana pueda tener sobre la disponibilidad de recursos de las empresas para invertir en los problemas ecológicos. Tampoco se aclara que de los cuatro factores que se plantean como determinantes, el más importante es el del incremento del deterioro ambiental, ya que los dos últimos dependen en cierta manera de éste, y en cuanto al primero, no está claro que la apertura comercial y la privatización tengan un efecto positivo en el aumento de la demanda en el MA. Más bien parece que tiene efectos contradictorios, aún no evaluados lo suficientemente.

Respecto a los principales segmentos del MA en México y su dinámica, mostramos el cuadro resumen 4.15, el cual permitirá tener una panorámica de conjunto para el análisis.

En este cuadro se aprecia bastante disparidad en la magnitud y dinamismo de cada una de las ramas del MA, así como una gran concentración de la demanda en tres ramas. Tratamiento de aguas, manejo de residuos y energía renovable, representan el 92% de la inversión acumulada total que se espera entre 1995 y 2010. Asimismo, la rama con mayores erogaciones anuales esperadas al año 2010 es la de manejo de residuos con \$ 4532 millones de dólares (m.d.d.), seguida por la de tratamiento de aguas con \$ 2065 m.d.d. Estas dos ramas juntas constituirán el 70% del valor total del MA para el año 2010. Sin embargo, mientras la mayor parte de las erogaciones de la rama de manejo de residuos corresponde a los costos de operación y sólo \$ 492 m.d.d. servirán para la inversión, la rama de tratamiento de aguas residuales destinaría \$ 619 m.d.d. a la inversión promedio anual, cantidad muy cercana a los \$ 671 m.d.d. de inversión promedio anual que destinaría la rama de energía renovable, que es la más alta de todas.

Cuadro 4.15
Cuadro resumen de las oportunidades de inversión en el
mercado ambiental mexicano 1995-2010 y TPCA * 1993-1996

Rama	TPCA 1993-1996 %	Inversión Acumulada 1995-2010 **	Inversión Promedio Anual **	Costo Prom. Operación Anual **	Erogaciones Anuales Promedio **
1. Tratamiento de aguas	20	9,294	619	1,446	2,065
2. Manejo de residuos	29 ¹	7,413	493	4,039	4,532
3. Consultoría ambiental	2	678	46	—	46
4. Remediación de suelos	17	100	7	—	7
5. Servicios analíticos	ND	449	30	—	30
6. Reciclamiento de RSU	ND	—	—	1,866	1,866
7. Energía Renovable	6.4 ²	10,079	671	—	671
8. Control de la contaminación del aire	10	1,079	79	—	79
Total	—	29,072	1,945	7,351	9,296

* Tasa Promedio de Crecimiento Anual; ND: No Disponible.

** Millones de dólares.

1. No incluye confinamientos para Residuos Industriales Peligrosos.

2. Aquí el periodo es 1995-1996.

Fuente: INE (1997).

Con relación a la dinámica del MA, el cuadro anterior nos muestra las tasas promedio de crecimiento anual (TPCA) para cada rama, en el periodo 1993-1996. De aquí se observa bastante variación en el crecimiento de las diversas ramas, y que las más dinámicas en ese periodo también fueron las de manejo de residuos, con una TPCA de 29% y la de tratamiento de aguas residuales con 20%. Al mismo tiempo, la de consultoría ambiental sólo creció un 2%. Para una valoración de la dinámica de conjunto del MA y considerando que en 1994 su valor estimado total fue de \$ 1998 m.d.d. ²⁷, en el periodo 1995-2010 su TPCA sería del 4.9%. Esta cifra es mucho más baja que la correspondiente a la primera mitad de la década de los 1990s, que fue de 20% a 25%. Además, como proporción del PIB el MA pasaría de 0.6% en 1994 a 1.8% en el 2010.

Otro dato adicional a los del cuadro 4.15 y que resulta interesante, es que según el INE (1997), en 1994 las erogaciones en el rubro de aguas residuales (\$1,193 m.d.d.), representaron la mayor proporción del MA con un 59.7% del total.

Con base en lo expuesto en párrafos anteriores, la rama de tratamiento de aguas residuales destaca como una de las más relevantes del MA mexicano. Esta relevancia económica del rubro del agua dentro del MA, así como su importante papel ecológico para el adecuado desarrollo de las sociedades humanas y de los demás seres vivos, justifica plenamente su elección como objeto de estudio, a fin

²⁷ INE (1997).

de profundizar el análisis de las relaciones de la tecnología con el MA, pero ahora por el lado de la oferta. Es decir, hasta este punto en los últimos párrafos hemos sintetizado y analizado los determinantes, la estructura por ramas y la dinámica y perspectivas de la demanda del MA en México. No obstante, muchas preguntas importantes sobre el desempeño económico, ecológico y social de este mercado, cuyas respuestas podrían orientar a las políticas públicas de fomento industrial adecuadas, no pueden ser contestadas sobre la base única de la información disponible del lado de la demanda.

Sin embargo, antes de realizar algún análisis sobre el lado de la oferta, y como complemento a lo antes expuesto sobre los datos de demanda en la rama del agua del MA en México, y además, considerando la importancia del aspecto institucional en la perspectiva teórica escogida en el presente trabajo, conviene revisar la forma institucional en que se ha dado en los últimos años, la conformación de este mercado y los problemas relacionados.

Como una de las reacciones a la crisis económica vivida en la década de los 1980s, y de acuerdo a las políticas neoliberales impuestas en el país, el gobierno mexicano emprendió a principios de los 1990s una serie de acciones encaminadas a promover la participación del sector privado en obras de infraestructura del agua. Son varios los factores que motivaron dichas acciones, y, según Caso (1999), algunos de los más importantes son:

- Insuficiencia de fondos de los organismos operadores del agua²⁸.
- La reducción del costo de los servicios públicos al obtenerse una mayor eficiencia.
- Una mayor competencia y especialización de los proveedores de servicios públicos.
- El desarrollo de los mercados de capitales locales.

Sobre esto, es notoria la ausencia de una motivación vinculada directamente con el interés en el desarrollo tecnológico en congruencia con planteamientos generales del gobierno respecto al mercado ambiental²⁹. Cabe agregar que durante los últimos diez años, la participación privada en el sector del agua se ha incrementado notablemente y para el año 2000, considerando los proyectos del D.F. y Guadalajara, dicha participación representará el 76% del manejo del agua residual doméstica urbana (Morales, 1999).

Existen diversas modalidades en las que la participación privada puede darse. Según Caso (1999), éstas son:

- ✓ Contrato de servicios.

²⁸ Según Campos (1999), en 1997 la recaudación nacional de los organismos operadores fue de 6000 m.d.p., mientras que el tratamiento de 141 m³ /s (que es la meta propuesta por el Gobierno Federal) requeriría un costo de 9000 m.d.p. anuales.

²⁹ Infra, sección 4.6

- ✓ Contrato administrativo.
- ✓ Arrendamiento.
- ✓ Concesión.
- ✓ BOT³⁰
- ✓ Privatización.

De estas formas de participación privada, la que ha predominado en México en los proyectos de infraestructura del agua, ha sido la de tipo BOT, en la cual el sector privado participa en la construcción y operación de la obra. Para fines de 1998 este esquema representaba el 61% de los proyectos de plantas de tratamiento de aguas residuales. Esta situación, sin embargo, se presenta a contracorriente de las tendencias observadas en el ámbito internacional en países similares al nuestro, en los cuales los esquemas BOT son minoritarios (Morales, 1999).

A partir del crecimiento observado de la participación privada en el sector del agua, cabe preguntarse ¿Cuál ha sido la eficiencia obtenida en las obras realizadas con dicha participación? Según el último autor citado, la eficiencia ha sido baja, ya que del total de contratos iniciados desde 1991, sólo se encuentra operando el 39%. Es conveniente agregar que las mayores ineficiencias se encuentran en los proyectos BOT, lo cual se debe a múltiples causas, dentro de las cuales destacan los problemas financieros, tarifarios y técnicos.

En el fondo se encuentra un apresuramiento en los procesos de incorporación del sector privado en los proyectos de infraestructura del agua, que buscaba la mayor inversión privada en el más corto plazo. Ello impidió valorar adecuadamente la complejidad de tales procesos (particularmente los BOT) y subutilizó los esquemas más sencillos de servicios y administración, que han mostrado mayor eficiencia en la práctica. Esto implica que habría que dar más tiempo y acciones de apoyo, al proceso de aprendizaje institucional requerido para que las empresas y los organismos operadores pudieran realizar con mayor éxito los proyectos de infraestructura en el sector agua. De hecho, en la segunda mitad de la década de los 1990s ya se han emprendido algunas de estas acciones como son los cambios en la normatividad del agua, adaptando los requerimientos de calidad de las aguas residuales³¹ al tipo de cuerpo receptor, así como la creación del Fondo de Inversión en Infraestructura (FINFRA), con la finalidad de propiciar la

³⁰ Por sus siglas en inglés que significan, construir, operar y transferir.

³¹ Aunque este cambio en la normatividad que ha significado una menor calidad en las aguas tratadas, ha repercutido positivamente en el aspecto financiero al requerir, en general, menores inversiones, difícilmente contribuirá al saneamiento de las cuencas más contaminadas del país (Chozas, 1999).

participación privada en obras de infraestructura básica, con alta rentabilidad social.

Sin embargo, cabe señalar que dentro de un enfoque de sustentabilidad no son única, ni principalmente los aspectos financieros los que habría que considerar. Igualmente importantes son los factores sociales que garanticen el acceso de toda la población a los servicios de agua y saneamiento, y los ecológicos que contemplen el imperativo de revertir el gran deterioro de las cuencas hidrológicas del país.

En este sentido, los problemas de la participación privada en el sector agua se vuelven más complejos, ya que la eficiencia económica debe compatibilizarse con la equidad social y con la eficacia en los objetivos ecológicos. Así, un elemento central de la discusión lo constituyen las tarifas de cobro a los usuarios, en cuya fijación deben considerarse todos estos conceptos.

Existen varios problemas respecto a la determinación de las tarifas, que deben ser analizados. Primeramente está el problema de que existe la creencia de que la inversión privada está necesariamente asociada con un incremento significativo de las tarifas como forma de garantizar la recuperación del capital invertido. Además, la consideración de los costos del tratamiento del agua – sólo operación y mantenimiento -, representa un incremento entre un 25% y un 100%, respecto a la tarifa de agua potable (Chozas, 1999). Adicionalmente, habría que considerar que tradicionalmente existen deficiencias en los procesos de empadronamiento, facturación y cobranza. Por otro lado, está el hecho de que en este país aproximadamente la mitad de la población vive en condiciones de marginación tales que dificultan el cobro de una tarifa que refleje los costos reales del agua y del saneamiento. Pero también hay que tomar en cuenta que en México paradójicamente, el consumo del agua embotellada y purificada representa un valor anual de 11700 m.d.p., cantidad que casi duplica la recaudación de los organismos operadores en 1997 (Campos, 1999). Esto refleja la existencia de capacidad de pago en ciertos sectores de la población.

Una forma de intentar la compatibilidad de estos diversos aspectos sería mejorando la eficiencia en los procesos de empadronamiento, facturación y cobro por los servicios de agua y saneamiento, lo que permitiría una mayor captación de ingresos sin considerar un aumento de tarifas. Esto podría lograrse a través de contratos de servicios y/o de administración, con el sector privado. Asimismo, habría que establecer y/o perfeccionar el mecanismo de fijación de tarifas de acuerdo a la cantidad consumida y desechada de agua, lo cual redundaría en una fijación más justa de tarifas, ya que pagaría mayores tarifas quien más agua consume y desecha. Finalmente, cabría agregar como lo sugiere Morales (1999), que se debe buscar prioritariamente el reuso industrial de las aguas residuales tratadas como forma alternativa de pago de los proyectos de manera complementaria a la tarifa de saneamiento.

Otro problema no menor, es el bajo nivel de eficiencia operativa de las PTAR ya construidas, debido a factores técnicos, de mantenimiento y de capacitación. Aquí, la cuestión tarifaria tendrá que considerar también estos aspectos.

Además de lo anterior, es necesario que cualquier incremento tarifario se base en un estudio de impacto social que evalúe la forma en que las opciones planteadas afecten a los diversos sectores sociales y permitan que las decisiones a tomar se basen en criterios distributivos y de equidad social. De hecho, el FINFRA ha desarrollado metodologías de impacto tarifario que pretenden evaluar económicamente en los usuarios, los efectos de la introducción o incremento de la tarifa de saneamiento, y la forma en la que ésta puede disminuirse al incorporar los recursos del fondo y de otras fuentes, a fondo perdido, en el financiamiento de los proyectos sobre el agua (Caso, 1999). De este modo, se muestra la necesaria función social del sector público al subsidiar a las tarifas correspondientes a los sectores de la población más desfavorecidos. Se trata entonces de ubicar el problema de la fijación de tarifas de agua y saneamiento en una perspectiva más amplia, en la que se busque no solamente la recuperación de las inversiones del sector privado, sino también que las obras de infraestructura del agua beneficien a los estratos marginados de la población y, en este sentido, contribuyan realmente a un desarrollo nacional con sustentabilidad.

En este orden de ideas, la participación del sector privado en las obras de infraestructura del agua, debe ser desmitificada y de acuerdo a la experiencia obtenida en nuestro país, ubicada en un contexto en el que ha habido errores y aciertos, éxitos y fracasos, y no plantearla como la solución para lograr mayor eficiencia y eficacia en la implementación de los proyectos del agua. Como lo señala Morales (1999):

"Si la inversión y operación pública incentiva prioridades políticas y de empleo, y no administraciones eficientes y autónomas, el capital privado incentiva, a su vez, la maximización de utilidades y no la provisión de un servicio sustentable y distributivo".

Para lograr resultados más satisfactorios en las obras del agua de nuestro país, no basta con propiciar la inversión privada en ellas bajo el supuesto de que las fuerzas del mercado provocan por sí mismas una mayor eficiencia, sino que habría que establecer una complementariedad entre los capitales privados y públicos, así como apoyar una mayor eficiencia de los organismos operadores y diseñar mecanismos de participación ciudadana que supervisen la actuación tanto pública como privada.

4.6 LA INTERACCIÓN TECNOLOGÍA-MERCADO AMBIENTAL EN MÉXICO.

Un planteamiento importante de la política ambiental del gobierno mexicano en los 1990s es la idea de que el surgimiento y desarrollo de un mercado ambiental no sólo puede ayudar a la protección ambiental, sino también a lograr metas económicas sustanciales, como se infiere del planteamiento siguiente:

"... el surgimiento de un mercado ambiental que genere la infraestructura requerida por el desarrollo sustentable, se plantea como medio y fin por sí mismo. Medio, ya que permite generar y articular los implementos físicos para responder a las necesidades de protección ambiental, y fin, pues detona un nuevo y creciente sector ambiental en la economía, reforzando positivamente la interrelación de la política ambiental con respecto al desempeño económico del país".³²

Difícilmente existan estudios que analicen en qué medida la política ambiental ha contribuido al surgimiento y fortalecimiento del mercado ambiental en México. No está clara la influencia, por ejemplo, del mejoramiento del marco ambiental regulatorio, ya que no basta con la existencia de leyes y reglamentos, sobre todo porque en México existen tradicionalmente fuertes mecanismos de desprecio a la ley y de corrupción, que inhiben su cumplimiento. Tampoco está clara la eficacia de los instrumentos crediticios, particularmente de NAFIN, para promover inversiones ambientales en las empresas. Por ello, cabe preguntarse hasta qué punto los instrumentos de la política ambiental mexicana han contribuido al crecimiento de la demanda de los bienes y servicios ambientales en los últimos años, y a la consolidación de una fuerte y dinámica industria ambiental.

Pero lo que también llama la atención del planteamiento citado es que se espera además que a través del mercado se generen "los implementos físicos", esto es: instalaciones, equipo y maquinaria, para la protección ambiental. Es decir, se busca, aparentemente, la creación de la tecnología ambiental necesaria para afrontar los retos ecológicos. Aquí cabe preguntarse: ¿es el mercado por sí mismo un mecanismo suficiente para ello? ¿Así se ha hecho en los países tecnológicamente avanzados? ¿Qué está pasando en México al respecto? Trataremos de plantear algunas reflexiones al respecto en lo que sigue.

Con profundas raíces en las crisis económica y ambiental que padecemos, así como también en la presente revolución tecnológica, hay signos en los tiempos actuales que parecen mostrar el inicio de un proceso de recambio tecnológico en la industria, tal como lo expusimos en la sección 4.2.1 de este capítulo. Empieza a introducirse en el mundo la perspectiva de la necesaria incorporación de criterios ecológicos en las concepciones tecnológicas de los procesos productivos. Es en los países altamente industrializados donde surge este movimiento, primeramente,

³² INE (1997), p. 10.

con la generación de tecnología correctiva dirigida a atender y disminuir los efectos contaminantes más nocivos. En un segundo momento, implementando procesos y productos más limpios y eficientes ecológicamente. Una tercera y apenas vislumbrante etapa estaría orientada a sustituciones tecnológicas más radicales, vinculadas quizás a un nuevo paradigma tecnoeconómico con nuevas bases energéticas.

En esta corriente de cambios tecnológicos se inserta la aparición de este nuevo sector de la actividad económica denominado la industria ambiental (IA), con el fin de satisfacer la demanda creciente, a la par que el deterioro ecológico, del mercado ambiental en el mundo. Cabe aclarar que la IA surge como una respuesta tecnológica y económica del capitalismo al deterioro ambiental. Tecnológica, en tanto la IA se refiere a equipos, procesos productivos y servicios para lograr cambios ecológicos positivos en los procesos productivos, en sus bases energéticas y/o en sus desechos. En la actualidad, la IA parece aún estar conformada predominantemente por tecnologías más bien correctivas que preventivas. Económica, en la medida que la IA se constituye en parte de un mercado, del mercado ambiental.

Es necesario agregar que el desarrollo tecnológico que constituye una característica central de la IA, se ha dado bajo las mismas circunstancias que para el resto del sector industrial en los países industrializados³³, las cuales fueron analizadas en el capítulo dos, Es decir, la dinámica tecnológica en la IA no ha sido el producto de la sola acción del mercado, sino el resultado de la interacción de políticas económicas estimulantes, un marco regulatorio que norma la conducta ambiental de las firmas y un contexto institucional conformado por redes de empresas, centros de investigación, universidades, oficinas de gobierno y otras instituciones.³⁴

En este punto es pertinente la cuestión: ¿constituye el desarrollo de la IA una esperanza con bases realistas, para resolver la problemática ambiental del mundo? Nos parece que no, la IA es insuficiente por las razones siguientes:

En primer término, porque el fundamento teórico de las políticas que alentaron en los países industrializados el surgimiento de una solución tecnológica implementada a través del mercado para los problemas ambientales, es la teoría económica dominante que, no sólo ignora los aspectos sociales y políticos vinculados al deterioro ambiental y a la tecnología, sino que tampoco toma en cuenta los límites biofísicos existentes al proceso económico. En este sentido, el carácter complejo de la problemática ambiental implica que el mercado y la tecnología siendo necesarios, son insuficientes.

En segundo lugar, reiteramos que la problemática ambiental, aunque determinada multilateralmente, tiene fuertes vínculos con las características

³³ Supra, sección 2.3.3

³⁴ Cfr. OECD (1999).

estructurales del proceso económico de la civilización dominante, y por tanto, mientras aquéllas no se modifiquen, el deterioro ambiental no se revertirá. Es decir, parece inviable una solución radical de los problemas ambientales del mundo en tanto no se cambie la lógica actual de producción basada principalmente en el proceso global de acumulación ampliada.

En este contexto de ideas surge entonces la cuestión: ¿cuál es el papel de la IA en el actual proceso de deterioro del ambiente? Creemos que su papel, siendo importante y necesario, es meramente remedial. Además, es probable que tenga otros efectos diferenciales en los distintos tipos de países. En los países industrializados, la IA, además de contribuir a mitigar los peores efectos ecológicos del proceso económico, como sector de actividad económica tiende a crear valor agregado, a generar empleo y divisas, y a estimular el desarrollo tecnológico. En la situación de México, si la demanda se mantiene, lo cual es función también de la capacidad financiera, es posible que la IA mitigue los efectos extremos del deterioro ambiental, pero su éxito como sector económico es menos claro. Es posible generar empleo, pero si los argumentos de la Teoría Neoestructuralista son válidos, como se mostró en el capítulo 3 para el caso de México, la carencia de una sólida infraestructura tecnológica propicia la importación de la tecnología de los países industrializados, y con ello la salida de divisas y el aumento de la dependencia tecnológica. Esta situación, aunada al hecho de que gran parte del financiamiento para los proyectos ambientales es de origen externo, puede incidir negativamente en el equilibrio financiero del país. Por ello, es posible que la IA en este caso tienda a configurarse más como productora de servicios que como productora de bienes. Así, también es posible que los niveles de empleo generados aquí sean en menor proporción que en el caso de los países industriales. Es pertinente agregar que la demostración de la validez de los razonamientos planteados, nos proponemos realizarla en el estudio de caso que abordaremos en el siguiente capítulo.

Del análisis anterior no deberá concluirse la subestimación o el menosprecio hacia la IA, sino más bien la necesidad de que, para nuestro país, como lo plantea el Neoestructuralismo, las políticas públicas alienten la creación endógena, la adaptación y la importación selectiva de tecnología, lo cual contribuiría a un sólido y más integral desarrollo de la IA, que contribuya al logro de la sustentabilidad, no sólo al ayudar a frenar el deterioro ambiental, sino al fortalecer una actividad económica generadora de empleo e ingreso³⁵, superando así las limitaciones expuestas antes. En este caso, acciones específicas de política económica en el subsector ambiental tales como consideraciones impositivas especiales como depreciación acelerada y crédito de impuestos por recambio tecnológico para reducir la contaminación de las empresas, financiamiento del tipo de riesgo compartido para desarrollo de proyectos de innovación tecnológica dirigido a firmas del subsector, y aumento del gasto público en centros de I&D relacionados con los problemas ambientales, ayudaría a desarrollar una IA con mayores posibilidades de incidencia favorable en un

³⁵ Supra, sección 2.4.1

desarrollo con sustentabilidad. Adicionalmente habría que considerar dos acciones complementarias a las económicas. La primera se refiere a la necesidad de reforzar la eficacia del marco de las normas ambientales que deben cumplir las empresas y demás instituciones que hacen uso de los recursos naturales, especialmente lo relativo a la vigilancia sobre el cumplimiento de dichas normas. Esto tendría un efecto favorable sobre la IA, al contribuir al incremento de la demanda de bienes ambientales. En segundo lugar, para que la IA se constituya como parte del "núcleo tecnológico endógeno" requerido por una estrategia basada en la teoría evolucionista³⁶, sería necesario crear las condiciones para la conformación de un sistema nacional de innovación en el campo de los problemas ambientales, con una orientación hacia la sustentabilidad, para lo cual se vuelve imperativo estimular la creación de redes organizacionales y apoyar a todos los aspectos institucionales vinculados al desarrollo tecnológico, dentro de los cuales destacan de manera principal los centros de investigación en ciencia y tecnología ambiental

Con base en estas consideraciones, la cuestión tecnológica se convierte en uno de los elementos fundamentales de una investigación sobre las características de la IA en México. Por ello, en la realización del presente estudio sobre la rama del agua seleccionada en la sección anterior, se consideró, además de la situación de las empresas, el desempeño y problemática de los centros de investigación como instituciones centrales en la generación de los conocimientos científicos y tecnológicos en el rubro del agua. En este sentido, consideramos que cuestiones relevantes como las siguientes merecen ser abordadas.

- a) ¿Cuáles son los principales determinantes de la oferta en el MA?
- b) ¿Cuál es la estructura del mercado en la IA?
- c) ¿Cuál es el grado de concentración en la IA?
- d) ¿Cuáles son los niveles de inversión en la IA respecto a I&D?
- e) ¿Qué proporción de la tecnología ambiental que se consume en el MA es producida en el país?
- f) De las empresas que producen tecnología ambiental en México, ¿qué proporción son nacionales y qué porcentaje son transnacionales?
- g) ¿Qué relación tienen las empresas de la IA con los centros de I&D del país?
- h) ¿Cuáles son los niveles de exportaciones e importaciones que prevalecen en la IA?
- i) ¿Cómo es el comportamiento del empleo en la IA?
- j) ¿Cuál ha sido la dinámica salarial en la IA?
- k) ¿Cuáles son los principales problemas que enfrentan los centros de I&D en cuestiones ambientales?
- l) ¿Hacia qué sectores se orientan los proyectos de investigación en estos centros?
- m) ¿Qué proporción del financiamiento de los centros proviene del sector privado y cuál es la tendencia?

³⁶ Cfr. Sección 2.3.3

n) ¿Cuáles son los principales obstáculos para mejorar la vinculación entre empresas y centros de investigación?

Para intentar contestar estas preguntas reiteramos que es necesario estudiar el lado de la oferta del MA. Sin embargo, ante la inexistencia de datos estadísticos agregados de esta industria y la imposibilidad práctica de abordar todo el universo de las empresas que conforman la rama del agua dentro de la IA en México, nos parece razonable contribuir a la tarea de una manera más modesta, pero cuyos resultados pueden ser ilustrativos y valiosos para entender el desempeño de la IA. Tomando en cuenta la relevancia económica y ecológica de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México³⁷ (ZMCM) en el contexto nacional, se ha escogido una parte de la rama del agua de la IA para tomar una muestra y hacer el estudio. La parte escogida fue la de aquellas empresas que fabrican equipos y maquinaria para el suministro y/o tratamiento de aguas y que están localizadas en la ZMCM. La razón de elegir a este tipo de empresas consiste en el interés básico de esta investigación por estudiar al sector de la industria manufacturera en su relación con el medio ambiente y también en considerar a la tecnología como factor de gran relevancia para analizar tal relación. Asimismo, y con el fin de analizar a las otras instituciones vinculadas directamente con la generación de tecnología, se escogió a los principales centros de investigación tecnológica en cuestiones del agua, ubicados en la zona de referencia.

Cabe señalar que el desempeño de la IA es medido, por un lado, en términos del papel que la tecnología juega en el desarrollo de tal industria y en la solución de los problemas ambientales, y por el otro, en los resultados económicos y sociales de la IA como sector económico. La evaluación del aspecto social se lleva a cabo a través del análisis de los indicadores de empleo y salario, fundamentalmente. Con relación al aspecto metodológico-operativo, se diseñó y aplicó una encuesta a las empresas y otra a los centros de investigación que constituyeron la muestra, y después se analizó la información recabada y se obtuvieron los resultados que permitieron contrastar empíricamente los principales argumentos expuestos ya en este trabajo, particularmente los referidos a la tecnología y la cuestión ambiental. Este análisis se presenta en el siguiente capítulo.

³⁷ *Supra*, sección 4.4.1

CAPÍTULO 5

GENERACIÓN DE TECNOLOGÍA EN LA INDUSTRIA PRODUCTORA DE EQUIPO PARA EL MANEJO DEL AGUA EN LA ZMCM

5.1 INTRODUCCIÓN

De acuerdo con el planteamiento metodológico general de esta investigación, la siguiente etapa corresponde al análisis del nivel microeconómico dentro del cual se ubicó el estudio de las condiciones y resultados en la generación de tecnología en la industria productora de equipos para el agua en la ZMCM, ya mencionado anteriormente.

Empezaremos por señalar que dentro de la grave problemática ambiental que aqueja a la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM), se encuentran los severos problemas de escasez y contaminación del agua. Siendo ésta vital para el adecuado desarrollo de las actividades fundamentales de la sociedad, la solución de estos conflictos se vuelve una urgente prioridad. Para atender tal situación se requiere contar con los elementos tecnológicos necesarios, los cuales se materializan principalmente, por un lado, en el equipamiento tan variado que se utiliza en la extracción, transporte, distribución, potabilización, uso, drenaje y tratamiento del agua, y por el otro, en los procesos y formas de utilización y de innovación de tales equipos. Es decir, se trata aquí de plantear la importancia del desarrollo tecnológico para enfrentar los agudos problemas ambientales, en este caso, los del agua. Este factor tecnológico surge y se concreta fundamentalmente a través de dos tipos de instituciones: las empresas industriales manufactureras que producen los equipos mencionados y las instituciones de investigación que generan los conocimientos y diseñan los equipos y procesos que después se emplean en los sistemas de producción y consumo vinculados con el agua. En tal sentido, el adecuado desarrollo tanto del sector industrial que produce los bienes de equipo que se utilizan en las soluciones tecnológicas existentes para enfrentar la problemática del agua, como de los centros de investigación en tecnología del agua, adquiere especial significación.

Por otro lado, en la actualidad la mayor parte de la respuesta tecnológica traducida en procesos y equipos para el abastecimiento, drenaje y tratamiento del agua en México, es de origen importado. Por ejemplo, el 85% del equipo utilizado en el tratamiento y reciclaje de las aguas residuales de origen industrial es de importación. Esta situación no sólo contribuye a profundizar la crónica dependencia tecnológica del país, con todos los negativos efectos en la balanza comercial y en la falta de generación de empleos, sino que las soluciones tecnológicas externas no siempre responden adecuadamente a las especificidades ecosistémicas de los recursos naturales de nuestro país.

Por todo lo anterior, se hace evidente la importancia de promover la generación de tecnología en cuestiones hídricas y para ello, el sano desarrollo tanto del subsector de la industria manufacturera que produce los bienes de equipo, como de las instituciones de investigación tecnológica, necesarios para abordar los ingentes problemas del agua en la ZMCM. Para lograr esto, se requiere partir de un conocimiento objetivo y sistemático de la realidad institucional, tecnológica y económica en la que se desempeñan las empresas que conforman tal subsector y, complementariamente, conocer la situación que prevalece en los centros de investigación en tecnología del agua, en cuanto a los resultados en la generación de tecnología, la cuestión del financiamiento de los proyectos y el grado de vinculación de dichos centros con el sector industrial. Esta parte de la investigación pretende contribuir al conocimiento y análisis de dicha realidad y a plantear propuestas generales de política pública que favorezcan las posibilidades de generación de tecnología endógena y adecuada a nuestras necesidades.

El objetivo de esta fase del estudio se refiere entonces, al análisis de la generación de tecnología para la problemática del agua en la ZMCM y a la forma como las empresas nacionales productoras de los equipos requeridos, están contribuyendo al necesario cambio tecnológico. Para ello se realizó, por un lado, la caracterización y análisis de la situación económica del subsector manufacturero que produce los implementos tecnológicos (los equipos) que se emplean para atender la conflictiva situación de los recursos hídricos en la ZMCM, y por el otro, el análisis de la situación económica de los centros nacionales de investigación en tecnología del agua y de su capacidad de generar tecnología endógena. Previamente, y a fin de contextualizar el estudio de la generación de tecnología, se analizó y contrastó la problemática del agua en la ZMCM con las políticas públicas que se han implantado para enfrentarla. De manera más particular, esta etapa de la investigación se propuso alcanzar los objetivos siguientes:

1. Revisar la efectividad de las políticas públicas dirigidas a frenar el deterioro de los recursos hídricos en la ZMCM, durante la década de los 1990s.
2. Analizar la situación de la demanda de maquinaria y equipo para el suministro y tratamiento del agua en la ZMCM, tanto en el sector público como en el privado.
3. Analizar las características tecnológicas, económicas e institucionales del subsector productivo oferente de equipo para el suministro de agua potable, drenaje y tratamiento de aguas residuales, en la ZMCM, y evaluar su desempeño a la luz de las teorías evolucionista y neoestructuralista.
4. Evaluar la situación prevaleciente en los centros de investigación en tecnología del agua, en cuanto al desarrollo y resultados de los proyectos de investigación, su vinculación con el sector de la industria manufacturera y el financiamiento de los proyectos.

5. Explorar, en un análisis prospectivo, las acciones y políticas alternativas que podrían contribuir a mejorar la generación de tecnología y la situación del subsector estudiado.

En correspondencia con los objetivos señalados, las principales hipótesis que se plantearon fueron las siguientes:

1. Durante la década de los 1990s las políticas públicas que se han orientado a frenar el deterioro de los recursos hídricos en la ZMCM, han resultado poco efectivas.
2. La demanda de maquinaria y equipo para el suministro y tratamiento de agua en la ZMCM, ha tendido a crecer de manera importante en términos reales, si bien a partir de la crisis de 1995 se ha contraído.
3. El subsector que produce equipo para el suministro y tratamiento del agua en la ZMCM, ha mostrado una gran incorporación de tecnología extranjera, bajos niveles de inversión en I&D, poca vinculación con los centros nacionales de investigación tecnológica, además de poca generación de tecnología endógena. Asimismo este subsector ha tenido un crecimiento bastante mayor al promedio manufacturero, está conformado de manera oligopólica con gran participación de capital extranjero y sus niveles de empleo y salarios son muy superiores al promedio manufacturero. En general, el desempeño del subsector se aproxima al paradigma de la teoría neoestructuralista.
4. Los centros de investigación en tecnología del agua ubicados en la ZMCM han tenido, en el periodo de estudio, un bajo nivel de desarrollo en sus proyectos de investigación, poca relación con el sector de la industria manufacturera y una disminución de sus ingresos reales.
5. El desempeño de la industria de referencia puede mejorar a través de acciones y políticas públicas sugeridas por los paradigmas de la sustentabilidad, la teoría evolucionista (TE) y la teoría neoestructuralista.

Para presentar los resultados de esta parte de la investigación el presente capítulo se divide en seis partes o secciones principales, además de esta introducción. La segunda sección revisa los problemas ambientales existentes en la ZMCM con relación al agua, y las políticas públicas planteadas al respecto. En la tercera sección se realiza una estimación general de la demanda de bienes de equipo para los problemas del agua en la zona, incluyendo los sectores público y privado. La situación económica y tecnológica del subsector productor de dichos bienes se analiza en la cuarta sección. El quinto apartado del capítulo está dedicado a la revisión de lo que ha sucedido en los últimos años, en los centros de investigación en tecnología del agua, respecto al desarrollo tecnológico y su financiamiento, principalmente. La discusión de los principales resultados a la luz del enfoque teórico elegido, se realiza en la sección sexta. En la séptima y última sec-

ción se realiza un análisis prospectivo de lo que podría ser el desarrollo de las tecnologías para el manejo sustentable del agua con base en algunos planteamientos de políticas públicas alternativas.

5.2 PROBLEMÁTICA Y POLÍTICA DEL AGUA EN LA ZMCM

Como ya se mencionó en la sección anterior, el objetivo principal de esta parte de la investigación es analizar el estado actual y las posibilidades de la I&D en el rubro de equipamiento para el manejo del agua en la ZMCM. Sin embargo, antes de entrar a este asunto es importante intentar dar respuesta a algunas interrogantes sobre la situación del contexto, social y ecológico, tales como:

-¿Con qué finalidad debe buscarse el desarrollo tecnológico en el tema mencionado?

-¿Cuál es el estado actual y la magnitud de los problemas de suministro, desalojo tratamiento del agua en la ZMCM, que están detrás de la demanda de equipo para el manejo del agua?

-¿Cuáles son los factores causales más relevantes en la problemática del agua en la ZMCM, y de qué manera afectan al factor tecnológico?

-¿Cuáles han sido las políticas públicas que se han implementado para dar respuesta a tal problemática y cuál ha sido su eficacia?

-¿De qué manera tales políticas han contemplado al desarrollo tecnológico como un elemento importante para enfrentar los problemas del agua?

Pero anterior a estas interrogantes habría que plantearse otra más fundamental, ¿Porqué razón habría que analizar y discutir el contexto social y ecológico en el que se ubica el desarrollo tecnológico sobre el equipamiento para el manejo del agua? La respuesta a esta pregunta tiene que ver con el concepto de tecnología que se utilice. Si nos basáramos en la perspectiva de la teoría neoclásica, en la que el desarrollo tecnológico es un elemento exógeno, poco aportaría el análisis del contexto. Pero desde el enfoque del desarrollo sustentable, de la economía ecológica y del pensamiento neoestructuralista que fundamentan a este trabajo, la discusión del contexto ambiental se vuelve fundamental en la medida en que contribuye a clarificar de qué manera interactúan ambos aspectos: el proceso tecnológico y su contexto social y ecológico. Además, en el caso de la problemática del agua en la ZMCM que nos ocupa, el análisis de la situación ambiental que prevalece, permitiría dilucidar los alcances y limitaciones del desarrollo tecnológico al enfrentar el deterioro de los recursos hídricos implicados.

5.2.1 La concentración económica y poblacional.

Antes de abordar la situación específica de la problemática del agua en la ZMCM, conviene revisar y discutir lo referente a las dinámicas económica y poblacional, por estar éstas en la base de los factores causales del deterioro ambiental de la zona, y particularmente de los recursos hídricos.

Dada la dificultad para conseguir datos del PIB en el nivel municipal referidos a la ZMCM, como una aproximación se construyó el Cuadro 5.1 con información correspondiente al Distrito Federal (DF) y a todo el Estado de México (EM). Esta decisión se basó en el hecho de que los municipios del EM conurbados con el DF representan la mayor parte de la población y de la actividad económica del EM.

En este cuadro se aprecia que la participación nacional del PIB conjunto del DF y el EM disminuyó ligeramente entre 1970 y 1996, al representar el 36.2% del PIB nacional en el primer año y el 33.4%, en el segundo. Cabe destacar que aunque la participación porcentual del DF disminuyó 16.6% en el período señalado, la del EM aumentó en un 20.3%. Asimismo, se observa que la participación del DF en el PIB nacional es aproximadamente el doble de la del EM, y esta proporción casi no ha variado desde 1985.

Cuadro 5.1
Participación porcentual del PIB del DF y del EM en el total nacional, de 1970 a 1996.
(%)

Entidad	Años							% de Crec. Del período
	1970	1975	1980	1985	1988	1993	1996	
Edo. de México	8.6	10.2	10.9	11.1	11.4	10.5	10.4	20.3
Distrito Federal	27.6	26.1	25.2	21	21.4	24.1	23	-16.6
Total	36.2	36.4	36.1	32.1	32.8	34.6	33.4	-7.8

Fuente:

INEGI (1996), Sistema de Cuentas Nacionales de México. PIB por Entidad Federativa 1993.
____ (1999), Sistema de Cuentas Nacionales de México. PIB por Entidad Federativa 1993 - 1996.

De cualquier manera, la proporción del PIB nacional que representan las entidades de referencia (33.4% en 1996), muestra de modo aproximado la enorme concentración económica que sigue existiendo en la ZMCM y es una prueba de la insuficiencia de las políticas hasta hoy aplicadas para lograr un desarrollo más equilibrado en las distintas regiones del país. Asimismo, aunque la concentración económica total presenta una disminución para el período de 1970 a 1996, su TPCA es cercana a cero (-0.3%). Sin embargo, si consideramos el período de 1985 a 1996, se aprecia una tendencia creciente en la concentración económica

total del orden de 4% para este lapso, la cual está determinada por un crecimiento en la participación del PIB del DF del 9.5% y una disminución en la del EM del - 6.3%.

En el aspecto poblacional se tuvo mayor disponibilidad de información y se pudieron obtener datos a escala municipal, por lo que se obtuvo una mayor aproximación a la situación de la ZMCM que en el rubro económico. Sin embargo, debe señalarse la existencia de diversos criterios para la definición de los municipios conurbados con el DF. Por ejemplo, mientras el Consejo Nacional de Población (CONAPO)¹ menciona que la ZMCM está conformada por el DF, 37 municipios del EM y 1 municipio del Estado de Hidalgo, la Dirección General de Prevención y Control de la Contaminación (DGPC) del Gobierno del Distrito Federal habla de sólo 17 municipios conurbados. Estudios recientes de urbanismo como el de la AIC, ANI y ANM (1995)² consideran también 17 municipios, y la Comisión Estatal de Agua y Saneamiento (CEAS) del Estado de México contempla 18, incluyendo al de Valle de Chalco. En este estudio seguimos este último criterio considerando válida la explicación de la CEAS en el sentido de que los demás municipios que se mencionan en los otros criterios, pertenecen más bien al Valle de México y no a la ZMCM. Entonces, aquí consideramos a la ZMCM conformada por el DF y los municipios del EM siguientes:

- | | | |
|--------------------------|------------------|----------------------|
| 1. Atizapán de Zaragoza. | 7. Chimalhuacán. | 13. Nezahualcóyotl. |
| 2. Coacalco. | 8. Ecatepec. | 14. Nicolás Romero. |
| 3. Cuautitlán | 9. Huixquilucan. | 15. Tecámac. |
| 4. Cuautitlán Izcalli. | 10. Ixtapaluca. | 16. Tlalnepantla. |
| 5. Chalco. | 11. La Paz. | 17. Tultitlán. |
| 6. Chicoloapan. | 12. Naucalpan. | 18. Valle de Chalco. |

Como consecuencia de la importante actividad económica y del proceso de urbanización aparejado, que se dio en la ZMCM a partir de la década de 1950, el crecimiento poblacional correspondiente fue altamente explosivo hasta 1980, año en el que se alcanzó la más alta proporción respecto a la población total del país, siendo del 20.5% contra un 11.5% que se tuvo en 1950 (véase el Cuadro 5.2).

Otro dato interesante es el referido a la TPCA de la ZMCM correspondiente a la primera mitad de la década de los 1990s, prácticamente del 2%, que se contrapone al 0.62% obtenido para la década de los 1980s y a la tendencia decreciente en el ritmo de crecimiento que se había observado en todo el período analizado. Al diferenciar las tendencias de crecimiento del DF y de los municipios conurbados, se observa que desde 1980 el primero prácticamente ha detenido su crecimiento e incluso ha tendido a disminuir un poco, por lo que el crecimiento de la ZMCM está determinado por el crecimiento de los municipios conurbados, los cuales siguen creciendo aunque a una tasa decreciente.

¹ CONAPO (1999), página web.

² AIC: Academia de la Investigación Científica; ANI: Academia Nacional de Ingeniería; y ANM: Academia Nacional de Medicina.

Cuadro 5.2
Dinámica poblacional de la ZMCM de 1950 a 1995*

Año	DF	TPCA (%)	Mun. Con.	TPCA (%)	Total ZMCM	TPCA (%)	Total País	TPCA (%)	Prop. ZMCM
1950	2.927	-	0.029	-	2.956	-	25.791	-	11.5
1960	4.817	6.45	0.309	96.4	5.125	7.34	34.923	3.5	14.5
1970	6.840	4.20	1.783	47.7	8.623	6.82	48.225	3.8	17.9
1980	8.831	2.91	4.904	17.5	13.735	5.93	66.847	3.8	20.5
1990	8.236	-0.67	6.347	2.94	14.583	0.62	81.250	2.1	17.9
1995	8.484	0.60	7.576	1.93	16.060	2.02	91.158	2.4	17.6

* Todos los datos absolutos están en millones de habitantes.

TPCA: Tasa Promedio de Crecimiento Anual; Mun. Con. : Municipios Conurbados.

Prop. ZMCM: Proporción de la ZMCM respecto al total del país en %.

Fuente: Elaboración propia con datos de:

- Dirección General de Prevención y Control de la Contaminación (DGPC) del Gobierno del Distrito Federal (1998).
- INEGI (1999), Estadísticas Históricas de México, Tomo I.
- INEGI, página web.
- CONAPO, página web.

En la última década, el ritmo de crecimiento de la ZMCM fue un poco inferior al promedio nacional. Sin embargo, lo preocupante es, por un lado que el crecimiento poblacional de la zona no está dado únicamente por el correspondiente a las entidades que la conforman ahora, sino que al crecer espacialmente la mancha urbana y juntarse a otros municipios hoy no considerados, entonces éstos se incluirían también, y por el otro, que no sólo es importante analizar el crecimiento en términos de las tasas alcanzadas sino también en términos absolutos, ya que la presión sobre los recursos naturales tiene relación directa con el número de habitantes. En este sentido, cabe mencionar que según un estudio prospectivo de CONAPO en el año 2010 se alcanzarán los 20 millones de personas en la ZMCM, y en el 2015 se tendrán 23.5 millones de habitantes y la demanda estimada de agua será de 98.6 m³/s (Downs, 1998).

De acuerdo con lo expuesto en esta sección, la magnitud de la concentración económica y poblacional de la ZMCM sigue siendo muy grande en la actualidad, con una tendencia creciente en lo económico desde 1985. Respecto al factor poblacional, se tuvo una tendencia creciente pero desacelerada entre 1950 y 1990. En la década de los 1990s la TPCA empezó a aumentar respecto a la de la década anterior, por lo que el crecimiento se volvió acelerado, y más preocupante. Es evidente que toda esta situación ejerce una presión muy grande sobre los recursos hídricos, tanto en la demanda del líquido como en su contaminación, por lo que deberá ser considerada en el diseño e implementación de políticas de largo plazo que afronten seriamente la problemática del agua en la ZMCM. Pero además, el fenómeno de la concentración creciente tiene implicaciones importantes en los aspectos tecnológico y económico, ya que las tecnologías a utilizar con una problemática creciente en el suministro y la contaminación del agua acarrearán costos marginales crecientes, lo cual impone ciertos límites, adicionales al proble-

ma del sobrepasamiento de los umbrales ecológicos,³ que en el caso de la ZMCM, ya se han rebasado como se verá en las secciones siguientes.

En este sentido, y con relación a las políticas públicas para afrontar la problemática del agua, debe señalarse que una solución radical que busque frenar el deterioro existente tendrá que plantear la necesidad de estudiar y establecer medidas en los ámbitos nacional, regional y local, orientadas a detener el crecimiento poblacional y a evitar una mayor concentración de las actividades productivas en la ZMCM (especialmente las más consumidoras y contaminadoras del agua), los cuales son dos factores determinantes de tal deterioro. Esto exigirá el establecimiento de mecanismos de planeación, coordinación y control entre los diferentes niveles y sectores de gobierno involucrados, con el fin que las acciones propuestas puedan ser congruentes entre sí y con la idea de un desarrollo sustentable.

5.2.2 Fisiografía del Valle de México

El Valle de México está ubicado en una cuenca cerrada que pertenece al Eje Neovolcánico Transversal, en el borde meridional de la Mesa Central. En su planicie, las altitudes de la cuenca oscilan entre 2,240 y 2,390 metros sobre el nivel del mar (msnm). Esta altura dificulta el suministro de agua para la gran población asentada en el valle. La cuenca de México tiene una forma aproximada de elipse con un eje mayor de 110 Km, orientado de SO a NE, y uno menor de 80 Km, cubriendo un área de 9,600 Km² (AIC et al, 1995).

El Valle de México es una llanura lacustre plana, en otro momento cubierta por lagos someros y pantanos (entre 0.5 y 2 o 3 m de profundidad), de los cuales quedan en la actualidad algunos vestigios como el Lago de Texcoco, la Laguna de Zumpango y los Canales de Xochimilco. La parte más baja de la cuenca era la correspondiente al Lago de Texcoco, que recibía, en el sur, los excedentes de los lagos de México, Xochimilco y Chalco; y en el norte, de los lagos Xaltocan y Zumpango.

La parte sur de la cuenca, en la que se asienta la ZMCM, está limitada al poniente por la Sierra de las Cruces, al oriente por la Sierra Nevada. En la parte surenoriental de la cuenca se encuentran los volcanes Popocatepetl e Iztaccíhuatl, y al suroeste se ubica el Ajusco.

En la superficie del valle pueden distinguirse: el lecho de los antiguos lagos - formado por estratos arcillosos muy compresibles y poco permeables -, el área cubierta por las montañas y una zona de transición o de piamonte, que se extiende entre el lecho del lago y las montañas.

En cuanto a los ríos de la zona, la mayor parte de ellos eran efímeros al llegar al valle, y en la época de secas su flujo casi desaparecía. Actualmente, los ríos Remedios y Churubusco, que drenan desde la Sierra de las Cruces hacia el inte-

³ Supra, sección 3.3.3

rior de la ZMCM, están confinados en canales artificiales. En conjunto, los cursos de agua del Valle de México producen un gasto medio de 19 m³/s, que equivale a 9% de la precipitación pluvial media anual, de los cuales se aprovechan 1.4 m³/s.

El clima de la zona se puede considerar como subtropical de altura, templado, semiseco, con invierno no bien definido. La temperatura media es de 20° C. El período de lluvias comprende de mayo a octubre, con poca incidencia el resto del año. La precipitación media anual es de 700 mm, distribuida irregularmente en el valle.

Con relación al acuífero, se puede señalar que la parte de éste utilizada actualmente por la ZMCM es la que está localizada en la subcuenca sur, la cual se extiende precisamente al sur de la Sierra de Guadalupe y está conectada con la parte norte a través de la zona oriente del volcán de Chiconautla.

El acuífero principal se encuentra confinado, en la parte superior, por una formación geológica llamada el Acuitardo Superior⁴, y en su porción inferior, por los depósitos lacustres del Plioceno⁵. Está conformado principalmente por elementos granulares: rellenos aluviales y la Formación Tarango⁶; y cuerpos lávicos: basaltos del Pleistoceno reciente, altamente permeables, y cuerpos volcánicos basáltico-andesíticos, medianamente permeables. El área que cubre el acuífero es de 3,448 Km² y su espesor varía entre 100 y 500 m.

La Sierra de Chichinautzin es la zona de recarga más importante del acuífero. Otra zona de recarga, aunque menos importante en términos cuantitativos, se ubica en las otras montañas al oeste de la ZMCM, cuyas rocas no son tan permeables. Por otro lado, en las partes media y baja de la montaña, en las áreas de piedemonte también existen características de buenas zonas de recarga. Aquí cabe señalar que en las zonas de recarga del acuífero, viven cerca de 2 millones de personas sin servicios sanitarios adecuados, lo cual representa un riesgo importante para el suministro de agua subterránea, por las filtraciones de los desechos hacia el acuífero.

5.2.3 Suministro de agua potable.

Uno de los problemas que se enfrenta en la ZMCM para dotar de agua potable a toda la población, es el enorme crecimiento poblacional que se ha experimentado en dicha zona. Según el censo de 1990 la población correspondiente era de aproximadamente 15 millones de habitantes. Aunque no existe un acuerdo entre los diversos autores que analizan la problemática de la ciudad de México, los datos oficiales hablan actualmente de 17 millones de personas. Se ha estimado que

⁴ El Acuitardo Superior está formado por las arcillas lacustres superficiales de baja permeabilidad y alta capacidad de almacenamiento (AIC, et al, 1995, p.125).

⁵ Formación que consiste en arcillas lacustres, generalmente de consolidación avanzada. Son de reducida permeabilidad y escasa capacidad de almacenamiento (AIC, et al, pp. 123 – 124).

⁶ La formación Tarango consiste en tobas, flujos piroclásticos, lahares, depósitos fluviales, capas de piedra pómez y suelos. Posee buenas propiedades hidráulicas (AIC, et al, p. 123).

esta gran concentración humana consume más de 74 m³/s de agua, la cual se obtiene de tres fuentes principales: el 71% se extrae de los mantos acuíferos; el 26.5%, de las cuencas de los ríos Lerma y Cutzamala; y el 2.5% restante, de las pocas fuentes superficiales que aún existen en la cuenca de México, como el río Magdalena (Leal, et al, 1996).

Cabe destacar el grave problema relacionado con la sobreexplotación de los mantos acuíferos en el Valle de México, en el cual se explotaban, hasta hace pocos años, 847 pozos en el D.F. y 242 en el área conurbada del Estado de México, para el abastecimiento de agua potable a la ZMCM. Adicionalmente, para riego agrícola se explotan sin control alrededor de 5,000 pozos. Tal sobreexplotación ha ocasionado el descenso del nivel en los mantos freáticos, lo cual a su vez ha provocado hundimientos de terrenos, de los edificios y en ocasiones fracturas y desnivelamiento en las redes de agua potable y/o drenaje, con la consiguiente infiltración y contaminación. Según Castañeda (1997), el ritmo de hundimiento es de aproximadamente 10 cm/año, aunque existen cifras que alcanzan los 40 cm/año. En el caso del D.F., el hundimiento abarca el 40% del territorio.

La infraestructura de agua potable para el D.F., hasta 1994, involucraba 521 Km de líneas de conducción y acueductos, 279 tanques de almacenamiento y regulación con capacidad de 1.7 millones de m³, 227 plantas de bombeo, 690 Km de red primaria (conductos con diámetros entre 0.5 y 1.83 m), más de 10,500 Km de red secundaria (conductos con diámetros menores a 0.5 m), 16 plantas potabilizadoras y 356 dispositivos de desinfección (DGCOH⁷, 1994).

De la parte conurbada del Estado de México, se tiene poca información, pero se sabe que hasta hace pocos años contaba con 348 Km de red primaria, una red secundaria menos amplia que en el D.F., y se tenían 32 tanques de almacenamiento con capacidad de 440,000 m³ (AIC, et al, 1995).

Respecto al acceso de la población al agua potable, se sabe que al 97.4% de los habitantes del D.F. se les brinda el servicio de la red, mientras al 2.6% restante se le suministra mediante carros-tanque, o la obtienen de distribuidores privados. En el Estado de México, los porcentajes son de 93.2% y 6.8%, respectivamente. Asimismo, los consumos per cápita son de 364 lts./hab./día en el D.F., y de 230 lts./hab./día, en el Estado de México. Estos consumos incluyen todo tipo de usos, pero si sólo se considera el consumo doméstico, la dotación en el D.F. disminuye a 247.9 lts./hab./día. Si además se toma en cuenta el alto porcentaje de fugas de agua en la red, que para el caso del D.F. se estima en cerca del 30%, entonces el consumo per cápita se reduce a sólo 173.5 lts./hab./día (Castañeda, 1997). Cabe aclarar que los datos anteriores son promedios que no muestran las profundas diferencias existentes en la dotación de agua, entre diferentes zonas de la ciudad. Así, mientras en colonias de altos ingresos, el consumo per cápita llega hasta 600 lts./hab./día, en zonas menos favorecidas, el consumo es de tan sólo 20

⁷ DGCOH: Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica, del Gobierno del Distrito Federal.

lts./hab./día, aunque la OMS⁸ recomienda un mínimo de 50 lts./hab./día para evitar problemas de salud. Además, en las colonias en las que no llega el servicio de la red de agua potable, ésta se paga a precios muy elevados, ya que en ocasiones se tiene que comprar en pipas o tanques. Adicionalmente, se debe anotar que estos consumos no incluyen el agua extraída de pozos particulares para uso industrial, los cuales contribuyen al consumo con 2.26 m³/s para el Estado de México, y con 0.9 m³/s para el caso del D.F. En ambos casos el total puede aumentar aún más si se considera que hay cierta cantidad de pozos para uso industrial y comercial que no están registrados (AIC et al, 1995).

Por otro lado, en la ZMCM existen básicamente 3 usos del agua: el 67% se destina al uso doméstico, el 17% lo utilizan las industrias, y el 16% restante, se emplea en los servicios (Leal, et al, 1996). Para la distribución a gran escala del agua que llega a la ZMCM, se cuenta con 2 subsistemas interconectados. Para el D.F. se ha construido una línea de transmisión, llamada el Acueducto Periférico o Acuaférico, que sirve para transportar al sur y al este del área de servicios, el agua proveniente de del Sistema Cutzamala, que llega por el oeste. Por su parte, el Estado de México tiene a su cargo el Macrocircuito, de 49 Km, que se ubica en el norte de la ZMCM y que sirve también para transportar al lado este del área de servicios, el agua importada de dicho sistema (AIC, et al, 1995).

Retomando el tema de la sobreexplotación de los acuíferos, debe anotarse que dos factores causales importantes son los usos ineficientes del agua y los altos porcentajes de fugas en la red. Como una medida importante para atenuar tal sobreexplotación, se ha pensado en continuar trayendo el agua de fuentes cada vez más lejanas. De este modo, la Comisión Nacional del Agua (CNA), organismo federal rector de la política hidráulica en el país, y responsable del suministro del agua proveniente de fuentes externas a la ZMCM, ha elegido las fuentes futuras de Necaxa y Amacuzac, entre otras. En su primera etapa, se plantea el aprovechamiento de 9.8 m³/s de la presa de Necaxa, para lo cual se requiere vencer un desnivel de 1,363 m además de construir 6 plantas de bombeo y 144 Km de líneas de conducción. En la segunda etapa, se propone la explotación del alto Amacuzac para obtener 10 m³/s adicionales. Esta orientación de la política de abastecimiento del agua para la ZMCM, que pone mayor énfasis en traer agua de fuentes externas, más que basarse en la optimización de la disponibilidad actual, se conoce como el modelo de abastecimiento lejano.

Como señala Castañeda (1997), de continuar con esa tendencia no sólo se corre el riesgo de afectar notablemente la cuenca del Cutzamala, cuyo máximo umbral de explotación (19 m³/s) se alcanzó en 1997 con un costo de 250 millones de dólares (mdd), sino que extender el modelo de abastecimiento lejano a las cuencas de Amacuzac, Libres Oriental y Tecolutla, como se ha proyectado en la CNA, tendría elevados costos sociales, ambientales y económicos.

⁸ OMS: Organización Mundial de la Salud.

Para las regiones abastecedoras de agua, destaca el deterioro de las estructuras socioeconómicas de tipo agropecuario por la disminución de la cantidad y calidad del insumo líquido. Esto genera el desarraigo con las actividades del sector primario y obliga a la población a emigrar hacia las ciudades con supuestas mejores posibilidades de sobrevivir.

También son importantes las implicaciones en el medio natural. Es decir, las alteraciones en el suelo, el clima, la flora y la fauna, no sólo afectan la recuperación ecológica del Valle de México, sino que también amenazan el equilibrio de las regiones lejanas proveedoras del vital líquido.

Aunado a lo anterior, están los elevados costos económicos y financieros de la alta complejidad técnica y administrativa de la construcción, operación y mantenimiento de la creciente infraestructura hidráulica. Como ejemplo se puede citar que, según la CNA (1993), el costo global de la electricidad empleada en abastecer de agua potable a la ciudad de México, y desalojar las aguas residuales, es de alrededor de 1 millón de dólares (mdd) diarios, lo cual representa entre el 30 y el 40% de los costos totales de operación del sistema hidráulico⁹.

5.2.4 Drenaje y desalojo de aguas residuales.

Las diversas tuberías que colectan y desalojan, en una primera etapa, las aguas residuales de la ZMCM, constituyen las redes primaria y secundaria del sistema de drenaje. La primera considera diámetros de 0.61 a 2.5 m, y la segunda, de 0.3 a 0.6 m (DGCOH, 1994). Posteriormente los caudales se vierten a sistemas de mayor capacidad que reciben el nombre de emisores, los cuales, junto con otras estructuras llamadas interceptores y colectores, constituyen el Sistema de drenaje profundo. En conjunto, toda la infraestructura de drenaje de la ZMCM, recibe el nombre de Sistema Metropolitano de Drenaje y Control de Avenidas. Es importante agregar que el sistema de drenaje es combinado, por lo que conduce tanto aguas de lluvia como residuales, lo cual constituye uno de los principales problemas, pues impide el almacenamiento de las aguas de lluvia y su aprovechamiento posterior.

La longitud de la red primaria es de 1,260 Km, y la de la secundaria, de más de 9,800 Km. Además, se cuenta con 79 plantas de bombeo con capacidad conjunta de 630 m³/s y 93 plantas en pasos a desnivel con capacidad de 14 m³/s.

El sistema general del desagüe está formado por lagos, lagunas y presas de regulación; canales a cielo abierto con 112 Km de longitud, que incluyen el Gran Canal del Desagüe y el Canal de Chalco; los ríos San Javier, de Los Remedios, Tlalnepantla y Cuauhtepac, así como los ríos entubados de San Buenaventura, Churubusco, La Piedad y Consulado, con una longitud conjunta de 54 Km, y el Canal Nacional, Iztapalapa, Obrero Mundial y el Emisor Central (DGCOH, 1994).

⁹ Citado por Castañeda (1997), p. 71.

Toda el agua recolectada sale del Valle de México por alguna de las cuatro salidas artificiales que se han construido: 1) Tajo de Nochistongo, que recibe las aportaciones del Emisor Poniente; 2) Primer túnel de Tequixquiac, que recibe las aguas del Gran Canal del Desagüe desde 1900; 3) Segundo túnel de Tequixquiac, que también recibe caudales del Gran Canal del Desagüe; y 4) Emisor Central, el cual es parte del Drenaje Profundo y recibe las descargas de los interceptores Centro – Poniente, Central y Oriente, y se encuentra operando desde 1975.

El Drenaje Profundo, cuarta salida artificial y la de mayor capacidad, trabaja por gravedad y surgió debido a la necesidad de incrementar sustancialmente la captación, conducción y desalojo oportuno y eficiente de las aguas pluviales y residuales, mediante un conjunto de grandes conductos con 137.2 Km de túneles a profundidades que varían entre 30 y 220 m (DGCOH, 1994).

En su conjunto, el sistema drena aproximadamente 57 m³/s, de los cuales 42.8 m³/s corresponden a las aguas servidas de origen urbano y 14.2 m³/s, al agua de lluvia. Este dato corrobora que cerca del 80% del total del agua suministrada a la ZMCM, llega al sistema de desagüe. Cabe señalar también que del volumen total, sólo el 8.82% se utiliza en reusos urbanos, el 5.88% se emplea en diversos usos en el Lago de Texcoco, el 70.58% se canaliza al riego (Tula, Chiconautla y Zumpango), y el 14.72% del agua escurre a la presa Endhó, para ser usada posteriormente en el riego. Con las aguas servidas se riegan 90,000 hectáreas (Capella, 1995)¹⁰.

Respecto a la población atendida con este servicio, hay que considerar que según el censo de 1990, el 82.1% de las viviendas en la ZMCM cuenta con servicio de drenaje; el 6.1%, usa fosas sépticas, y el 11.8% restante, carece por completo de este servicio y los habitantes descargan sus desechos directamente en el suelo o en el agua (Leal, et al, 1996). Datos más recientes señalan una cobertura promedio de 97.1% en el D.F. y 83.7% en la zona conurbada del Estado de México¹¹.

5.2.5 Contaminación, tratamiento y reuso de aguas residuales.

La contaminación del agua se ha convertido en un grave problema de salud pública en nuestro país, al estar asociada a enfermedades del aparato digestivo como la diarrea, la tifoidea o el cólera, y también meningitis, hepatitis, síndromes respiratorios y padecimientos congénitos. Es notable que las enfermedades del aparato digestivo, derivadas del consumo de agua contaminada, son la tercera causa más importante de muerte infantil en el país (Leal, et al, 1996). Para el caso de la ZMCM, las enfermedades diarreicas ocupan el tercer lugar como causa de mortalidad infantil en el Estado de México, y el cuarto, en el D.F. (AIC, et al, 1995).

¹⁰ Ibid, pp. 86 y 87.

¹¹ Comisión Nacional del Agua, (1998).

Respecto a la contaminación de los acuíferos en la ZMCM, resulta preocupante que en las zonas del Pedregal y el Ajusco, que son parte de las principales fuentes de recarga natural de los acuíferos, también sean una de las principales fuentes de contaminación, ya que en tales zonas existe carencia de sistemas de drenaje por lo que las aguas residuales se filtran por las grietas del suelo hasta los mantos acuíferos.

Asimismo, es importante considerar que las aguas residuales contaminadas, que salen del Valle de México a través del sistema de drenaje, afectan a otras regiones del país – además de la zona de riego del Valle del Mezquital, en el Estado de Hidalgo -, ya que una parte de ellas se vierte al río Tula, de ahí al río Moctezuma, luego al Pánuco y finalmente desemboca al Golfo de México.

Con relación a las fuentes de la contaminación, hay autores que señalan que la mayor parte de los desperdicios que se envían al drenaje o a los cuerpos de agua, se producen en el consumo doméstico (Leal, et al, 1996). Sin embargo, el sector industrial también participa de manera relevante en la contaminación del agua en la ZMCM. Entre las sustancias más contaminantes que contienen las aguas residuales de las industrias, se encuentran el mercurio, el cromo, los metales pesados y los compuestos orgánicos derivados de los hidrocarburos. Es destacable la gran carencia de estudios cuantitativos y cualitativos sobre la importancia relativa de los diversos factores causales de la contaminación del agua en la ZMCM. A pesar de ello, se sabe que entre las ramas industriales más contaminantes del agua, se encuentran la química, la alimentaria, la galvanoplastia y la textil. De manera general, y para el caso del D.F., también se ha determinado que existen 15,290 establecimientos industriales que presentan problemas de contaminación del agua, de los cuales 5,968, son de contaminación fuerte, dentro de una planta industrial de 29,203 establecimientos (DGPCC, s/f)¹².

Ahora bien, ¿ Qué se puede hacer para abatir el problema de las aguas residuales?

Las aguas residuales que salen de las casas, las industrias y los servicios, tienen el potencial de ser reutilizables, aunque generalmente deban primero removerse al menos algunos de los contaminantes que contienen, dependiendo de los usos previstos de tales aguas residuales. Dichos contaminantes pueden ser: sólidos totales suspendidos, materia orgánica biodegradable (grasas animales, aceites y grasas minerales), materia orgánica no biodegradable (algunos detergentes, plaguicidas y solventes), sustancias tóxicas (como los metales inorgánicos pesados), nutrientes (como el nitrógeno y el fósforo) sustancias químicas disueltas y agentes patógenos (como las bacterias, virus y protozoarios).

Para lograr la remoción requerida de contaminantes, se emplean diferentes técnicas de tratamientos de las aguas residuales. Generalmente se consideran 3

¹² DGPCC: Dirección General de Prevención y Control de la Contaminación, del Gobierno del Distrito Federal.

tipos de tratamiento: primario, secundario y terciario (Ramírez, 1992). El tratamiento primario tiene la finalidad de disminuir el contenido de sólidos y lograr las condiciones adecuadas para el tratamiento secundario. Esto tiene un impacto favorable en los costos de construcción y operación de las plantas de tratamiento. Los procesos que aquí se utilizan son los de homogeneización, neutralización y sedimentación.

El tratamiento secundario es el proceso complementario de depuración, al que son sometidos los efluentes del tratamiento primario, con el fin de eliminar los sólidos que aún contienen. Los procesos utilizados se clasifican en fisicoquímicos y biológicos. Los primeros emplean reactivos para eliminar los contaminantes, aunque dichos reactivos suelen ser generalmente tóxicos. Los segundos utilizan bacterias para acelerar la descomposición de los contaminantes, y son de dos tipos: los aerobios, que requieren oxígeno; y los anaerobios, que no lo requieren. En general los procesos aerobios producen agua de mejor calidad, pero consumen más energía, y producen mayor cantidad de residuos o lodos (Leal, M. et al, 1996).

El tratamiento terciario es aquel que generalmente se aplica a los efluentes de los tratamientos secundarios para lograr una mayor calidad del agua, dependiendo del uso final de ella. Los procesos más comunes en este tipo de tratamiento son: adsorción con carbón activado, intercambio iónico, ósmosis inversa y desinfección. También se pueden incluir electrodiálisis y ultrafiltración. El tratamiento terciario puede ser usado para remover compuestos orgánicos todavía presentes en los efluentes secundarios, o bien para eliminar sustancias inorgánicas como metales pesados. Cabe agregar que las operaciones del tratamiento terciario, también pueden utilizarse como operaciones únicas en los casos que así se requiera (Ramírez, 1992).

En este punto de la exposición podemos plantearnos la pregunta ¿Qué se ha hecho para descontaminar las aguas residuales de la ZMCM y para su reuso?

En la ZMCM existen actualmente 36 plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR), de las cuales 23 corresponden al DF. Estas tienen una capacidad nominal de tratar $6.810 \text{ m}^3/\text{s}$, aunque la eficiencia de operación es aproximadamente de 50 % reduciéndose la cantidad real de agua tratada a sólo $3.829 \text{ m}^3/\text{s}$. En el caso de la zona conurbada del Edo. de México, se cuenta con 13 plantas de tratamiento con una capacidad instalada de $2.168 \text{ m}^3/\text{s}$, las cuales operan con una eficiencia del 80%¹³.

Debe mencionarse la baja eficiencia en la operación de las PTAR, sobre todo en el caso del DF, constituye un serio problema que tendrá que superarse en el corto plazo se desea realmente afrontar con seriedad el problema de la contaminación del agua en la ZMCM.

¹³ Datos obtenidos de documentos internos de la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica, del Gobierno del D.F., y de la Comisión Estatal de Agua y Saneamiento, del Gobierno del Estado de México, actualizados a 1998.

Para el caso del DF, la mayoría de las plantas (16) realizan tratamiento secundario del tipo biológico de lodos activados, y los que realizan tratamiento terciario (5), adicionan un proceso de filtración con arena y carbón activado.

Con relación al reuso, hasta hace pocos años las plantas de tratamiento del DF, destinaban el 83 % del efluente a irrigación de áreas verdes, lagos recreativos; el 10 % a usos industriales, el 5 % al riego agrícola; y el 2 % a usos comerciales como el lavado de automóviles. En el caso del Edo. de México, la mayor parte de las aguas tratadas se destinaba a usos industriales pero se carece de mayor información.

Un problema importante que cabe resaltar en las PTAR de la ZMCM, es que en la mayoría de los casos los lodos resultantes de los procesos de tratamiento, son regresados sin tratar al sistema de drenaje, lo cual evidentemente es una práctica nociva desde el punto de vista de la contaminación.

5.2.6 Las políticas del agua y su efectividad en la ZMCM

En este punto analizaremos brevemente las políticas implementadas en los últimos años para afrontar los problemas del agua en la ZMCM. Anteriormente se había intentado resolver el problema de abastecimiento de agua a través de la incorporación de caudales adicionales provenientes de fuentes externas. En la actualidad, este planteamiento es insuficiente y se está tratando de incidir de modo directo en la demanda del agua.

La estrategia planteada por las autoridades, para el suministro del agua se intenta basar en su uso eficiente, lo cual busca disminuir el consumo sin menoscabo del bienestar y de las actividades productivas de la población. Para ello, en los documentos "Agua 2000, Estrategias para la ciudad de México" y "Alcantarillado 2000, Estrategias para la ciudad de México" (DGCOH, 1994), se plantean las acciones siguientes:

1. Reducir el caudal de extracción subterránea de tal modo que en 20 años se logre reducir la extracción actual en $24 \text{ m}^3/\text{s}$, a fin de mantener en equilibrio el acuífero. Para ello, se buscará incorporar caudales adicionales externos, hacer un uso más eficiente del agua disponible y sustituir con agua tratada la que se usa en el riego agrícola.

2. Mejorar la operación de la infraestructura y la distribución del líquido, para la cual se continuará la construcción del Acuífero y se buscará la rehabilitación y automatización de las instalaciones hidráulicas.

3. Para finales del año 2000 se pretende concluir el Programa de instalación de 2 millones de muebles sanitarios ahorradores de agua, con lo cual se obtendrá un ahorro de 400 millones de litros al día, que representan el 13 % del suministro total.

4. Usar agua residual tratada, para reducir la necesidad de agua potable, y para realizar acciones de recarga del acuífero. A este respecto cabe abundar sobre la debatida instrumentación del Proyecto de Saneamiento Integral del Valle de México (PSIVM). Desde hace varios años (al menos desde 1994), se planteaba la necesidad de poner en marcha un sistema de tratamiento para la totalidad de las aguas residuales de la ZMCM. Este proyecto, propuesto por la CNA, pero en cuya discusión y asunción de responsabilidades participan también el Gobierno del Distrito Federal (GDF) y el Gobierno del Estado de México (GEM), incluye 3 componentes: obras de drenaje y tratamiento, reforzamiento para el desarrollo institucional y acciones complementarias.

Respecto al drenaje y tratamiento, se plantean obras como respuesta a hundimientos detectados en el sistema de drenaje. Además se proponen la construcción de 4 plantas de tratamiento de aguas con una capacidad conjunta de 74.5 m³/s y con un gasto medio de 51.7 m³/s. El tipo de tratamiento en las 4 plantas sería primario avanzado. El destino de estas aguas tratadas sería el riego agrícola.

El aspecto del desarrollo institucional, se refiere al apoyo a los organismos operadores de los sistemas de agua y saneamiento del área metropolitana, para mejorar su eficiencia a fin de afrontar los costos de operación, incluyendo los del propio proyecto.

Las acciones complementarias del proyecto, comprenden dos acciones: a) Preparación de un plan ambiental, que incluye a su vez el Programa de Control de Descargas Industriales, el Programa de Salud Ambiental, Modelos Predictivos de la Calidad del Agua, Estudio de Factibilidad para el Reuso de los Lodos y Monitoreo y Control de Calidad de las Aguas Residuales; y b) Estudios de Preinversión para rehabilitar presas de regulación de aguas pluviales, y para determinar alternativas de recarga del acuífero en la zona poniente de la ZMCM, (DGPYCC - DDF, s/f).

En los cálculos iniciales, el PSIVM tendría un costo de aproximadamente 1,000 mdd. Actualmente, en virtud del cambio tanto del gobierno como del estatus administrativo del DF, el proyecto se encuentra aún en discusión, y se cuestiona tanto el monto de la inversión como la elección técnica respecto al tipo de tratamientos. Según declaraciones públicas realizadas en 1998, (Olayo, 1998), la capacidad total de las 4 macroplantas ha sido reducida en el proyecto a sólo 49 m³/s, y el monto de la inversión ha disminuido a 400 mdd.

5. Preservar las áreas de recarga del acuífero en Xochimilco, el Ajusco, Cerro de la Estrella, y las sierras de Guadalupe y Santa Catarina.

6. Fortalecer las fuentes externas de suministro de agua. Como muestra de ello se tiene el hecho de que en 1998 se autorizó la continuación de 4a. etapa del Sistema Cutzamala, que implica la construcción de un acueducto de 40 km que rodea la sierra de Temascaltepec, con una inversión de 350 mdd (Pérez A., 1998).

7. Mejorar el sistema de comercialización. Hasta 1994, los medidores instalados cubrían sólo el 50 % de las tomas estimadas, y aunque en los últimos años ha mejorado el proceso de recaudación por consumo de agua, aún falta mucho por hacer. Se busca mejorar la eficiencia en los procesos de medición, facturación y cobro, a fin de recuperar el costo del servicio incluyendo operación, mantenimiento y ampliación.

8. Aplicar la reglamentación existente. Desde 1990 entró en vigor en el DF, el reglamento de los servicios de agua potable y drenaje, el cual junto con la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección Ambiental (LGEEPA), permitirían un uso eficiente del agua y preservar la infraestructura hidráulica y los recursos existentes. Esto se busca con la aplicación de la normatividad tanto en el ámbito de las descargas industriales como en el de la construcción, en el cual se pretende un mejor aprovechamiento del agua pluvial.

9. Crear conciencia en los usuarios, ya que su participación en la disminución en el uso de sustancias contaminantes y en el uso eficiente del agua, es importante.

10. Establecer políticas complementarias. Además de lo planteado, se considera necesario poner en marcha medidas como:

- a) Respetar los usos del suelo, propiciando la redensificación de la ciudad y alentando el desarrollo vertical.
- b) Evitar la expansión de áreas urbanas.
- c) Impedir la invasión urbana en las zonas de recarga natural.
- d) Implantar los incentivos fiscales de acuerdo con la LGEEPA.
- e) Aplicar tarifas diferenciadas según el uso y consumo y sancionar los derroches.
- f) Apoyar y fomentar la investigación y desarrollo tecnológico para la fabricación de equipo e instrumentos mecánicos y electrónicos, que se requieren para mejorar la operación de la infraestructura.

Todo lo anterior representa un innegable esfuerzo de planeación pero que en la práctica ha resultado insuficiente e inaplicable en algunos puntos. A nuestro juicio, un problema fundamental en este tipo de planeación, expresado a través de las políticas expuestas, es que no se menciona cómo se hará para llevarlo a cabo. Es decir, se requiere ventilar el asunto de la necesaria voluntad política para dar cohesión y también posibilidad de realización a medidas que en muchos casos, son de índole diversa. Como ejemplo se puede señalar que dentro de las acciones planeadas en los documentos de referencia, con relación a la implantación de in-

centivos fiscales, se planteaba que como resultado esperado para 1996 las industrias debían de haber construido las plantas de tratamiento que necesitaran. En la actualidad, se reconoce que sólo alrededor del 1 % de las industrias han realizado acciones descontaminantes y además se ha optado por no aplicar las sanciones que por incumplimiento señala la normatividad¹⁴. Este hecho, en la práctica se traduce en una falta de estímulo a la demanda de equipo y de tecnología para realizar dichas acciones. Otro caso lo constituye la decisión de apoyar y fomentar la investigación y desarrollo tecnológico, sin precisar mediante qué acciones concretas se pretende lograr. Fuera del financiamiento de ciertos proyectos de investigación sobre la problemática del agua, como parte de un fondo destinado a la investigación de los problemas ambientales del DF¹⁵, no quedan claros los mecanismos para darle viabilidad al propuesto desarrollo tecnológico. En este sentido, la creación del citado fondo es un acción necesaria pero insuficiente ya que se requiere además la promoción de las condiciones políticas e institucionales que permitan el surgimiento de un sistema local de innovación tecnológica, que vincule a las empresas con los centros de investigación, instancias públicas y demás organizaciones que propicien de manera factible el desarrollo tecnológico, tal como se discutió anteriormente en los capítulos dos y cuatro. Sin un proyecto de esta naturaleza, las acciones aisladas difícilmente serán efectivas.

Por otro lado, la grave problemática del agua que hoy existe en la ZMCM, a pesar de las políticas implantadas, es parte de la situación más general y más compleja del medio ambiente en México, y no debe ser analizada de manera aislada y al margen del proceso de desarrollo, como generalmente se hace (Saldívar, A., 1998). Es un error tratar los problemas ambientales solamente de manera local y/o sectorial. En este caso que nos ocupa, las políticas expuestas han sido insuficientes porque se basan casi únicamente en la búsqueda local de la optimización en el uso del agua, que si bien es una condición necesaria no es suficiente para una solución radical. Es decir, han prevalecido políticas que atienden los efectos más que las causas de los problemas del agua, y por ello ha faltado una correcta gestión de los recursos hídricos inscrita en una perspectiva de sustentabilidad, la cual constituye un asunto urgente y prioritario (Saldívar, A., 1998). En general, se ha tratado el problema desde una perspectiva sectorial que impide la aplicación de medidas importantes desde otras instancias de decisión. Para cambiar este enfoque prevaleciente se requiere también atender los factores que han propiciado la gran concentración económica y poblacional que se ha dado en la ZMCM.

En el fondo de la problemática ambiental en México, se encuentra un estilo de desarrollo caracterizado por la prevalencia de políticas económicas que han descuidado sus implicaciones ecológicas y también sociales y que por ello, uno de sus resultados indeseables más importantes ha sido un uso irracional y dilapidatorio de los recursos naturales del país, dentro de los cuales destacan los recursos

¹⁴ Entrevista con un funcionario de la Dirección General de Prevención y control de la Contaminación, del Gobierno del D.F., en 1999.

¹⁵ La administración de este fondo para la investigación ambiental, lo realiza el Gobierno del DF a través del Consejo para la Restauración y Valoración Ambiental (CONSERVA).

hídricos. Por ello, sólo con un enfoque integral que vincule las soluciones propuestas en el rubro del agua, con otras políticas gubernamentales, algunas de ellas insinuadas en el punto 10, tales como las fiscales, de fomento industrial, desarrollo agrícola, desarrollo urbano y regional, investigación científica y tecnológica, educación y otras, se podrán enfrentar con seriedad y mayores posibilidades de éxito, los grandes desafíos del agua en la ZMCM. Sin embargo, la implementación de estas políticas rebasa el marco de las autoridades locales del DF y del EM, y requiere la competencia del gobierno federal ubicándose en el ámbito de las políticas nacionales.

Dentro de las políticas sugeridas cabe destacar la importancia de dos rubros estratégicos de acción. Por una parte, la implementación de una sustentable y eficaz política de desarrollo regional que promueva el equilibrado desarrollo de las diferentes regiones del país y que propicie la desconcentración administrativa y económica del Valle de México, así como su estabilización en el crecimiento poblacional. Por otra parte, se requiere también la promoción de un desarrollo científico y tecnológico que permita prevenir y corregir el deterioro en los recursos hídricos, y al mismo tiempo contribuya al desarrollo económico y social del país. En la perspectiva de este último objetivo se ubica el presente trabajo. Sólo con la incorporación de acciones de este tipo se podría disminuir la presión sobre los recursos hídricos de la ZMCM. Evidentemente, tales alternativas de políticas rebasan el marco de las políticas locales y sectoriales, y también el modelo de desarrollo predominante. Por ello, tendrían que enmarcarse en un proyecto alternativo de país que incorpore de manera genuina y no sólo en el discurso el concepto de sustentabilidad, discutido en el capítulo 2.

5.3 LA DEMANDA DE EQUIPO EN EL MERCADO DEL AGUA EN LA ZMCM.

El presente estudio está principalmente enfocado a investigar el lado de la oferta del mercado de equipo para el agua en la ZMCM; sin embargo, antes de analizar tal situación conviene revisar la información disponible en el lado de la demanda, en el entendido de que ésta es un importante condicionador de la oferta. La demanda se encuentra conformada por las inversiones públicas para la extracción, transporte, distribución, drenaje y tratamiento del agua, así como por las inversiones del sector privado, principalmente del sector industrial, para el tratamiento de sus aguas residuales y el reciclaje de ellas.

5.3.1 Demanda pública.

La demanda de equipamiento en el sector público puede analizarse desde dos enfoques: la demanda real y la demanda potencial. La primera está determinada por las inversiones realizadas por los gobiernos Federal, del Distrito Federal (DF) y del Estado de México (EM), los cuales deciden los montos destinados al agua potable, drenaje y tratamiento del agua. La demanda potencial se refiere, por un lado, a los déficit existentes por rezagos en la satisfacción de los servicios mencionados, y por el otro, en el crecimiento natural de tales servicios por motivo del crecimiento poblacional y de la actividad económica.

Con relación a la demanda real, no existen datos estadísticos directos sobre las inversiones públicas canalizadas al equipamiento para los rubros del agua. Sin embargo, con base en la información disponible sobre inversiones en el DF y el EM, para servicios del agua, se han podido realizar algunas estimaciones sobre inversión en equipamiento.

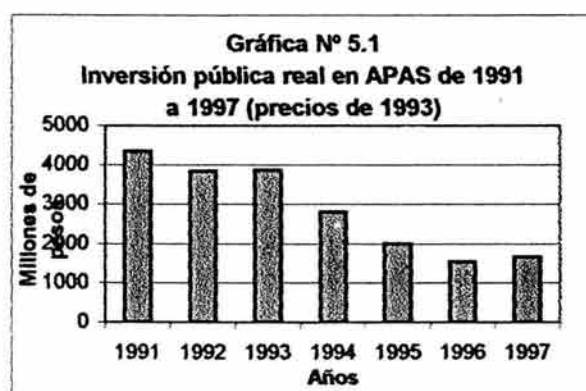
Para contextualizar este aspecto, primero es conveniente revisar lo que ha sucedido en los últimos años con las inversiones realizadas en el ámbito nacional.

Según la Comisión Nacional del Agua (CNA) (1998), en el período de 1991 a 1997 la inversión pública total en el país en agua potable, alcantarillado y saneamiento (APAS), pasó de \$ 4,353 millones de pesos (mdp), para el primer año, a sólo \$ 1,672 mdp en el último (a precios constantes de 1993), lo cual representa una caída de -61.6% para dicho período (véase Cuadro 5.3 y Gráfica N° 5.1).

Cuadro 5.3
Inversión nacional en APAS entre 1991 y 1997.
(mdp de 1993)

Año	I. Nominal	I. Real	TPCA (%)	Crec. Período
1991	3201	4353	-	
1992	3243	3859	-11,3	
1993	3874	3874	0,3	
1994	3055	2811	-27,4	
1995	3008	2015	-28,3	
1996	2978	1549	-23,1	
1997	3889	1672	7,9	-61,60%

Fuente: Elaboración propia con base en CNA, (1998).



A excepción de los años de 1993 en el que el crecimiento real fue prácticamente cero, y el de 1997 en el que hubo un crecimiento positivo de 7.9%, en los

demás años considerados más bien hubo un decrecimiento de la inversión a tasas anuales desde -11.3% (1992), hasta -28.3 (1995).¹⁶

Esta situación es importante de considerar en la medida en que las inversiones del sector público son fundamentales para el desarrollo del mercado que se está analizando.

Respecto a la inversión pública para los servicios del agua en la ZMCM, no hay disponibilidad de información para los municipios conurbados del EM, pero sí se pudo obtener para todo el EM y para el DF. Estos datos correspondientes al período de 1993 a 1997, se muestran en el Cuadro 5.4.

Cuadro 5.4
Inversión total para el rubro del agua en el DF y EM, en el período de 1993 a 1997 (mdp de 1993)

Año	Inversión Real			TPCA (%)	Participación		Crec. Del periodo (%)
	DF	EM	Total		DF (%)	EM (%)	
1993	719.2	173.6	892.8	-	80.6	19.4	
1994	666.9	644.9	1311.7	46.9	50.8	49.2	
1995	511.8	564.8	1076.6	-17.9	47.5	52.5	
1996	641.0	194.7	835.7	-22.4	76.7	23.3	
1997	636.0	115.2	751.1	-10.1	84.7	15.3	-15.9

Fuente: Elaboración propia con base en documentos internos de CEAS y DGCOH

Aquí se puede apreciar que la inversión total del EM y el DF para APAS, disminuyó de \$ 892.8 mdp en 1993, a \$ 751.1 mdp en 1997 (a precios constantes de 1993). En este período, sólo en el año de 1994 se observó un crecimiento positivo de 46.9%, ya que en los demás años existe una Tasa Promedio de Crecimiento Anual (TPCA) negativa, habiéndose dado la mayor caída en el año de 1996 con un valor de -22.4%. El crecimiento para todo el período fue de -15.9%.

También cabe señalar que la participación en el total de la inversión anual, favorece al DF ya que sólo en dos de los años considerados (1994 y 1995) se obtuvieron porcentajes de participación similares para ambas entidades, mientras en los demás años la participación del DF en el total de la inversión fue de alrededor del 80%.

Con relación a las inversiones en equipamiento, para la ZMCM se realizaron algunas estimaciones tomando como base, por un lado, los datos de las inversiones totales en agua potable y en drenaje y tratamiento realizadas por el DF y el EM, y por el otro, algunos coeficientes referidos a los porcentajes promedio de equipamiento que corresponden a los rubros mencionados. Cabe aclarar aquí que

¹⁶ Las cifras de CNA (1998), no contienen la inversión pública total, ya que se refieren más bien a la inversión federal, y la estatal y municipal ligadas a la primera.

tales coeficientes sólo pueden utilizarse como aproximaciones gruesas en virtud de que hay cierta variación de ellos para los diversos tipos de obras. Por ejemplo, para plantas de tratamiento la proporción de la inversión destinada a equipamiento dependerá del tipo de proceso y del nivel de tratamiento. Sin embargo, el uso de los coeficientes puede permitir una estimación de los montos invertidos en equipamiento para los principales servicios del agua. Los coeficientes empleados aquí fueron proporcionados por la DGCOH¹⁷, por la parte del DF, y por la CEAS¹⁸, por la parte del EM. En el primer caso, los valores fueron de 50% para el suministro de agua potable y también para drenaje y tratamiento. Este coeficiente se aplica a la cantidad que resulte de restar a la inversión total anual el 30% correspondiente a las obras del Acuaferico y Drenaje Profundo, las cuales prácticamente no requieren de inversión en equipo. En el segundo caso, se utilizaron valores de 24% para agua potable y 38% para drenaje y tratamiento. Los resultados que se obtuvieron se muestran en el Cuadro 5.5.

Cuadro 5.5
Inversión estimada en equipamiento para APAS en el DF y EM, entre 1993 y 1997 (mdp de 1993).

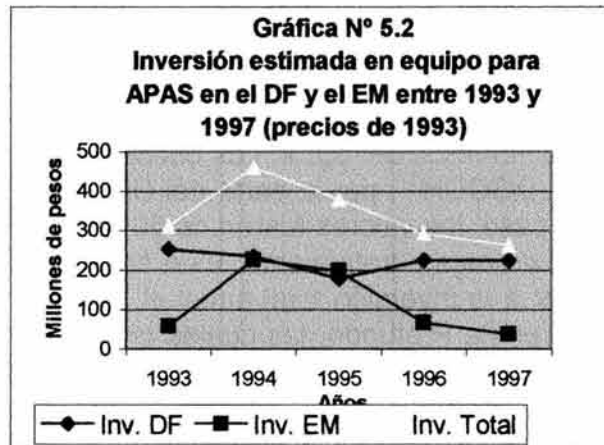
Año	DF		EM			Total	TPCA (%)	Crec. período
	APAS	Subtotal	AP	AS	Sub tot.			
1993	252		13	46	59	311	-	
1994	234		32	194	226	460	47.9	
1995	179		36	163	199	378	-17.8	
1996	225		12	55	67	292	-22.7	
1997	223		8	31	39	262	-10.3	-15.7

Fuente: Elaboración propia con base en documentos internos de DGCOH y CEAS.

De los datos estimados se desprende que para el período analizado de 1993 a 1997, la inversión pública en equipamiento para APAS en el DF y el EM, disminuyó de \$ 311 mdp en el primer año a \$ 262 mdp en el último año (a precios constantes de 1993). Esto representa una caída en la inversión en equipo del orden de -15.7%, para todo el período considerado (véase Gráfica N° 5.2). De hecho, a excepción del año de 1994 en el que hubo un crecimiento positivo de 47.9%, los otros tres años considerados presentan tasas negativas con variaciones extremas del -22.7% en 1996 hasta el -10.3% en 1997. Una idea más actualizada del monto de la inversión en equipamiento, nos la da la estimación (a precios corrientes) de las dos entidades para el año de 1997, que fue de \$ 609 mdp.

¹⁷ DGCOH: Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica, del Gobierno del Distrito Federal.

¹⁸ CEAS: Comisión Estatal de Agua y Saneamiento, del Gobierno del Estado de México.



Desde el punto de vista potencial de la demanda del sector público, se puede mencionar que mientras el DF presenta una cobertura de 97.4% en agua potable y de 97.1% en alcantarillado¹⁹, el área conurbada del EM cubre el 93.2% de la demanda de agua potable y el 83.7% de la demanda de alcantarillado²⁰. En cuanto al tratamiento de aguas residuales, en la ZMCM se tratan aproximadamente 6.2 m³/s, lo cual representa el 14.5% del total de aguas residuales generadas. Como se puede apreciar, en cuanto al agua potable y alcantarillado, los mayores déficits de servicios se encuentran en los municipios conurbados del EM, aunque en el DF se tienen programadas inversiones importantes en este rubro. Para los años de 1999 y 2000, la DGCOH ha planeado invertir aproximadamente \$ 5,000 mdp (a precios de 1997) para la ampliación y mejoramiento de la infraestructura de agua potable.²¹ El otro rubro planeado de inversión importante es el que será destinado a cubrir el alto déficit de tratamiento de aguas residuales ya mencionado. En este aspecto se invertirán \$400 millones de dólares (mdd) a partir de 1999, para la construcción de cuatro macroplantas de tratamiento con capacidad total de 49 m³/s. Esta inversión será soportada con créditos extranjeros que serán cubiertos en un 60% por el DF y en un 40% por el EM (Olayo, 1998). Todas estas inversiones involucrarán una gran demanda de bienes de equipo, aunque sea difícil de cuantificar con exactitud.

Aunque los últimos datos señalados muestran ciertos signos alentadores, en general, la situación de las inversiones públicas en la ZMCM descrita anteriormente denota una tendencia decreciente durante los años revisados, coincidiendo con lo sucedido en el ámbito nacional, lo cual refleja la incapacidad de la acción del gobierno para atender los déficits de los servicios públicos del agua, especialmente en el rubro de saneamiento.

¹⁹ CNA, (1998).

²⁰ Estimación propia con base en documentos internos del Programa Hidráulico del Gobierno del Estado de México.

²¹ Consultoría y Apoyo Técnico en Ingeniería Civil S.A. de C.V. (1997).

5.3.2 Demanda industrial.

La demanda de equipo para los problemas del agua en la industria, también puede ser vista desde dos ángulos: la real y la potencial. La primera se refiere a las inversiones que efectivamente realiza la industria, mientras que la segunda alude a la situación ambiental que prevalece en el sector, la cual puede resumirse en el grado de cumplimiento de la normatividad vigente sobre el uso del agua, como un indicador indirecto de las inversiones requeridas.

No existen datos sobre las inversiones pasadas o actuales de la totalidad de la industria de la ZMCM dirigidas a prevenir o corregir sus problemas en el uso del agua. Sobre la situación que existe respecto al cumplimiento de las normas ambientales por la industria, hay cierta información para el DF, mas no para la zona conurbada del EM.

Según la DGPCC (1997)²², existen en el DF 15,290 establecimientos industriales que presentan problemas de contaminación del agua, de los cuales el 39% provoca contaminación fuerte. Asimismo, el consumo de agua potable por el sector industrial representa el 17% del total de la oferta y la descarga total de aguas residuales de la industria es de 4.8 m³/s. Por otra parte, el grado de cumplimiento de las normas ambientales sobre el agua por parte de la industria en el DF, es bastante bajo. En 1998 aproximadamente 200 establecimientos implantaron acciones de algún tipo de tratamiento y 300 más, están en proceso de implantación. Estas acciones varían mucho en cuanto a su complejidad y costos, existiendo desde las más sencillas con costos de \$ 40,000 a \$ 50,000 pesos, hasta la construcción de complejas plantas de tratamiento del orden de millones de dólares. Como ejemplo de esto último se puede señalar que en 1998 se inauguraron cuatro plantas de tratamiento de aguas residuales, con costos de \$2.5 mdd cada una. Sin embargo, en el ámbito global las acciones que se han realizado son aún irrelevantes pues representan solamente el 1% de las descargas de las empresas²³.

Por otro lado, dentro de la escasa literatura existente sobre el tema hay un estudio sobre el mercado del equipamiento para tratamiento y reciclaje industrial del agua²⁴, que sin estar referido a la ZMCM sino a todo el país, puede dar algunas ideas sobre la situación imperante en dicho mercado. El estudio señala que el valor del mercado nacional en 1996 fue de \$ 69.1 mdd, y que se esperaba que creciera hasta \$ 94.1 mdd para 1998 (ver Cuadro 5.6). Asimismo, se menciona que el mercado nacional está dominado por las importaciones, representando éstas el 85% del valor total del mercado en 1996, y que el 67% de ellas proviene de los Estados Unidos. Se reconoce que el mercado de México es muy pequeño, en la medida que son pocas las industrias que llevan a cabo tratamiento para sus aguas residuales. Entre las principales causas que han conducido a esta situación se

²² DGPCC: Dirección General de Prevención y Control de la Contaminación, del Gobierno del DF.

²³ Entrevista con un funcionario de la DGPCC.

²⁴ Consultants Group Latin America, (1997).

encuentran: a) débiles esfuerzos de las autoridades para hacer cumplir con las regulaciones ambientales sobre el uso del agua; b) bajos precios del agua para la industria; c) altos costos de los equipos y de su mantenimiento; y, d) altos costos del financiamiento de los proyectos industriales para aguas residuales. A pesar de ello, se espera que la recuperación económica del país y los cambios en las regulaciones ambientales implantadas en 1997, animarán a un crecimiento interesante de este mercado en los próximos años. De hecho, el estudio supone un crecimiento real del mercado del 15% en 1997 y del 18% en 1998.

Cuadro 5.6
El mercado mexicano de equipo para tratamiento y reciclaje del agua residual industrial (mdd)

Mercado	Años		
	1996	1997	1998
Total	69.1	79.7	94.1
Producción local	18.2	22.6	27.4
Total exportaciones	8.7	9.7	10.8
Total importaciones	59.6	66.8	77.5
Importaciones de EU	39.8	44.9	50.8

Fuente: Consultants Group Latin America, (1997).

De acuerdo con los planteamientos expuestos, es indiscutible que la brecha entre lo existente y lo deseable, en materia de infraestructura pública y privada para atender los graves problemas del agua en la ZMCM, es muy grande y que ello supone la necesidad de grandes inversiones en ambos sectores a fin de corregir tal situación. Sin embargo, no es tan seguro que tales inversiones se realicen, al menos en lo que respecta a su crecimiento. Dadas las dificultades crónicas de la situación financiera del gobierno, y la precariedad de muchas empresas industriales que apenas subsisten, como se mostrará más adelante, es difícil esperar un crecimiento espectacular de las inversiones en equipamiento para los problemas del agua.

La información revisada para las inversiones en infraestructura pública y privada del agua, y para la correspondiente demanda de equipo, aunque incompleta y poco clara no parece corresponder a las expectativas de crecimiento planteadas para el mercado ambiental²⁵ y específicamente para el mercado del agua. La tendencia negativa de los datos para el sector público contrasta con la demanda creciente en el sector industrial en los años revisados de la segunda mitad de la década de los 1990s, lo cual dificulta concluir que la tendencia de crecimiento de la demanda de equipo para el agua sea positiva y de un orden del 20% anual, tal como se planteó en el estudio del INE (1997), revisado en el capítulo anterior. Así, esta situación representa el fracaso de la política y la acción pública para enfrentar la problemática del agua y para estimular el desarrollo de la industria ambiental, y con ello contribuir también al crecimiento económico y a reducir la dependencia

²⁵ Cfr. Sección 4.4.2

tecnológica. Con esto se evidencia que la orientación hacia un desarrollo sustentable como objetivo explícito y supuesta justificación de muchos programas públicos, no parece estar respaldada por los hechos en el ámbito del necesario fortalecimiento de la infraestructura del agua y del estímulo a la demanda del mercado ambiental del agua en la ZMCM, quedando tal orientación más bien como un recurso retórico de los discursos y documentos del gobierno.

5.4 SITUACIÓN DEL SUBSECTOR PRODUCTOR DE EQUIPO PARA EL AGUA EN LA ZMCM

En el estudio del subsector industrial fabricante de equipos para el agua en la ZMCM, la recopilación de la información se realizó a través de encuestas. Para la aplicación de éstas en las empresas se utilizó un tipo de muestreo no probabilístico, debido a la dificultad para determinar la magnitud de la población de las empresas que conforman el subsector en estudio, ya que en éste se encuentran establecimientos de diversas industrias que no coinciden con las clasificaciones económicas usuales, por ejemplo, las utilizadas por el Sistema de Cuentas Nacionales utilizado por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). En este sentido, se constató una cierta escasez y dispersión de información en cuanto a la existencia de directorios de empresas fabricantes de equipo para atender los problemas del agua en la ZMCM. Una de las complicaciones detectadas fue que algunas firmas fabrican equipos para el agua, pero también para otras necesidades. Es el caso de los productores de válvulas, por ejemplo. Esta situación complica la ubicación de las empresas en el mercado de equipamiento para el agua.

En este informe se presentan resultados de 43 firmas industriales encuestadas que fueron clasificadas según el siguiente criterio del número de empleados, utilizado por el INEGI (1997):

- Micro industria: Hasta 15 trabajadores.
- Pequeña industria: De 16 a 100 trabajadores.
- Mediana industria: De 101 a 250 trabajadores.
- Gran industria: Más de 250 trabajadores.

Con base en esta clasificación, el número de empresas encuestadas en cada tipo de industria fue de 21 para la Micro industria, 13 para la Pequeña industria, 4 para la Mediana industria, y 5 para la Gran industria. Esto significa que el 79% de las empresas que se encontraron para conformar la muestra, son de tipo micro y pequeña.

Los resultados que se presentan a continuación, se agrupan en los 5 rubros temáticos que constituyeron la encuesta aplicada y que son los siguientes: características del establecimiento, tecnología, mercado, empleo y salarios, y expectati-

vas. Los promedios globales de la muestra que se exponen y discuten, fueron obtenidos mediante la ponderación de los promedios parciales obtenidos para cada uno de los cuatro grupos de empresas industriales encuestadas, y el criterio de ponderación fue el porcentaje de participación de cada tipo de empresa en el valor total de la producción. La presentación de la información obtenida se realiza también con base en la clasificación industrial arriba mencionada. Los resultados numéricos en detalle se muestran en el Anexo C.

5.4.1 Características de los establecimientos.

En este rubro se incluyeron 7 preguntas (ver Anexo "A"), las cuales se refieren a los aspectos de: productos fabricados, proporción de éstos destinados al mercado del agua, porcentaje de las ventas totales destinado al mercado del agua, años de operación, origen del capital mayoritario, personal ocupado, dinámica de la ocupación de la capacidad instalada y certificación ISO – 14000.

Se encontró que los principales productos que se fabrican para el mercado de equipamiento del agua, por tipo de empresa, son los siguientes:

Micro industria.

- Tubos de concreto simple y reforzado.
- Agitadores.
- Filtros de todo tipo.
- Bombas y compresores.
- Rejillas de fibra de vidrio.
- Bridas de acero.
- Prefabricados de concreto para tratamiento de agua.

Pequeña industria

- Bombas, motores eléctricos y refacciones industriales.
- Agitadores portátiles e industriales.
- Purificadores de agua.
- Sellos mecánicos, coples e intercambiadores de calor.
- Válvulas de todo tipo.
- Tanques de agua y estructuras metálicas.

- Micromedidores, macromedidores, y sondas para pozos.
- Filtros de todo tipo

Mediana industria

- Equipo de bombeo y mezcladores de líquidos.
- Filtros y equipo de ósmosis.
- Bombas centrífugas, conexiones y válvulas.
- Bombas de todo tipo y motores eléctricos.

Gran industria

- Subestaciones, motores y sistemas de control.
- Tubos para agua.
- Inodoros, lavabos y pedestales.

De lo anterior se puede apreciar cierta tendencia lógica a la fabricación de equipos de mayor complejidad tecnológica, en las empresas de mayor tamaño.

Por otro lado, se encontró que del total de las empresas, una buena proporción de sus productos y por tanto de sus ventas, no estaba destinada al mercado del agua. En el promedio global, sólo el 58% de los productos y el 57% de las ventas, se destinaron al mercado del agua, observándose cierta tendencia a disminuir en las empresas de mayor tamaño, pasando del 74% de las ventas en las Micro industrias al 51% en las Grandes industrias. Esto parece reflejar una mayor diversificación productiva, a mayor tamaño de la empresa.

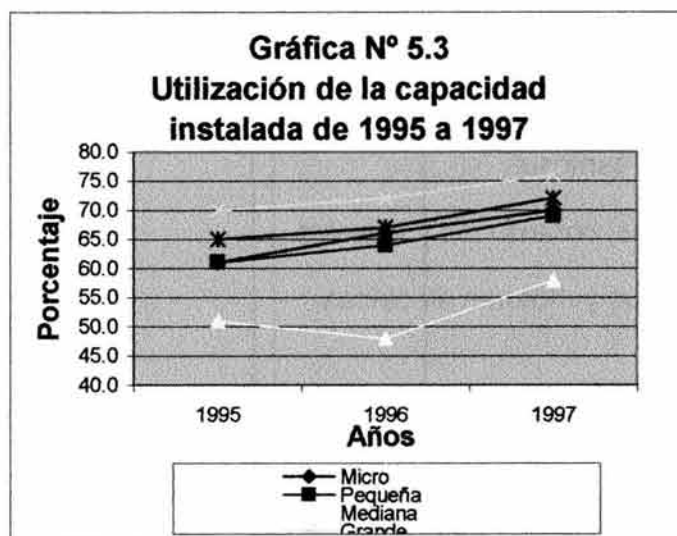
En promedio, las empresas encuestadas tienen una antigüedad de 33 años, siendo las Micro industrias las más jóvenes, con un promedio de 13 años, y las de mayor antigüedad, las Grandes industrias con 36 años en promedio.

La mayoría de las firmas de la muestra, el 63%, tienen capital mayoritario de origen nacional. Sin embargo, se encontró que en el grupo de las Medianas industrias, el 50% de ellas es de capital mayoritario extranjero, mientras que en el otro extremo, sólo el 8% de las Pequeñas industrias tienen capital mayoritario extranjero.

En relación con el número de trabajadores por cada empresa, los promedios encontrados fueron los siguientes: 10.4 para la Micro industria, 42.8 para la Pequeña industria, 157 para la Mediana industria, y 995 para la Gran industria.

La dinámica de la variación de la utilización de la capacidad instalada, en los promedios parciales y global de los 3 últimos años, presenta una tendencia cre-

ciente para todos los tipos de industria, tal como se muestra en la Gráfica N° 5.3 siguiente:



De estos datos destaca que el grupo con menor uso de la capacidad instalada en el período fue el de la Mediana industria, mientras que el de la Gran industria presenta los mejores promedios de la muestra. Por otro lado, si se comparan estos datos con los promedios de la industria manufacturera en su conjunto (INEGI, 1996 – 1998), tal como se muestra en el Cuadro 5.7, se puede apreciar que el subsector en estudio se encuentra un poco debajo del comportamiento del sector manufacturero, lo cual es un indicador de que al mencionado subsector no le ha ido mejor que al resto de la industria.

Cuadro 5.7
Dinámica de utilización de la capacidad instalada, 1995-1997
(%)

Tipo de industria	Años		
	1995	1996	1997
Total del subsector	65	67	72
Total de la industria manufacturera	68	71	71

Con la finalidad de conocer, un tanto indirectamente, el grado de interiorización de las medidas de control ecológico en este importante subsector industrial, se incluyó en la encuesta una pregunta relacionada con la existencia en el establecimiento de la certificación de control ambiental ISO – 14000. Los resultados muestran que, en el promedio global ponderado, sólo el 13.4% de las empresas en-

cuestadas cuenta con tal certificación, aunque el 20.6% de ellas está en trámite (ver Gráfica N° 5.4). Además, sólo en el grupo de las Grandes empresas se reportó la existencia de tal certificación (una empresa de cinco). Es decir, la gran mayoría de los establecimientos carece de dicha certificación, lo cual refleja de cierta manera los pocos esfuerzos que las empresas realizan en materia ambiental. Estos resultados son preocupantes en la medida en que se trata de un subsector orientado a la producción de bienes para los problemas ambientales del agua, por lo cual se esperaría en él, un mayor grado de conciencia ambiental.



5.4.2 Tecnología

En este apartado, central para el propósito de la investigación, se incluyeron 14 preguntas, las cuales se refieren a: adquisición de maquinaria, procedencia de la misma, pago de regalías por patentes, destino de los pagos, innovación tecnológica introducida, procedencia de ella, tipos de productos y/o procesos que incorporaron la innovación, efecto de la innovación en el uso del agua, financiamiento de proyectos de investigación y desarrollo (I&D), lugar de realización del proyecto, existencia de un programa de I&D, porcentaje de las ventas invertido en I&D, fuentes de financiamiento para la I&D, y razones del no uso de fuentes gubernamentales de financiamiento.

Respecto a la adquisición de maquinaria y equipo para el proceso productivo, el 77% del total de las empresas sí la realizaron en el período de 1995 a 1997. Aquí se aprecia una explicable tendencia a un mayor porcentaje de adquisición en las empresas de mayor tamaño, lo cual está vinculado a su mayor capacidad financiera. De este modo, el 80% de las Grandes industrias realizaron adquisición de equipo en el período señalado, mientras que en el caso de las Micro industrias solamente la realizaron, el 62% de ellas. Si establecemos una comparación con datos al nivel de todo el sector manufacturero, que para el año de 1994 obtuvo un promedio de 16.7% (INEGI, 1997a), se evidenciará que el subsector en estudio

posee niveles muy superiores de ampliación o renovación de equipo. Una posible explicación de la gran diferencia, es que el período de referencia en nuestro caso fue de tres años, mientras que para la encuesta del INEGI es de sólo un año. No obstante, cabe señalar que a pesar de este hecho, el promedio anual de la muestra, 25.6%, sigue siendo mayor al promedio de la industria nacional.

En cuanto a los mercados de procedencia del equipo adquirido, se observó una ligera predominancia del mercado nacional, con relación al mercado internacional, encontrándose un 51% para el primero y un 49% para el segundo, en el promedio global. Aquí los extremos fueron, por un lado, la Micro industria con una relación de 72% y 28%, respectivamente, y por el otro, la Gran industria, con una relación de 45% y 55%, respectivamente. Este último caso se explica por la relativa mayor capacidad financiera de la Gran industria, lo que le permite mayor acceso al mercado internacional para la compra de equipo.

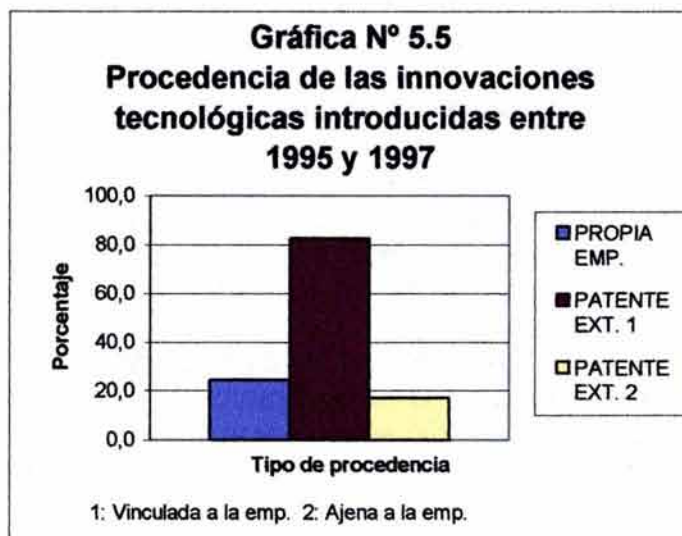
El pago de regalías por el uso de patentes se observó en el 42% del promedio total de la muestra, mientras el 53% no lo realiza y el 5% restante, no sabía. Por tipo de empresa, el 95% de la Micro industria no realiza ningún pago, en tanto el 60% de la Gran industria paga regalías. Este resultado también es explicable por la capacidad financiera, que siendo mayor en la última, le permite la explotación de patentes externas a la empresa.

Para las empresas que explotan patentes ajenas, se obtuvieron resultados muy distintos por tipo de empresa. Así, mientras las empresas que pagan regalías dentro de la Pequeña industria (el 15% del grupo), lo hacen por patentes extranjeras en el 100% de los casos, las de la Gran industria (60% de ellas), tienen pagos un poco más equilibrados, pues el 33% es para el mercado nacional y el 67% restante, para el mercado extranjero. Las pocas empresas que pagan regalías por patentes dentro de la Micro industria, lo hacen en el mercado nacional en el 100% de los casos. En el ámbito agregado, sólo el 26% de las empresas pagan regalías al mercado nacional, otro 56% lo hacen al extranjero, y el 18% restante no aportó información. Estos datos contribuyen a mostrar el alto nivel de dependencia tecnológica extranjera del subsector en cuestión.

Con relación a innovaciones tecnológicas introducidas en los últimos 3 años, en el promedio global, el 79% de las empresas respondió que sí las ha realizado y el 21% restante, que no. Por tipo de empresa, los resultados muestran que las más innovadoras son las Pequeñas industrias con el 85%, en tanto sólo el 54% de las Grandes industrias lo ha hecho. En las Micro y Medianas industrias, los porcentajes de innovación son de 71% y 75%, respectivamente.

De las empresas que introdujeron alguna innovación en el período analizado, en el promedio global ponderado un 25% respondió que la procedencia de aquella fue la propia empresa, mientras en el 87% de los casos, procedía de patente extranjera vinculada a la propia empresa, y en un 17% la procedencia fue de patente extranjera no vinculada a la empresa (ver Gráfica N° 5.5). En este caso la suma de los porcentajes no es 100% porque algunas empresas se encontraban en más de

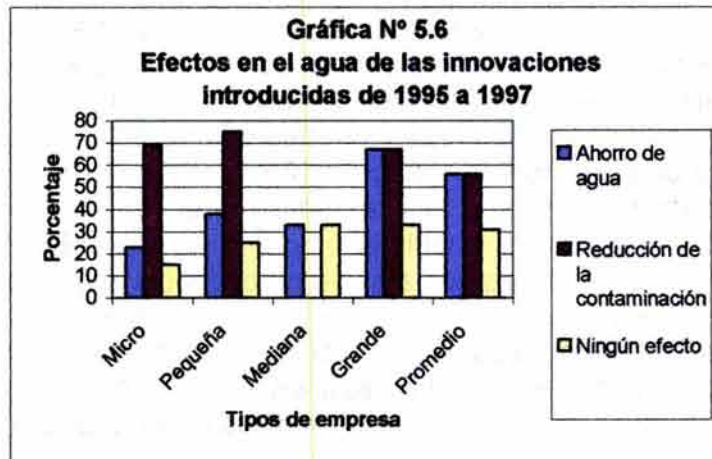
una situación. Aquí llama la atención el hecho de que no hubo ningún caso de explotación de alguna patente de origen nacional ajena a la empresa, como podría ser otra empresa o algún centro de investigación tecnológica. Esta situación refleja la desvinculación existente entre estas instituciones. Por otro lado, cabe destacar que en los resultados por tipo de industria, se observó que en la Micro el 87% de la procedencia fue la propia empresa y sólo un 13%, de patente extranjera vinculada a la empresa, mientras que para la Gran industria, el 100% de las innovaciones procedía de patente extranjera vinculada o no a la empresa. En el caso de la Pequeña y Mediana industria, los porcentajes de procedencia interna a la empresa fueron de 82% y 67%, respectivamente. Esto refleja el fuerte vínculo de las Grandes industrias con la tecnología extranjera, así como el gran potencial de las Micro y Pequeñas industrias para generar innovaciones tecnológicas, por sí mismas. Esta última situación podría abarcar un mayor número de empresas con políticas públicas adecuadas.



En cuanto al área de aplicación de la innovación, un 55% de los casos se refirió a los productos destinados al mercado del agua, otro 55% a los productos destinados a otros mercados, y el 41% a los procesos. También en este caso la suma no da el 100% porque hubo empresas que tuvieron más de un área de aplicación.

Los efectos producidos por las innovaciones tecnológicas introducidas, en el 56% de los casos contribuyeron al ahorro del agua, en otro 56% ayudaron a disminuir su contaminación y en otro 31%, no tuvieron efecto en el uso del agua (ver Gráfica N° 5.6). También aquí, algunas empresas contestaron más de una opción.

Con respecto al financiamiento de los proyectos de I&D en las empresas encuestadas, los promedios globales señalan que en los últimos 3 años solamente el 37% del total de aquéllas han financiado algún proyecto.



En los resultados parciales se aprecia que las Micro y Pequeñas industrias tienen el 48% y el 38% de financiamiento, respectivamente. En las Medianas industrias sólo el 25% de ellas financió algún proyecto de investigación tecnológica, y en las Grandes, el 40% lo hizo. Estos resultados muestran, en general, que el nivel de proyectos de I&D financiados en las empresas, es bastante superior a los promedios nacionales existentes en el sector manufacturero, que a escala global se ubica en 1.3%, y para la Gran industria, en 28%, (INEGI, 1997). Sin embargo, esta aparente situación positiva, respecto a la relativa abundancia en la realización de proyectos de investigación, no se refleja en la correspondiente obtención de patentes como habría de esperarse. Por ejemplo, de información de primera mano calculada a partir de datos existentes en los archivos del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial, se obtuvo que para el rubro de "Plantas de Tratamiento de Agua", en el período de 1984 a 1996 se otorgaron 182 patentes, de las cuales sólo 20 fueron mexicanas, lo que representa el 11%, y las 162 restantes, extranjeras. Cabe añadir que del total de las patentes, el 70.4% fueron de los Estados Unidos. Además, de las 20 patentes mexicanas, sólo 3 fueron para empresas privadas, y del resto, 13 para instituciones públicas de investigación tecnológica y 4 para particulares. Una posible explicación a esta situación es que los desarrollos tecnológicos realizados en las empresas mexicanas, generalmente se plantean más como soluciones a problemas tecnológicos concretos de corto plazo, que como posibilidades futuras de mercado, lo cual daría lugar a una innovación.

Para las empresas que han realizado proyectos de I&D, en el 95% del promedio total de los casos, las actividades se llevaron a cabo en las propias empresas, el 4.5% en una institución privada nacional, el 18% en el extranjero y sólo el 1% en instituciones públicas nacionales. La suma de los porcentajes mencionados no da 100% porque algunas empresas contestaron más de una opción. También aquí se aprecia de manera notable la falta de vinculación de las instituciones públicas de I&D con el sector productivo de la industria manufacturera. Además cabe destacar que los pocos casos de alguna vinculación que se encontró con las instituciones públicas, fueron en la Pequeña industria.

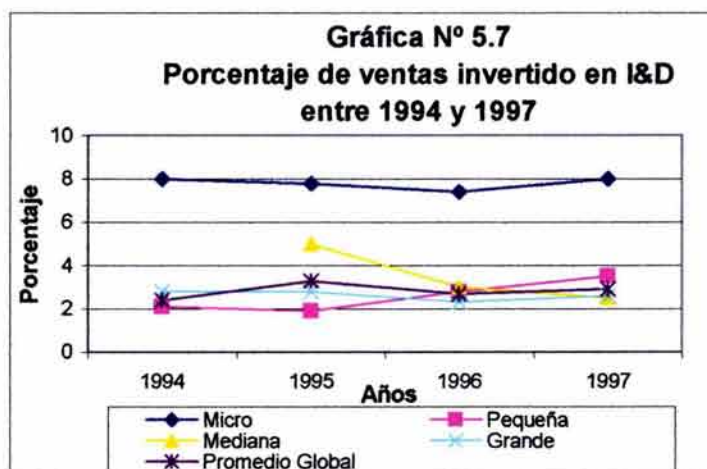
Por otro lado, los resultados de la encuesta muestran que en el promedio global el 43% de la muestra de empresas cuenta con un programa sistemático de desarrollo tecnológico y el 10%, realiza proyectos de manera eventual. En los resultados parciales se observa la existencia de un programa sistemático de desarrollo tecnológico como sigue: en la Micro industria sólo en el 24% de los casos; en la Pequeña industria, el 15% lo tiene; en la Mediana industria, no existe en ninguno de los casos; y la Gran industria tiene tal tipo de programa en el 60% de los casos.

Es notable que el grupo de las industrias medianas sea el único sin algún programa sistemático de desarrollo tecnológico y sólo un caso de proyectos eventuales. La diferencia importante que constituye la Gran industria, muy probablemente está relacionada con su mayor disponibilidad de recursos.

Con relación a la dinámica de las inversiones en I&D, realizadas en las empresas, se encontró que en los últimos 4 años la proporción de las ventas destinada a tal fin, se ha incrementado pasando de un promedio global de 2.4% en 1994, a un 2.9% en 1997. Las tendencias agregadas y por tipo de empresa se aprecian en el Cuadro 5.8 y en la Gráfica N° 5.7.

Cuadro 5.8
Porcentaje de las ventas destinado a I&D, de 1994 a 1997
(%)

Tipo de industria	Años			
	1994	1995	1996	1997
Micro industria	8	7.8	7.4	8
Pequeña industria	2.1	1.9	2.8	3.5
Mediana industria		5	3	2.5
Gran industria	2.8	2.8	2.3	2.6
Promedio global	2.4	3.3	2.7	2.9



A escala desagregada puede observarse que, en general, los mayores porcentajes corresponden a las Micro empresas, y los menores a las Grandes industrias. Esta situación se explica si se considera que los ingresos de las primeras son de un orden bastantes veces menor que las segundas. Esto hace que las cantidades de las Micro industrias destinadas a I&D, aún siendo pequeñas en términos absolutos, proporcionalmente representen valores altos con respecto a sus ingresos. De cualquier manera, las cifras presentadas son bastante altas comparadas con las correspondientes a toda la Industria Manufacturera y al subsector de Productos Metálicos, Maquinaria y Equipo (el promedio más alto de todo el sector industrial), las cuales para 1994 fueron de 1% y 1.4%, respectivamente (INEGI Y STPS, 1997). Sin embargo, no debe olvidarse que sólo se refieren al porcentaje minoritario de empresas que han realizado proyectos de I&D.

Adicionalmente se encontró, respecto a las fuentes del financiamiento para los programas de I&D, que para el promedio global, en el 99.8% del total de los casos se utilizaron fondos de las propias empresas, y en el porcentaje marginal restante se usaron créditos extranjeros u otras fuentes no especificadas. Resalta el hecho de que en ningún caso se hayan utilizado fondos de Gobierno. En este sentido cabe destacar la opinión de algunos pequeños empresarios que señalaron, por un lado, la falta de consideración de sus características y necesidades particulares, por parte de los programas de financiamiento gubernamentales, lo cual prácticamente los deja fuera del acceso a tales programas, y por el otro, lo elevado de las tasas de interés vigentes en el mercado nacional (y aún de los créditos del gobierno), con lo que también se les dificulta la obtención de créditos de la banca nacional privada.

5.4.3 Mercado

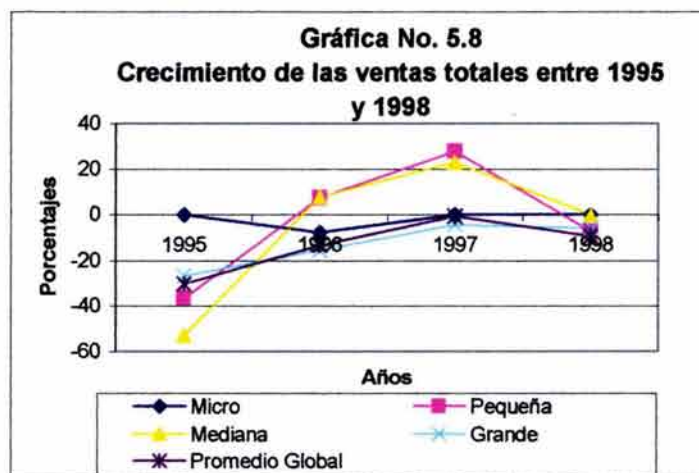
En este rubro se incluyeron 6 preguntas referentes a los aspectos de: valor de la facturación total anual, porcentajes de destino de las ventas, participación de los establecimientos en los principales segmentos del mercado, proporción de ventas destinado a los sectores público y privado, crecimiento de las ventas en los últimos años y valor de la facturación en el mercado del agua.

El promedio de la facturación total, obtenido por tipo de empresa para el período de 1994 a 1998, se observa en el cuadro 5.9. Con base en el análisis de los promedios de la facturación total anual del período señalado, y considerando el valor de las ventas a precios constantes de 1993, se aprecia una caída en la producción global del -30.1% en el año de 1995 y un decrecimiento del -42.9% en el período.

Cuadro 5.9
Promedio de la facturación anual total, por empresa, 1994 – 1998.
 (millones de pesos corrientes y constantes, base 1993)

Tipo de industria	Años									
	1994		1995		1996		1997		1998	
	Corr.	Ctes.	Corr.	Ctes.	Corr.	Ctes.	Corr.	Ctes.	Corr.	Ctes.
Micro	1.4	1.3	2	1.3	2.4	1.2	2.8	1.5	3.2	1.2
Pequeña	6.9	6.3	5.9	4	8.2	4.3	12.7	5.5	13.3	5.1
Mediana	40.5	37.3	26.2	17.6	36.5	19	54.4	23.4	61.5	23.4
Grande	280	258	281	188	306	159	354	152	378	143
Total	329	303	315	211	353	184	424	182	456	173

Por tipo de empresa se encontró que la Micro industria fue la menos afectada con un decrecimiento de -7.7% en el período, y el decrecimiento más fuerte se dio en el caso de la Gran industria con un -44.3% (ver Gráfica N° 5.8). La TPCA para toda la muestra fue de -10.7% , mientras que para toda la industria manufacturera fue de 6.9% entre 1994 y 1997.²⁶ Esto significa que mientras la industria manufacturera en su conjunto muestra una recuperación de la crisis de 1995, el subsector en estudio muestra todavía signos preocupantes de una fuerte recesión económica. De manera contrastante, la TPCA de la IA para los países industrializados se estima entre el 5 y el 6% para el año 2000, ubicándose entre los sectores más dinámicos de la economía (OECD, 1996).



Adicionalmente, con base en los agregados del total de ventas por tipo de empresa, se calcularon los indicadores de la participación en el valor total de la producción obteniéndose los resultados que se muestran en el cuadro 5.10.

²⁶ Dato calculado a partir de la Encuesta Industrial Mensual, Resúmenes Anuales de 1994 a 1997, (INEGI, 1995 a 1998).

Cuadro 5.10
Participación en el valor total de la producción por tipo de empresa, de 1994 a 1998 (%)

Tipo de empresa	1994	1995	1996	1997	1998
Micro	2	3.4	3.8	3.6	3.5
Pequeña	6.6	5.6	7.5	11	9.2
Mediana	11.5	10	12.2	14.5	15.6
Grande	79.8	80.9	76.5	70.9	71.7

Estos resultados muestran que la participación de la Micro industria (48.8% de las empresas de la muestra) en el valor total de la producción, pasó del 2% en 1994 al 3.5% en 1998. Este último valor, aún siendo pequeño, representa casi el doble que el primero. También el grado de participación de la Pequeña y Mediana industria ha crecido en ese período, de 6.6% y 11.5% a 9.2% y 15.6%, respectivamente. Por su parte, la Gran industria (11.6% de las empresas de la muestra) pasó del 79.8% en 1994 al 71.7% en 1998, lo cual significa una pérdida de participación del 10% en el período considerado. Es decir, a pesar de que la estructura productiva que presenta el subsector en estudio es fuertemente oligopólica, en los últimos cinco años el grado de concentración de la producción presenta una tendencia a disminuir. Esta situación contrasta con los hallazgos de Domínguez y Brown (1996), analizados anteriormente en el capítulo tres, quienes encontraron que el grado de concentración en la industria manufacturera nacional aumentó entre un 4 y un 5.3%, en el periodo comprendido de fines de los 1980s a principios de los 1990s²⁷.

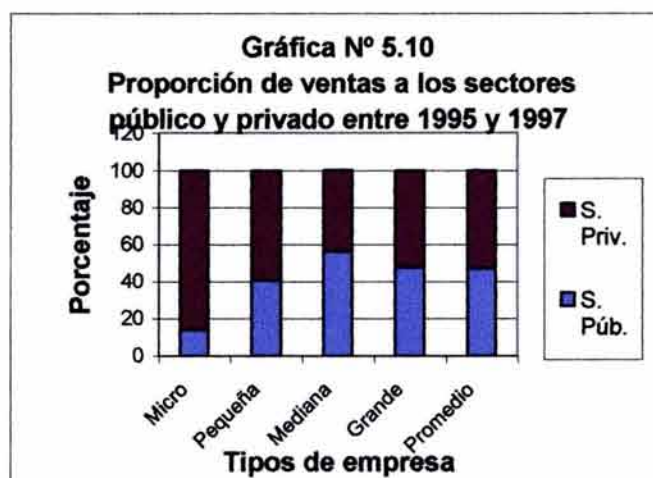
Con respecto al área destino de las ventas, los resultados globales evidencian que existe cierta aproximación de los datos para la ZMCM y el resto del país, habiéndose obtenido el 42% en el primer caso y 45% en el segundo. La diferencia entre la suma de ambas cifras con el 100% corresponde a las exportaciones, con un promedio global de 13% (ver Gráfica N° 5.9). En los resultados por tipo de empresa, se observa una tendencia a disminuir la proporción de las ventas destinadas a la ZMCM, a medida que aumenta el tamaño de la empresa. Así, mientras la Micro industria le destina el 53% del total de ventas, la Gran industria sólo le canaliza el 39%. También se aprecia una tendencia a incrementar el porcentaje de las exportaciones en función del tamaño de la empresa. Así, pasa de representar el 1% en la Micro industria, al 18% en la Gran industria.

²⁷ Supra, sección 3.4.1



En cuanto al grado de la participación de las empresas en los dos principales segmentos del mercado en el país, ZMCM y resto del país, se encontró que es un dato que no muchas empresas conocen, y generalmente tienden a ser las grandes. En total, sólo el 39.5% de las empresas contestaron con cierta aproximación esta pregunta. Más que el dato de la participación por empresa o de manera agregada, lo que se pretendía era saber el conocimiento del mercado por parte de las empresas. Aquí también se nota que son las Grandes empresas las que cuentan con mayor información de mercado, habiendo contestado la pregunta el 80% de ellas, en tanto que para las Micro empresas el porcentaje fue de sólo el 33%.

Otro aspecto importante que se encontró, fue que la proporción de ventas que las empresas destinan a los sectores público y privado, en general, muestra una cierta predominancia del último con un 53%, mientras al primero se destinó el 47% restante (ver Gráfica N° 5.10).



Por tipo de empresa, los resultados muestran un crecimiento de la importancia del sector público, con el tamaño de la empresa. De este modo, mientras este sec-

tor representa sólo el 14% de las ventas para las Micro industrias, en las Medianas industrias el porcentaje sube al 56% de sus ventas. En la Gran industria la importancia del sector público es del 48% de las ventas. Una explicación de este fenómeno, dada por algunos microempresarios, es la mayor capacidad financiera, de las Medianas y Grandes empresas, para competir (legal e ilegalmente) en los concursos que abre el gobierno con sus proveedores.

El comportamiento porcentual de las ventas totales anuales, en los últimos 3 años, fue otro dato relevante que la encuesta exploró. Cabe señalar que la información en la encuesta se dio en términos nominales por lo que hubo que descontar la inflación para obtenerla en términos reales. Los resultados se muestran a continuación en el Cuadro 5.11.

Cuadro 5.11
Crecimiento real de las ventas totales en el período de 1995 a 1997.
(%)

Tipo de empresa	1995	1996	1997
Micro	-48.2	-3.5	-3.4
Pequeña	-45.2	35.4	12.5
Mediana	-50.4	19.6	44.8
Grande	-37.2	-30.1	95.7
Promedio ponderado	-40.9	-12.9	73.4

Al revisar los datos obtenidos se aprecia que solamente en el año de 1997 se tuvo un crecimiento positivo para todo el subsector, y en los otros dos años considerados, el crecimiento global fue negativo. Es pertinente aclarar que estos datos de crecimiento no coinciden exactamente con los calculados a partir de los datos de la facturación total (pregunta 23) expuestos anteriormente. Son dos las causas de las diferencias. Por una parte, las respuestas a la pregunta 27 referente al crecimiento porcentual de las ventas, en muchos casos fueron dadas de manera más bien subjetiva y aproximada, sin que coincidiera exactamente con el crecimiento derivado de la pregunta 23. Por otra parte, al calcular los promedios por grupo de empresas en el caso de las Medianas y Grandes, por haber pocas empresas (4 y 5 respectivamente), el resultado atípico de alguna de ellas afecta de manera importante el promedio del grupo. Esto fue lo que sucedió para el año de 1997 en el que los resultados de dos empresas, una Mediana y otra Grande, afectaron los promedios de sus respectivos grupos, y también el promedio global ponderado de todo el subsector de referencia. Por todo esto, consideraremos aquí más apegados a la realidad los datos de comportamiento de ventas totales derivados de las respuestas a la facturación, mencionados en párrafos anteriores e ilustrados en la Gráfica N° 5.8.

Finalmente, en el rubro del mercado se obtuvo el valor de la facturación anual para el mercado del agua, por tipo de establecimiento y destino de las ventas. A partir de estos datos se obtuvo el agregado por grupo de empresa y los indicado-

res del grado de participación en el valor total de la producción y del destino de ventas. Los resultados, en millones de pesos (mdp) y porcentajes, se muestran en el Cuadro 5.12 y en la Gráfica N° 5.11.

Cuadro 5.12
Agregado de ventas anuales y participación, en el mercado del agua para 1998 (mdp)

Destino de ventas	Tipo de empresa				Total	Participación por destino de ventas (%)
	Micro	Pequeña	Mediana	Grande		
ZMCM	20	33	78.9	115.7	247.6	28.5
Resto del País	13.7	55.2	67	471.6	607.5	69.9
Exportaciones	0.3	2.1	11.1	0	13.5	1.6
Total	34	90.3	157	587.3	868.6	
Participación por tipos de empresa (%)	3.9	10.4	18.1	67.6		100



Estos resultados correspondientes a 1998 muestran que, por un lado, la participación de los destinos de ventas en el mercado del agua es diferente de la participación de los destinos de las ventas totales, pues mientras en este último caso la ZMCM absorbe el 42% de la producción total, en el primero sólo representa el 28.5%. Del mismo modo, el resto del país y las exportaciones son el destino del 45% y 12.9%, respectivamente, para el primer caso y del 69.9% y 1.6%, en el segundo caso. Llama la atención el bajo porcentaje de las exportaciones el cual es bastante menor que el valor correspondiente derivado de los datos del cuadro 5.6, que es de 39% para el año de 1998. También resulta bajo este porcentaje al compararlo con los datos correspondientes para países como E. U. y Canadá, cuya tasa de exportaciones de la Industria Ambiental es del 10% de la producción, y mucho menor que los datos de países como Alemania y Noruega cuyas tasas de exportación son de 31% en el primer caso, y de cerca del 80%, en el segundo (OECD, 1996). Asimismo este bajo nivel requeriría de una mayor investigación ya que no es fácilmente comprensible porqué las mismas empresas exportan 8 veces más de los productos que no se destinan al mercado del agua. Por otro lado, los grados de concentración en la producción para el mercado del agua son un poco inferiores a los correspondientes a la producción total, ya que la participación de la

Gran industria en 1998 es del 67.6%% en el primer caso, y de 71,7% en el segundo. Los valores de ambos casos están cercanos al 70% del promedio nacional para las manufacturas, encontrado por Domínguez y Brown (1996) para el año de 1992, aunque para establecimientos mayores a 500 trabajadores²⁸.

Con la finalidad de tener una idea de la dinámica de las ventas al mercado del agua, y debido a que no se cuenta con esta información para el mismo período que para las ventas totales, con los datos de las encuestas correspondientes a los años de 1996 y 1997 se construyó el cuadro 5.13 que se muestra a continuación.

Cuadro 5.13
Promedio de ventas de las empresas al mercado del agua y su crecimiento entre 1996 y 1997 (mdp de 1993)

Tipo de empresa	1996	1997	% de Crecimiento
Micro	0.845	0.824	-2.48
Pequeña	3.050	3.250	6.55
Mediana	13.890	17.530	26.20
Grande	144.400	136.900	-5.20
Total	162.200	158.500	-2.28

En primer lugar se observa que para el periodo mostrado, las micro y las grandes empresas tuvieron crecimientos negativos de sus ventas al mercado del agua, siendo mayor la disminución en el caso de las últimas. También se nota que el mayor crecimiento se dio para las medianas empresas, el cual fue de cuatro veces del correspondiente a las pequeñas empresas. Si se compara el dato de crecimiento total del cuadro anterior, con el crecimiento de las ventas totales de las empresas, para los mismos años de 1996 y 1997 (véase el cuadro 5.9), que fue de -1.09%, se aprecia que el total para el mercado del agua tuvo un decrecimiento de más del doble que el correspondiente a las ventas totales, lo cual nos lleva a suponer que la dinámica de las ventas para el mercado del agua ha tenido un comportamiento más desfavorable que el obtenido para las ventas totales de las empresas, en el período estudiado.

De acuerdo con lo expuesto en esta sección, el comportamiento de mercado para la muestra analizada se ubica en niveles no muy favorables y en algunos casos, francamente desfavorables respecto al promedio de la industria manufacturera, y a las expectativas para la IA planteadas en las secciones 4.4.2 y 4.6. Por ejemplo, un indicador relevante como es la dinámica de las ventas, muestra una TPCA muy por debajo del promedio manufacturero en los últimos años, como se mostró en párrafos anteriores, lo cual no parece confirmar nuestra hipótesis al respecto. En el caso de las exportaciones, el coeficiente global se ubica en un valor cercano al promedio de las manufacturas, que fue de poco más del 11%²⁹ para 1994, sin embargo el valor correspondiente a los productos para el mercado del

²⁸ Supra, p. 91.

²⁹ Supra, sección 3.4.1

agua, se mantiene muy por debajo (casi 10 veces) del citado promedio. Con relación al grado de concentración de la producción, medido por la participación de la Gran industria en la producción total, aunque muestra una tendencia decreciente, su valor es próximo al promedio manufacturero.

Esta situación de la dinámica económica se encuentra lejos de la correspondiente a la de la Industria Ambiental en los países industrializados, donde su crecimiento ha sido de los más importantes de la economía junto con la biotecnología y las telecomunicaciones.³⁰

Es bastante probable que una parte de las causas del bajo desempeño económico encontrado en la muestra se relacione con la crisis económica del país sufrida desde 1995. Sin embargo, en virtud de la información analizada en la sección 5.3 sobre la caída de las inversiones públicas que se viene dando desde antes de 1995, y considerando también lo planteado sobre las limitaciones existentes en la aplicación de las normas ambientales en la industria, es más probable que estos dos factores expliquen en mayor proporción los bajos niveles de producción encontrados en la muestra. La comprobación de esta idea sugiere la necesidad de investigaciones adicionales.

Ahora bien, si la IA del agua no parece mostrar un desempeño económico satisfactorio, sino un debilitamiento preocupante, ello significa que su contribución a los objetivos de mejoramiento ambiental y sustentabilidad se encuentra seriamente afectada. Una pregunta pertinente aquí es, entonces, ¿Cómo reactivar este mercado tan importante para el tránsito hacia un desarrollo sustentable? Algunas ideas al respecto se proponen en la última sección de este capítulo.

5.44 Empleo y salarios

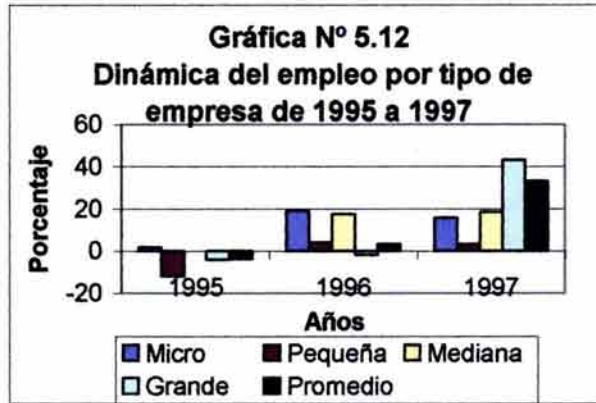
Este apartado consideró 5 preguntas referidas a los aspectos siguientes: crecimiento del empleo en los últimos 3 años, salario en la categoría inferior de empleo, proporción que representa la categoría inferior en el total de sueldos y salarios, incremento salarial en años recientes y prestaciones adicionales.

Un aspecto fundamental, que podría reflejar el crecimiento real del subsector, es el comportamiento del empleo. En este caso los resultados globales muestran que en el período de 1995 a 1997, la tasa de crecimiento del empleo pasó del -3.8% al 33%, siendo en 1996 de 3.2% (ver Gráfica N° 5.12). Evidentemente, el porcentaje negativo de 1995 es un reflejo de la grave caída de la economía nacional en ese año. Sin embargo, los datos en general muestran una dinámica del empleo interesante al compararlos con los promedios correspondientes a toda la industria manufacturera, los cuales fueron de -8.8%, 3.6% y 5.6%, para los años de 1995, 1996, y 1997, respectivamente³¹. Es decir, el comportamiento del empleo en la muestra del subsector en estudio, con relación a todo el sector industrial, fue

³⁰ OECD, 1996.

³¹ Datos calculados a partir de la Encuesta Industrial Mensual, Resúmenes Anuales de 1994 a 1997, (INEGI, 1995 a 1998).

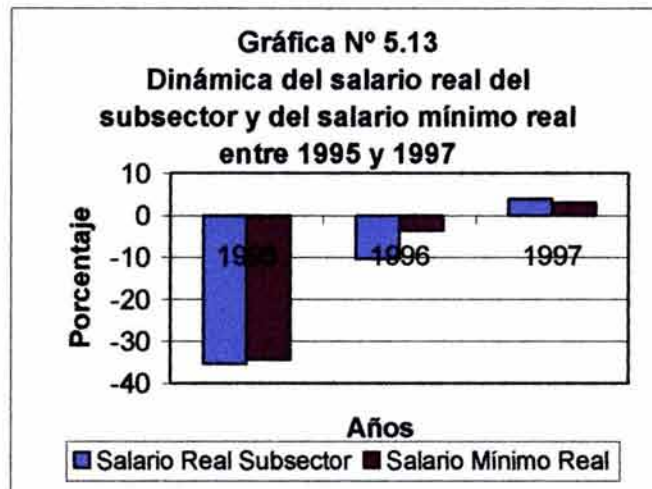
menos malo en 1995, casi igual en 1996 y muy superior en 1997. Sin embargo, estos datos relativamente favorables de empleo se contraponen con el decrecimiento de la producción experimentada en 1995 y 1996, y con el bajo crecimiento de 1997. Por ello es probable que la información de empleo, al haberse reportado sólo con tasas anuales y no con números de personas contratadas y despedidas, pueda haber sido algo intuitiva y por esa razón estar sobrevalorada y no corresponder con la realidad. Además los promedios globales, al estar ponderados por la producción, están fuertemente influidos por el promedio de las Grandes empresas, el cual en ocasiones, es influido por algún dato muy alejado de la media.



Es interesante conocer que el promedio del salario en la categoría más baja, existente en la muestra, fue de 51% por arriba del salario mínimo. Asimismo, destaca el hecho de que fue en la Micro industria donde se encontró el porcentaje más elevado para esa categoría, siendo de 69% por encima del salario mínimo, mientras que en la gran industria el porcentaje fue de únicamente el 25%.

Como información complementaria al punto anterior, los resultados mostraron que actualmente el 20% del total de sueldos y salarios pagados en las empresas de la muestra, corresponden a la categoría inferior. La variación por tipo de empresa, es inversamente proporcional al tamaño del establecimiento, disminuyendo de un 24% en la Micro industria, hasta un 11% en la Gran industria.

Con relación a los salarios reales (descontando la inflación), éstos tuvieron una impresionante caída de -38.1% en 1995, otra de -11.1% en 1996 y un crecimiento positivo de 3.9% en 1997. Comparando estos datos con las variaciones en los salarios mínimos reales, que fueron de -34.5%, -3.6% y 3% para los mismos años, respectivamente, se puede apreciar que el comportamiento del salario en la muestra estudiada tuvo caídas más fuertes y una recuperación ligeramente mayor que los salarios mínimos (aunque no muy alejados), en el período considerado (ver Gráfica N° 5.13).



Como último punto en este rubro, se preguntó en la encuesta sobre la existencia de 15 prestaciones para el personal ocupado, distinguiendo entre empleados administrativos y trabajadores de producción. Los resultados obtenidos en el promedio global, muestran que el 51% de tales prestaciones son concedidas a los primeros, y el 48% de ellas, a los segundos. En los resultados por tipo de empresa se aprecia una tendencia que favorece a las grandes empresas. Así, mientras los promedios para la Micro industria fueron de 29.3% y 28.7% para ambos tipos de personal, en la Gran industria, los promedios fueron de 57.3% para los administrativos y de 53.3% para los obreros. Esta situación corrobora la creencia común de que en las empresas más grandes, existen mejores condiciones de trabajo.

De la información analizada en este tema del empleo y salarios, no se puede desprender la idea de que las empresas de la muestra tengan un comportamiento muy superior al resto de la industria manufacturera, tal como se esperaría si su dinamismo fuera muy superior, lo cual no es el caso, como se mostró en la sección anterior. En este sentido la evidencia encontrada no apoya la hipótesis establecida en este trabajo, en cuanto a que los niveles de empleo y salarios en esta industria serían muy superiores al promedio manufacturero. Por ello, al no confirmarse que el desempeño económico de la IA esté logrando metas sociales importantes a través de la dinámica del empleo y los salarios, aquí también se debilita su contribución al objetivo del desarrollo sustentable.

5.4.5 Expectativas

En virtud de que las encuestas fueron aplicadas antes de que terminara el año de 1998, se incluyó una pregunta sobre las expectativas de las empresas para el corto plazo. En los resultados globales parece prevalecer un moderado optimismo, lo que se reflejó en que el 65% de las empresas esperaba de ese año, un resultado favorable, el 26% pensaba que sería desfavorable, el 6.4% creía que sería igual que el anterior, y el 3.1% dijo que no sabía. Sin embargo, la opinión de poco

más de un tercio, parece reflejar la incertidumbre que existe actualmente, sobre el rumbo económico del país. Es notable que en los resultados parciales, el tipo de empresa en el que se reflejó la mayor confianza, fue en la Gran industria con un 80% de expectativas favorables, mientras que las expectativas favorables más bajas se dieron en la Mediana industria, con un 25%. En el caso de las Micro y Pequeñas industrias, es posible que sus expectativas intermedias estén asociadas al hecho de que en períodos de dificultad económica como el presente, los problemas que enfrentan muchas empresas para importar equipos o refacciones, les representa ventajas a las primeras, ya que ellas suplen tales carencias. Por otro lado, de entrevistas complementarias con algunos empresarios se percibieron opiniones en el sentido de que una expectativa favorable no significa para ellos necesariamente un crecimiento importante de la empresa, sino simplemente poder seguir operando, es decir, subsistir. Una perspectiva de subsistencia para esta industria no coincide con la idea de una dinámica de alto crecimiento que se desprende de la información analizada en las secciones 4.4 y 4.6 del capítulo anterior. De cualquier modo, el desarrollo del subsector está fuertemente ligado al crecimiento de la economía nacional y especialmente a las inversiones del sector público, ya que como se mencionó anteriormente, cerca del 50% de las ventas globales están destinadas a tal sector.

Es conveniente agregar aquí algunas de las justificaciones más comunes que exteriorizaron los empresarios encuestados. Respecto a las expectativas favorables se argumentaron razones de índole interna a la empresa, como buena administración o introducción de nuevos productos, más que de tipo externo o macroeconómico. En cambio, en las justificaciones de las opiniones desfavorables, prevalecen más las razones externas vinculadas a la situación económica general del país, como por ejemplo los recortes presupuestales del gobierno, los altos impuestos y la competencia de las transnacionales.

5.5 SITUACIÓN DE LOS CENTROS DE INVESTIGACIÓN EN TECNOLOGÍA DEL AGUA

También para el caso de los Centros de Investigación (CI) se diseñó un formato de encuesta, que en este caso, se enfocó a tres aspectos fundamentales de su estructura y desempeño: 1) características generales, 2) desarrollo de proyectos, y 3) financiamiento (ver anexo B). Esta encuesta se aplicó a 8 instituciones de investigación que a continuación se enlistan y después se detallan los resultados obtenidos en cada uno de estos rubros.

1. Departamento de Energía de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco (UAM).
2. Departamento de Investigación de la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura del Instituto Politécnico Nacional (ESIA).

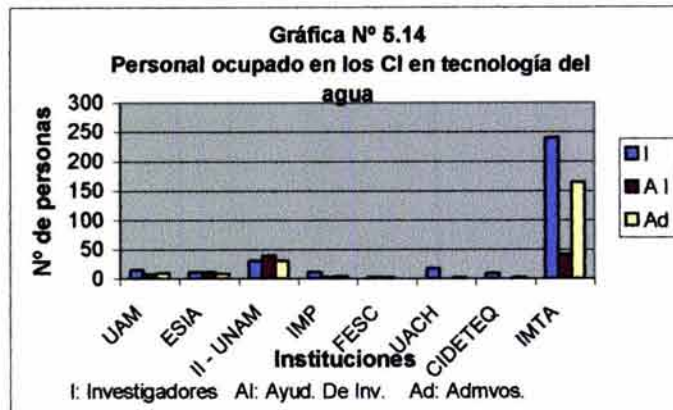
3. Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México (II - UNAM).
4. Subdirección de Protección Ambiental del Instituto Mexicano del Petróleo (IMP).
5. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán de la Universidad Nacional Autónoma de México (FESC).
6. Departamento de Irrigación de la Universidad Autónoma Chapingo (UACH).
7. Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica (CIDETEQ).
8. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA).

5.5.1 Características generales.

En este aspecto se incluyeron cuatro preguntas relacionadas a: tipo de institución (pública o privada), antigüedad del CI, número de personas que trabajan en los proyectos sobre el agua, y principales líneas de investigación.

Un dato relevante fue que el 100% de las instituciones investigadas, son públicas y el 63% son además, educativas. Cabe agregar que de los 8 CI encuestados, 6 se encuentran ubicados en la ZMCM, 1 en la ciudad de Cuernavaca y el otro, en la ciudad de Querétaro. Éstos dos últimos se incluyeron en virtud de que en la ZMCM son pocos los CI que están desarrollando proyectos sobre tecnología del agua. Además, en el caso del CI ubicado en Cuernavaca, se trata del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), una de las instituciones de investigación más importantes del país, en el tema del agua. En el caso del CI de Querétaro, el Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica (CIDETEQ), aunque no es de los más importantes en cuanto al número de proyectos desarrollados, pero la intención fue conocer particularmente, qué experiencia había tenido sobre la vinculación con el sector industrial.

Con relación al número de personas que trabajan en los proyectos del agua, se obtuvo que el promedio de investigadores por centro fue de 47.7, aunque una sola institución, el IMTA, concentra el 73.8 del total de investigadores. El promedio de ayudantes de investigación fue de 9.3 por centro, y el de personal administrativo fue de 27.8. También en estos dos últimos casos, existe una gran concentración, aunque menor que en el primer caso (ver Gráfica N° 5.14).



Las principales líneas de investigación sobre el agua que actualmente se abordan son:

- Tratamiento de aguas industriales residuales y lodos.
- Calidad de agua potable.
- Comportamiento de cuerpos de agua dulce y salada, y control de azoles.
- Cárcamos de bombeo.
- Hidrología, geohidrología y riego.
- Redes de tuberías.
- Acuíferos.
- Hidráulica y plantas hidráulicas.
- Reuso de agua tratada.
- Tratamiento de aguas residuales urbanas.
- Separación sólido – líquido.
- Drenaje.
- Economía del agua

5.5.2 Desarrollo de proyectos.

En este rubro se plantearon 10 preguntas que abordaron los aspectos siguientes: evolución de los proyectos en los últimos 5 años, importancia relativa de los temas estudiados, existencia de proyectos sobre diseño o modificación de equipo, tipos de equipos involucrados, desarrollo de proyectos para el sector industrial, importancia relativa de los temas estudiados en los proyectos para la industria, consideración del diseño de equipo en los proyectos industriales, proporción de los proyectos industriales que se refieren a equipos, generación de patentes y proporción de patentes referidas al diseño o modificación de equipo.



En los últimos 5 años, el número total de proyectos de investigación sobre el agua, realizado por los CI, ha pasado de 137 en 1994 a 332 en 1998 (ver Gráfica N° 5.15), lo cual implica una tasa promedio de crecimiento anual (TPCA), de 35,6% y un número total de proyectos desarrollados en el período, de 1175. Cabe aclarar, sin embargo, que la inmensa mayoría de la investigación se realiza en dos instituciones: el Instituto de Ingeniería de la UNAM y el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, los cuales han desarrollado conjuntamente el 90% de los proyectos en el período revisado (ver Gráfica N° 5.16). Esto refleja la enorme concentración de los recursos de investigación sobre el agua, que hoy existe. Pero además, la TPCA de los proyectos en estas dos instituciones, 36.5%, es más alta que la de los demás CI. Así, la TPCA de los proyectos en la mayoría de los CI, sin contar al II – UNAM y al IMTA, es de sólo 20.8%, la cual es bastante menor al dato anterior correspondiente a toda la muestra.



Con relación a los rubros más estudiados, se encontró que el tema de aguas residuales urbanas e industriales, es el más importante ya que abarca el 24% del total de proyectos de investigación. En segundo lugar se encuentra el ahorro agrícola del agua con el 21,5% de los proyectos, y en tercer lugar, el suministro y la

potabilización del agua con el 11,4%. Con respecto a la contaminación del agua, parece prevalecer un enfoque más correctivo que preventivo, es decir, se trata de tecnologías del tipo "de final del proceso".

Es pertinente señalar que el 88% de los proyectos actualmente en desarrollo, se refieren al diseño o modificación de equipo, lo cual es importante en virtud de que ello constituye un amplio abanico de posibilidades de vinculación con la industria manufacturera, que es la que produce los bienes de equipo. Actualmente, como se verá enseguida, tal vinculación es bastante débil.

Los equipos sobre los que se están desarrollando proyectos de investigación, se refieren a los siguientes aspectos:

- Filtración y separación de sólidos.
- Medidores de velocidad, gasto y niveles.
- Plantas de tratamiento y potabilizadoras.
- Control hidráulico.
- Cámara de determinación de CO₂
- Plantas modulares didácticas.
- Dispositivos de aireación para saneamiento de ríos.

En el período de 1994 a 1998 se han desarrollado 98 proyectos sobre el agua para el sector industrial, en total (ver Gráfica N° 5.17). Esto representa sólo el 8,3% de todos los proyectos. Además, el 76% de tales proyectos industriales se llevaron a cabo durante 1997 y 1998, y el 65% de ellos fueron realizados por una sola institución: el Instituto de Ingeniería de la UNAM. Es decir, además de realizarse pocos proyectos para el sector industrial, ellos se encuentran sumamente concentrados. Sin embargo la TPCA para el período, fue de 9.5%, lo cual fue interesante.



Otro dato interesante sobre los proyectos para la industria, es que el 61% se refiere al tratamiento de aguas residuales, el 14% al ahorro de agua de proceso, el 13% a suministro y/o potabilización y el restante 12%, a otros aspectos. Estos da-

tos reflejan que el énfasis de la industria, respecto a los problemas del agua, parece estar más en los efectos de la contaminación que en sus causas, y además, que hay poco interés todavía en el ahorro del agua.

El 75% de los proyectos dirigidos al sector industrial, han implicado el diseño o la modificación de equipo, lo cual revela un gran potencial de vinculación con el subsector manufacturero que produce los bienes de equipo para la problemática del agua.

Con respecto a la generación de patentes, los resultados obtenidos muestran que en el período de 1994 a 1998, se han producido, 18 patentes. El promedio anual no llega siquiera a 1 patente por institución (ver cuadro 5.14). El promedio total por año fue de 3.6 patentes, y no se observa alguna tendencia creciente. Como comparación se puede señalar que sólo en el año de 1996, una sola empresa de EU presentó en México 182 solicitudes de patentes (Conacyt, 1997). Por otra parte, en este aspecto también se aprecia una gran concentración, ya que sólo dos instituciones (I.I. - UNAM y el IMTA), abarcan el 83% de todas las patentes generadas en el período.

Cuadro 5.14
Generación total de patentes en los CI de 1994 a 1998

Patentes	Años				
	1994	1995	1996	1997	1998
Nº total por año	4	2	4	5	3
Promedio anual por CI	0.57	0.29	0.57	0.63	0.38

Cabe agregar que el 91% de las patentes reportadas, se refieren al diseño o modificación de equipo.

De lo anterior cabe destacar la gran desvinculación encontrada entre los CI y las empresas industriales, lo cual reafirma lo encontrado por el lado de las empresas y apoya la caracterización de la industria en AL planteada por las teorías neo-estructuralista y evolucionista. Particularmente, bajo la perspectiva de la esta última, los pocos proyectos realizados por los CI para la industria, reflejan, por un lado, el desinterés de las empresas en participar en la generación de las innovaciones tecnológicas, y por el otro, la ausencia de un sistema de innovación que transmita los estímulos necesarios para el establecimiento de fuertes y permanentes vínculos entre las firmas y los CI, además de los otros agentes involucrados en el proceso de cambio tecnológico.

Por otra parte, la ineficacia de los CI para lograr una importante generación de patentes, posiblemente pueda ser explicada en parte por causas externas a los propios centros, relacionadas con los largos procesos burocráticos de la entidad gubernamental responsable de otorgar las patentes, que desalienta la realización

de los trámites respectivos³². Esta explicación se sugiere debido a que un alto porcentaje de los proyectos de investigación desarrollados tienen que ver con el diseño y/o modificación de equipo, y sin embargo, no se obtienen las patentes correspondientes.

Asimismo, el hecho de que la mayoría de los proyectos se refieran al tratamiento de las aguas residuales sugiere que como sociedad nos encontramos antes de la primera etapa, referida a la prevención de la contaminación, de la estrategia ambiental de las empresas que buscan la sustentabilidad, planteada por Hart (1997)³³. Esta situación es bastante preocupante en la medida en que indica que, mientras en los países industrializados la innovación tecnológica se encuentra orientada más bien a la prevención de la contaminación a través del mejoramiento de los procesos productivos, y a la administración del producto, vía el uso del diseño para el ambiente y la recuperación, reuso o reciclaje de productos, en México el incipiente desarrollo tecnológico apenas está intentando corregir los efectos de la contaminación, lo cual refleja la magnitud del atraso tecnológico.

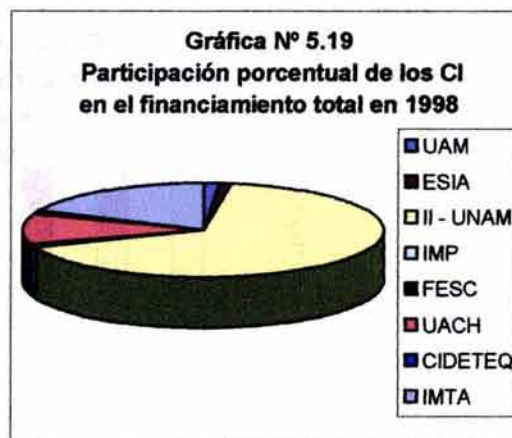
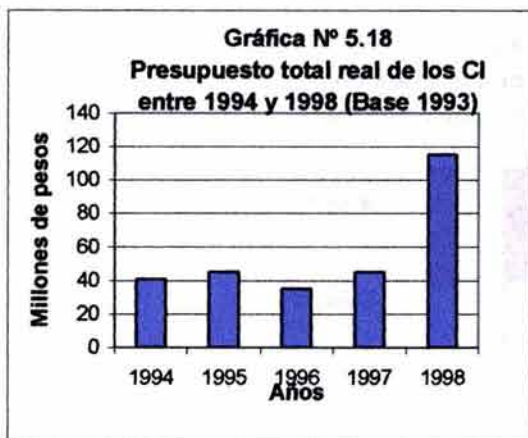
5.5.3 Financiamiento.

En este punto se incluyeron 6 preguntas con relación a lo siguiente: evolución del presupuesto de los proyectos del agua en los últimos 5 años, cambio relativo en las fuentes de financiamiento de los proyectos en los últimos años, proporción del financiamiento aportada por la industria manufacturera, proporciones aportadas por las industrias por tipo de capital mayoritario (nacional o extranjero), problemas existentes en la vinculación con la industria manufacturera, y expectativas financieras en el corto plazo.

El financiamiento global de los proyectos de investigación sobre el agua en los CI estudiados, pasó de 41 mdp en 1994 a 115 mdp en 1998, en términos reales a precios de 1993 (ver Gráfica N° 5.18). Esto implica una TPCA del 45%, la cual es bastante alta. Aquí cabe aclarar que el mayor incremento se dio en 1998, ya que en este último año el financiamiento creció en 154% respecto al año anterior, mientras que en los tres primeros la TPCA fue de sólo el 3,8%. También debe señalarse la gran influencia, en el total, del I.I. de la UNAM, ya que en 1998 sus ingresos representaron el 66.4% de todos los CI. Si a este dato se agregan los ingresos del IMTA, estas dos instituciones concentran el 85% de la inversión global en I&D, en la muestra estudiada (ver Gráfica N° 5.19).

³² Las patentes son concedidas después de dos o tres años de la solicitud, pero hay casos en que el trámite puede durar más de diez años (Conacyt, 1997).

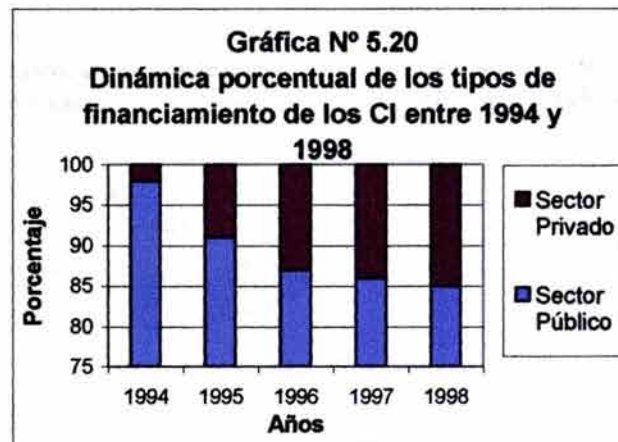
³³ Supra, sección 4.2.1



Con relación a las fuentes de financiamiento para los proyectos de investigación, se encontró que para los últimos cinco años su principal origen ha sido los fondos gubernamentales, cubriendo un promedio del 89% del total. Sin embargo, se observó una tendencia a disminuir, en virtud de que en 1994 el promedio fue del 98% y para 1998 decreció al 85%. Esto implicó una importancia creciente de otras fuentes de financiamiento, particularmente de los fondos privados provenientes de empresas y fundaciones. Así, estas aportaciones pasaron de menos del 1% del total del financiamiento en 1994, al 14,5% en 1998 (ver Gráfica N° 5.20). Este cambio en la proporción del financiamiento de la investigación a favor del sector privado es una consecuencia de lo que sucede en el ámbito nacional, ya que entre 1993 y 1995 la participación del sector productivo en el Gasto en Investigación y Desarrollo Experimental, pasó del 14.3 al 17.6%. Sin embargo, esta situación todavía se encuentra bastante lejos de lo que ocurre en los países industrializados en donde el sector productivo es la principal fuente de financiamiento para estas actividades³⁴. Lo preocupante de esta situación es que el gasto público en proyectos de desarrollo científico y tecnológico en México, no sólo ha bajado porcentualmente sino también en términos absolutos, ya que entre 1991 y 1996 estos apoyos del gobierno disminuyeron de \$110 a sólo \$94 mdp, a precios de 1993, aunque el presupuesto total para ciencia y tecnología aumentó (Conacyt, 1997).

Debe aclararse que los fondos del gobierno considerados para los CI, no se refieren solamente a los presupuestos de las propias instituciones, sino también al financiamiento proveniente de algunas secretarías de estado, empresas y organismos públicos, y otras entidades públicas, quienes contratan con los CI el desarrollo de ciertos proyectos de su interés.

³⁴ Por ejemplo, en 1995 EU y Japón financiaron la investigación y el desarrollo experimental con fondos provenientes del gobierno sólo con el 36.1 y el 21.5%, respectivamente. La participación del sector productivo en estos casos fue de 59.9 y 68.2%, respectivamente (Conacyt, 1997, p. 24).



Esta vinculación de los CI con el sector público externo ha crecido enormemente en los últimos años, a tal grado que en el caso del Instituto de Ingeniería de la UNAM, los fondos provenientes de dicho sector, en 1998, constituyeron cerca del 92% del total de fondos externos. Los únicos casos en que los ingresos provienen solamente del propio presupuesto de la institución, son el IMP y el IMTA, aunque éste último empezó a captar fondos externos en 1998, pero de manera marginal.

Por otro lado, se observó que a pesar de que los fondos privados se han incrementado en los últimos años, los provenientes de la industria manufacturera son marginales. Por ejemplo, para el Instituto de Ingeniería de la UNAM tales fondos representan tan sólo el 5% del total de los fondos externos. En otros casos, el financiamiento de la industria manufacturera es prácticamente cero (IMP y UACH), y en el otro extremo representó alrededor del 30% del presupuesto del CI (CIDETEQ). Este último caso no es importante en el agregado porque su presupuesto es pequeño. En el ámbito general, estos datos corroboran la escasa relación de los CI con la industria manufacturera nacional, como se había mencionado ya en relación con otros datos.

También se debe señalar que dentro de los principales problemas que los CI reportaron como obstáculos para una mayor vinculación con el sector manufacturero, se encuentran por un lado, el excesivo burocratismo y fallas en la normatividad vigente en los propios CI, y por el otro, la falta de una visión de largo plazo de parte de los industriales con relación a la viabilidad y rentabilidad de los proyectos de I&D, por lo que éstos son evaluados con una visión de corto plazo en cuanto a la recuperación y ganancia sobre la inversión.

Finalmente, y con relación a las expectativas existentes para el corto plazo, sólo el 25% de los CI expresó una situación financiera favorable para la institución, el 50% manifestó una expectativa desfavorable y el 25% restante, señaló que seguiría igual. En general, las causas del pesimismo dominante se refieren a la dismi-

nución del subsidio, en términos reales, que cada institución recibe del gobierno federal.

5.6 DISCUSIÓN DE RESULTADOS: AGUA, TECNOLOGÍA, MERCADO E INVESTIGACIÓN

Del análisis de la información y de las consideraciones presentadas a lo largo de este capítulo, pueden destacarse y discutirse los resultados siguientes:

5.6.1 La problemática y la política del agua.

Las políticas sobre el agua que se han implementado en la ZMCM, han permitido avanzar en algunos aspectos de la problemática como es el caso de la ampliación de la cobertura de los servicios de agua potable y drenaje. Sin embargo, tales políticas han sido insuficientes para revertir problemas como: a) la enorme dependencia de fuentes externas de agua, cuya extracción y transporte tiene costos ambientales y económicos muy grandes; b) el creciente agotamiento y contaminación de los acuíferos del Valle de México; c) el alto volumen de fugas en la red de agua potable; d) la falta de tratamiento de la mayor parte de las aguas residuales de la ciudad; e) la falta de aprovechamiento del agua de lluvia; f) la baja eficiencia operativa de las plantas de tratamiento existentes, particularmente las del DF; etc.

Además de lo anterior, las políticas públicas aplicadas para enfrentar los problemas del agua se han caracterizado por ser de tipo sectorial y local, quedando en la práctica como insuficientes, ineficaces e insustentables. Asimismo, existen importantes acciones planteadas en las políticas que han quedado sólo como buenos deseos al no haberse llevado a cabo. Es el caso del Proyecto de Saneamiento Integral del Valle de México que aún no ha podido realizarse a pesar que se planeó desde hace algunos años. Una de las deficiencias graves de las políticas planteadas es que se han dirigido más a los efectos que a los factores causales de los problemas existentes. Otro de los aspectos descuidados por las políticas establecidas es el referente a la falta de medidas efectivas tendientes a fomentar la investigación y el desarrollo tecnológico, como factores clave para revertir el deterioro de los recursos hídricos en la ZMCM. En este sentido, en el fondo lo que ha faltado es una visión integral que intente abordar de manera más amplia la problemática del agua, vinculándola a los desafíos del desarrollo nacional y particularmente a la gran concentración económica y poblacional del Valle de México, la cual se encuentra detrás de la escasez y contaminación de los recursos hídricos.

Esta situación en particular muestra la insustentabilidad de los estilos de desarrollo aplicados en el país en las últimas décadas, que en los hechos han propiciado un uso dilapidatorio y descuidado de los recursos naturales; y que sus promotores han carecido de la visión y decisión suficiente para poner en marcha las medidas correctivas y preventivas necesarias. Cabe aclarar que se habla de los estilos de desarrollo en plural, porque tanto la estrategia de desarrollo de la industria-

lización guiada por la sustitución de importaciones, vigente en México hasta fines de los 1970s, como el programa de ajuste neoliberal impuesto en el país a partir de la década de los 1980s, han utilizado de manera depredatoria e irracional los recursos naturales en aras de un desarrollo que no ha favorecido una visión de largo plazo y que no ha beneficiado a la mayoría de la población del país. En este sentido, y desde una perspectiva teórica, la problemática del agua en la ZMCM puede ser explicada en una visión neoestructuralista por el planteamiento de Sunkel (1991), para quien los países de América Latina, que han seguido un desarrollo imitativo y dependiente, han carecido de la imaginación para evitar el desperdicio y para optimizar el aprovechamiento de los recursos naturales. En esta perspectiva, el rol de la investigación científica ha carecido de una orientación hacia la preservación de los recursos y del ambiente, y para promover su adecuada gestión.

Por otra parte, y considerando la hipótesis sobre la efectividad de las políticas públicas dirigidas a frenar el deterioro de los recursos hídricos en la ZMCM, se puede señalar que la evidencia encontrada y discutida, refuerza el supuesto de la poca efectividad de dichas políticas.

5.6.2 La demanda de equipo.

En el contexto de una caída dramática de la inversión pública en APAS durante la década de los 1990s, las inversiones realizadas por los gobiernos del DF y el EM en los últimos años han disminuido sensiblemente en términos reales, en particular desde 1994, aunque en menor escala que en el ámbito nacional. De acuerdo con esto, la demanda de equipo para la problemática del agua en el sector público de ambas entidades ha experimentado una disminución de alrededor del 16%, entre 1993 y 1997, aunque tuvo un crecimiento importante entre 1993 y 1994. Se espera una reactivación en los próximos años, debido a los proyectos pendientes, aunque hay incertidumbre al respecto. Cabe señalar que la disminución de la inversión pública en obras de infraestructura del agua, que puede explicarse por la política neoliberal de reducción del gasto público y por la crónica falta de recursos financieros por parte del gobierno, muy probablemente ha tenido un fuerte impacto en la contracción de la producción de la industria productora de equipo para el agua, la cual se mostró en la sección 5.4.3. Asimismo, tal reducción de la inversión pública no corresponde con el crecimiento previsto para esta rama de la industria ambiental, por las estimaciones de la AID (1995) y del INE(1997), quienes supusieron, una casi estabilidad de las inversiones para el período de 1994 a 1997, para el primer caso, y un crecimiento del 20% anual, en el segundo³⁵. Por otro lado, esta reducción de la inversión pública va a contracorriente de la postura neoestructuralista que recomienda fortalecer el gasto público en infraestructura, como una vía para afrontar los atrasos existentes y al mismo tiempo, propiciar el crecimiento económico, (Herrera, 1994; y Sunkel, 1991)

³⁵ Supra, secciones 4.4.2 y 4.5.

Por el lado de la industria, se carece de datos precisos sobre inversiones de equipo para el agua en la ZMCM. Aunque se encontraron datos que muestran cierto crecimiento de la demanda en este sector, se reconoce que es muy bajo el porcentaje de empresas industriales que está realizando tratamiento y reutilización de sus aguas residuales, por lo que es probable que tal crecimiento no sea representativo de toda la industria. Ello implicaría, sin embargo, la existencia de un gran potencial para este mercado. A pesar de que se espera en los próximos años cierta reactivación de este mercado por la relativa recuperación macroeconómica del país y por la puesta en vigor de las nuevas regulaciones ambientales sobre el uso del agua en la industria, hay incertidumbre sobre la forma como esto pueda incidir en la industria productora de equipo, particularmente porque no existe una fuerte tradición en México para hacer cumplir las normas. Esta situación de carencia de información por el lado de la demanda industrial de equipo para el agua, subraya la importancia y sugiere la necesidad de realizar nuevas investigaciones que den claridad al respecto.

En este orden de ideas, finalmente se puede plantear que los datos encontrados sobre la demanda de maquinaria y equipo para el agua en la ZMCM, al menos por el lado de la demanda pública, coinciden con la hipótesis que sugería un crecimiento de dicha demanda antes de 1995 y una contracción a partir de tal año.

5.6.3 Las empresas

De acuerdo con los datos analizados en la sección 5.4, que caracterizan la conformación y la situación tecnológica y económica de la muestra de la industria estudiada, es conveniente sintetizar y destacar algunos aspectos relevantes. La evidencia empírica encontrada muestra a una industria ambiental del agua integrada mayoritariamente por micro y pequeñas empresas, con ingresos anuales de \$0.4 a \$49 m.d.p. (1997), aunque la mayor parte del valor de la producción es generada por las grandes empresas, y con cerca de dos terceras partes de tal industria, constituidas por empresas de capital mayoritariamente nacional. Esta industria está conformada por empresas que destinan poco más de la mitad de su producción al mercado del agua, es decir, que también fabrican bienes para otros mercados, lo cual ha sido un factor que ha complicado la investigación, tanto para la detección y encuestamiento de las empresas, como para el diseño del cuestionario y la interpretación de resultados.

Con relación al aspecto tecnológico, cabe destacar que la mayor parte del proceso de innovación que realizan las empresas, en la generalidad, es de origen extranjero, aunque en el caso de las microempresas la innovación es generada mayoritariamente por las mismas empresas. Esta situación refleja, en general, la fuerte dependencia tecnológica de la industria respecto del mercado extranjero, pero también permite apreciar un potencial interesante para desarrollo endógeno de tecnología que merece ser considerado. Aunque el porcentaje de empresas que realizan I&D es minoritario, su proporción es superior a la media nacional para la industria, lo cual, aunado al hecho de que ellas destinan a I&D un porcentaje de sus ventas que es poco más del doble del promedio que corresponde al sector

manufacturero nacional, refuerza el potencial de desarrollo tecnológico que posee la industria, y que debe ser aprovechado. Tres importantes características adicionales del proceso tecnológico deben destacarse. La primera se refiere a que la abrumadora mayoría de los casos en que se han realizado proyectos de I&D, éstos se han desarrollado en la propia empresa, lo cual, en cierta manera refleja el hecho de que la vinculación con los centros de investigación, particularmente los públicos, es prácticamente inexistente. La segunda, referida al financiamiento de tales proyectos, también la realizaron las empresas con sus propios recursos, por lo que no se encontró financiamiento proveniente de la banca comercial nacional o del gobierno. Esta situación refleja la inexistencia y/o ineficacia de las políticas públicas de apoyo a las empresas para promover el desarrollo tecnológico. Finalmente cabe subrayar que casi una tercera parte de las innovaciones no tuvo ningún efecto en el uso del agua, poco más de la mitad contribuyó al ahorro y a la reducción de la contaminación existente del agua, y prácticamente ninguna a la prevención de ésta; todo lo cual tiene importantes implicaciones ambientales ya que significa que la innovación generada todavía corresponde a la tipología de tecnologías de final del proceso o de control de la contaminación que combaten la contaminación existente, pero ni siquiera se contemplan acciones de la primera etapa de la clasificación de Hart (1997), que se refiere a tecnologías de prevención de la contaminación, que utilizan la mayoría de las empresas en los países industrializados³⁶, sin hablar de las etapas y tecnologías más avanzadas de las empresas líderes de esos países. Esto es una muestra del atraso tecnológico en que se encuentran las empresas en México y también del atraso existente en la búsqueda de la sustentabilidad.

De acuerdo con lo anterior, se puede afirmar que lo encontrado en la muestra confirma el planteamiento neoestructuralista (Rodríguez, 1991) en el sentido de que la innovación tecnológica en las empresas de los países periféricos ocurre fundamentalmente a través del mercado internacional. Además, al ser de tipo adaptativa la actividad de I&D que se encontró, la estrategia de innovación de las empresas puede clasificarse como de tipo imitadora – dependiente, la cual también corresponde a los países periféricos, según la clasificación mencionada por el mismo autor³⁷. Por otro lado, al comparar estos resultados y los datos de demanda de equipo de la sección 5.3.2, con la clasificación de las fases tecnológicas descritas por Aboites (1998) para los países en desarrollo³⁸, podemos plantear que las evidencias apoyan la ubicación de esta industria entre la fase de “asimilación y aprendizaje” y la de “creación de nuevos productos”. Esto es importante en la medida que puede contribuir, con la conjunción de otros factores, a la construcción del sector que podría conformar el núcleo endógeno de generación tecnológica que plantea la TE³⁹.

³⁶ Supra, sección 4.2.1

³⁷ Supra, sección 4.2.2

³⁸ Supra, sección 2.3.3

³⁹ Supra, sección 2.3.3

Considerando asimismo, los bajos resultados en patentes, la orientación principalmente de adaptación tecnológica de la I&D que prevalece en las empresas de la muestra y el hecho de que la mayor parte de los equipos que se utilizan en el manejo del agua sea de importación, cabe preguntarse ¿Porqué han sido tan infructuosos los esfuerzos desplegados por las empresas en estudio? La experiencia internacional exitosa ha mostrado que los procesos de I&D son lentos y que los resultados se obtienen después de años de esfuerzos de planeación, inversión y organización para construir una sólida infraestructura de investigación que no se logra sólo por las acciones aisladas de las empresas sino por la conjunción de otros factores tales como la disponibilidad de créditos, mano de obra calificada, estímulos fiscales, vinculación con los centros de investigación, etc. Todo ello ha sido marginal en el caso que nos ocupa. Esto es lo que nos sugiere una interpretación de los hechos desde la perspectiva de la TE. Es decir, los escasos resultados en generación de tecnología en la IA del agua pueden explicarse por la ausencia de un sistema de innovación que refleje la operación de redes de comunicación y colaboración entre las firmas y entre éstas y las demás instituciones que influyen en el proceso de desarrollo tecnológico, tales como los institutos de investigación, las universidades e institutos técnicos, las dependencias de gobierno, los bancos y otras⁴⁰. Esta ausencia refleja también la falta de una política adecuada de promoción tecnológica que establezca los incentivos económicos y los mecanismos institucionales que impulsen a las firmas y demás organizaciones a realizar las acciones necesarias para construir una cultura tecnológica y obtener resultados concretos exitosos al respecto. En este sentido, ha resultado decepcionante la pretensión de generar tecnología en la industria ambiental (IA) solamente con el fortalecimiento de las fuerzas del mercado, como se ha planteado en los hechos la política gubernamental. La evidencia empírica encontrada no apunta precisamente hacia la apertura de la "caja negra"⁴¹ de la tecnología y las acciones correspondientes, de las que habla Fajnzilber (1990), aunque se hayan encontrado ciertos esfuerzos de cambio tecnológico. Para intentar tal apertura se requerirían otro tipo de estrategias como las que se proponen en la sección 5.7.

De acuerdo con la discusión precedente, y considerando la hipótesis planteada sobre el aspecto tecnológico, se puede señalar que en general, los resultados empíricos apoyan las ideas supuestas respecto a la fuerte dependencia de tecnología extranjera, bajos niveles de inversión en I&D, poca vinculación con los centros de investigación nacionales y escasa generación de tecnología endógena, aunque algunos de los indicadores significativos encontrados en las empresas, son superiores al promedio de la industria manufacturera nacional, lo cual, como ya se indicó, representa un potencial aprovechable de la industria analizada.

Respecto a los resultados encontrados en la temática del mercado cabe destacar tres hechos significativos. El primero se refiere a que en la estructura de ventas de las empresas se encontró que casi la mitad de los ingresos provienen del sector público, lo cual refleja la fuerte dependencia de la industria respecto a la

⁴⁰ Supra, sección 2.3.3

⁴¹ Supra, p. 66.

política de gastos del gobierno en el rubro ambiental del agua. Esta situación ayudaría a explicar el hecho siguiente, tal como se propone más abajo. El segundo hecho a discutir es que la enorme caída de la producción para el período de los cinco años analizados, no sólo está muy por debajo de la dinámica económica que mantiene la IA en los países industrializados (OCDE, 1996), y de las expectativas para la IA nacional, particularmente para la rama del agua, analizadas en el capítulo anterior, sino también de lo que ha ocurrido en la industria manufacturera nacional, que en los años posteriores a 1995 ha mostrado tasas positivas de crecimiento. Esta deprimida situación económica de las empresas, pone en tela de juicio la capacidad de esta rama de la IA para contribuir a un desarrollo sustentable en el rubro de la problemática del agua. El tercer aspecto a subrayar es el muy bajo nivel encontrado de las exportaciones, tanto con relación al nivel de esta variable en la IA de los países industrializados, como en comparación con la tasa de exportación de las manufacturas nacionales. En un intento de comprensión de las dos últimas características problemáticas señaladas, podemos sugerir que el negativo desempeño de la industria estudiada que se expresa en la falta de crecimiento y la baja tasa de exportaciones, podría ser muy probablemente explicado en gran medida, por el lado de la demanda, por la disminución de la inversión pública real ocurrida a lo largo de la década de los 1990s, analizada al principio de este capítulo⁴², y por la falta de control en la aplicación de la normatividad ecológica en las empresas privadas e instituciones públicas⁴³; y, especialmente, por el lado de la oferta, por la carencia de desarrollo tecnológico en las empresas, analizada ya ampliamente, lo cual origina una baja competitividad de éstas, tanto en el mercado nacional como en el internacional. Estos factores explicativos, del lado de la demanda y de la oferta, podrían permitir, mediante un rol más activo del sector público, el diseño de políticas de gasto en infraestructura del agua y de promoción y apoyo a la I&D, una reactivación de la industria de equipos con importantes implicaciones positivas en lo económico, lo social y lo ambiental. Estas propuestas serán discutidas con detalle en la sección 5.7.

Con relación al empleo y los salarios, merece destacarse y discutirse lo siguiente. Los datos de empleo tienen ciertas contradicciones y no permiten obtener una conclusión confiable, aunque la información sobre crecimiento económico de las empresas, sugiere una situación negativa. Esto plantea la necesidad de realizar nuevas investigaciones al respecto. De manera complementaria, el comportamiento encontrado de los salarios no dista mucho de lo que ha ocurrido en el nivel de la industria manufacturera nacional, por lo que no se puede derivar la idea de una mejoría salarial relativa para la industria en cuestión. En este sentido, la hipótesis planteada para los aspectos de empleo y salarios, que sugería una situación muy superior al promedio nacional de la industria manufacturera, no fue apoyada por la evidencia empírica encontrada.

⁴² Supra, sección 5.3.1

⁴³ Supra, sección 4.4.1

5.6.4 Los Centros de Investigación

De lo analizado en la sección referida a la situación de los CI, merecen destacarse algunos aspectos principales. En primer lugar resalta el hecho de que no se encontraron CI de tipo privado en la zona de estudio, ya que todas las instituciones de investigación que se encontraron y se encuestaron son de carácter público, lo cual es un reflejo más de la poca participación del sector privado en la actividad de I&D, que también se encontró al analizar la situación de las empresas.

En segundo lugar está el enorme grado de concentración de la investigación que se realiza y que se refleja en el hecho de que tan sólo un par de instituciones abarcan el 90% de los proyectos realizados entre 1994 y 1998, y el 85% del presupuesto ejercido por todos los CI de la muestra.

En tercer lugar está el bajo nivel de generación de patentes cuyo promedio no llega siquiera a una patente anual por institución, lo cual dificulta la difusión tecnológica y denota que el tipo de investigación realizada por los CI está más orientado a la solución de problemas muy específicos – generalmente para organismos públicos –, que a generar innovaciones tecnológicas en las empresas del sector privado. Esta situación guarda una estrecha correspondencia con los resultados encontrados en la muestra de empresas analizada en la sección anterior, respecto a la inexistencia de empleo de patentes nacionales.

En cuarto lugar cabe subrayar que la realización de proyectos en los CI dirigidos al sector privado y particularmente para la industria manufacturera es muy baja, lo cual refleja, una vez más, la gran falta de vinculación con el sector productivo. Esto se corrobora por el lado del financiamiento privado a la investigación, el cual aunque ha estado creciendo porcentualmente en los últimos años, tiene una participación marginal de la industria manufacturera. Esta situación contrasta drásticamente con lo que ocurre en los países industrializados, en donde el sector manufacturero ejerce el liderazgo en cuanto al financiamiento de la I&D (Fajnzylber, 1990). Sin embargo, no todo lo encontrado es negativo. Otro dato interesante a destacar es que cerca del 90% de los proyectos desarrollados en los CI, se refieren al diseño o modificación de equipo lo cual refleja el gran potencial de vinculación que existe con las empresas fabricantes de equipo para el manejo del agua, y que se podría fomentar con las políticas públicas adecuadas. Asimismo, debe mencionarse que detrás de las causas aparentes de esta falta de vinculación de los CI con el sector productivo, que la asocian con burocratismo y dificultades en la estructura normativa de los CI y con una visión cortoplacista de los industriales respecto a sus inversiones en I&D, se encuentra la falta de eficacia de las políticas públicas para lograr que aumente la demanda social de la investigación en ciencia y tecnología, para obtener un mayor involucramiento de las empresas en las inversiones correspondientes, y para conseguir con ello y con otras medidas complementarias, las innovaciones tecnológicas que permitan una mayor competitividad y un mayor crecimiento económico.

Desde el punto de vista teórico, la situación analizada para los CI, al igual que en el caso de las empresas analizadas, representa evidencia a favor de la interpretación neoestructuralista del desarrollo de la ciencia y la tecnología en América Latina, en el sentido de que en estos países existe una enorme debilidad tanto en el financiamiento y apoyos a la actividad científica y tecnológica, como en los resultados obtenidos en cuanto a innovaciones (Fajnzylber, 1990 y Aboites, 1998).

Por otro lado, si contrastamos la hipótesis planteada para el desempeño de los CI con los resultados encontrados, podremos señalar que, en cuanto al desarrollo de proyectos de investigación, la hipótesis se cumplió sólo parcialmente, ya que el número de ellos es bajo para la mayoría de los centros, aunque su tendencia es creciente, y únicamente cuando se incorporan al análisis las dos mayores instituciones, entonces tanto el número como el crecimiento de los proyectos, aumentan considerablemente. Con relación a la vinculación de los CI con la industria manufacturera, los resultados encontrados apoyan totalmente la idea supuesta en la hipótesis, porque como ya se ha mostrado, la relación de los CI con las empresas industriales es marginal. Por último, cabe señalar que no obstante que la hipotética idea de la disminución de los ingresos reales para los CI no fue corroborada por los datos encontrados para el período revisado, sí se encontró que dichos ingresos permanecieron casi estables, a excepción del último año analizado en el que el crecimiento fue muy pronunciado, debido a la gran influencia de lo sucedido con uno de los dos centros mayores. Es preciso agregar aquí, que en virtud de que la mayor parte de los CI estudiados no proporcionaron los datos de ingresos de todo el período solicitado, la información fue insuficiente para obtener conclusiones más contundentes al respecto.

Finalmente y con el objetivo de extraer alguna conclusión teórica de la discusión realizada en esta sección, cabe señalar que por los diversos argumentos antes expresados, los resultados de la investigación apuntan hacia la confirmación de las tesis neoestructuralistas sobre el carácter limitado y dependiente de la innovación tecnológica en América Latina, y al mismo tiempo, esta situación puede ser explicada desde la visión de la TE por la virtual inexistencia de un sistema nacional de innovación que permita concretar las redes de comunicación y colaboración entre los diversos agentes públicos y privados que inciden en los procesos de innovación tecnológica. Por ello, la contribución de la IA del agua en la ZMCM, a la consolidación de un manejo del recurso desde la perspectiva del desarrollo sustentable, es bastante débil y precaria.

5.7 PROSPECTIVA DE LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN EL RUBRO DE EQUIPO PARA EL MANEJO DEL AGUA

Como se ha analizado ya en este capítulo, la problemática del agua en la ZMCM es sumamente compleja y ha tendido a empeorar en términos generales en las últimas décadas debido principalmente a la concentración económica y poblacional, así como a la falta de políticas eficaces. Considerando a la tecnología como uno de los factores clave para el planteamiento de posibles alternativas a tal

situación, el futuro del agua y de sus implicaciones económicas, sociales y ecológicas, es decir de su manejo sustentable, dependerá en gran medida del futuro de la tecnología en nuestro país.

En este punto del análisis cabe preguntarse, ¿Qué puede esperarse del desarrollo tecnológico en equipamiento para un manejo sustentable del agua en la ZMCM, en función de la situación esperada para las empresas productoras y los CI?

Para intentar responder a esta pregunta, y de acuerdo con las ideas de Herrera et al. (1994), existen al menos dos opciones de un análisis prospectivo. La primera sería intentar revisar las tendencias en el comportamiento de las empresas y los CI, con base en la información disponible, pensando que el futuro estará determinado por las tendencias existentes. Este es el enfoque proyectivo.

Desde el punto de vista de las tendencias existentes en el desarrollo de las empresas productoras de equipo para el manejo del agua, no se cuenta con suficientes datos históricos que permitan interpretar correctamente su desarrollo tendencial en lo económico y en cuanto al desarrollo tecnológico. Sin embargo, con referencia a la información disponible en la muestra estudiada, la situación existente en la actualidad no es muy prometedora.

Por el lado del comportamiento económico, al haber experimentado en los últimos años una crisis mayor que la del sector manufacturero en su conjunto, las empresas de la muestra no parecen dar indicios de un desarrollo comparativo mejor en los próximos años, aún suponiendo un repunte en la actividad. Esto es válido en un contexto en el que continúe una baja inversión pública en el rubro del agua, ya que el subsector industrial estudiado tiene un componente público importante en su demanda total.

En el aspecto tecnológico, la débil vinculación con los CI así como la carencia de una estructura de investigación sólida en las propias empresas, no permite vislumbrar alguna tendencia hacia el rompimiento de la fuerte dependencia de la tecnología extranjera. Esto sería válido aún en el caso de que hubiera una recuperación económica del subsector, ya que las evidencias encontradas apuntan en el sentido de que el crecimiento económico de la mayoría de las empresas no descansa en el desarrollo tecnológico propio, sino más bien en el aprovechamiento de un nicho de mercado que se impulsa con la demanda e importa la tecnología.

En cuanto al aspecto cuantitativo del desarrollo de proyectos la situación que se vislumbra para los CI, de acuerdo con la información de los últimos cinco años, no parece ser muy alentadora para la mayoría de las instituciones a excepción de las dos mayores en las que, como ya se ha mencionado antes, el crecimiento del número de proyectos es importante, aunque la mayoría de ellos no están orientados a las empresas privadas. Con respecto a la generación de patentes no se aprecia alguna correlación con el crecimiento global del número de proyectos rea-

lizados, y más bien el promedio de patentes generadas anualmente se ha mantenido estable a un bajo nivel.

La segunda opción de análisis prospectivo, el enfoque normativo, se basa en una noción de la historia como un proceso abierto y plantea que es posible alcanzar un futuro deseable, identificando aquellas acciones requeridas para pasar de este presente a ese futuro. Este es el enfoque que adoptamos en este trabajo. Por ello, y a pesar de lo señalado en los párrafos anteriores, y con base en ideas de las teorías neoestructuralista y evolucionista principalmente, pensamos que es posible modificar los resultados esperados en cuanto a la generación de tecnología de equipos para el manejo del agua, a condición de que se intente modificar el contexto de las políticas públicas que intentan enfrentar la problemática del agua en la ZMCM, ubicándolas en una perspectiva de sustentabilidad. Para contribuir a la construcción de un escenario en esta idea, se plantea el análisis prospectivo siguiente:

1. El Sistema Local de Innovación Tecnológica para el Manejo Sustentable del Agua y el contexto institucional.

Debe subrayarse aquí que el problema del deterioro ambiental y del uso sustentable de los recursos naturales, como es el caso del agua, así como el tema de la generación de tecnología, son asuntos complejos que rebasan el ámbito económico, por lo que se requieren mayores y mejores acciones adicionales a las de las empresas y del libre mercado, con el fin de lograr una solución adecuada. En la medida que tales asuntos involucran a grupos y agentes sociales con diversos intereses y niveles de poder, también habría que considerar el factor político y las concertaciones correspondientes. En este sentido, los planteamientos que a continuación se exponen sólo podrían concretarse si se inscriben en un amplio acuerdo entre los distintos niveles y ámbitos de gobierno involucrados, los centros de investigación y, por supuesto, las empresas que constituyen el subsector de referencia (Pérez, 1992). Por otra parte, habría que considerar que en general, el desarrollo tecnológico es un asunto de largo plazo que requiere, por un lado, la creación de la necesidad social de la innovación tecnológica, y por el otro, la conjunción de esfuerzos multilaterales, a distintos niveles y con mayores posibilidades de éxito si se realizan de manera planeada y sistemática, y no como un conjunto de acciones aisladas, inconexas, de alcance local y de corto plazo. Además, en el caso de América Latina, por la heterogeneidad estructural existente, se requiere de una selección de los sectores e industrias estratégicas que posean ciertas características deseables para promover y difundir los esfuerzos y logros de la innovación tecnológica a través del aparato productivo (Rodríguez, 1995; Fajnzylber, 1990). Esta característica de selectividad en la aplicación de las políticas constituye un rasgo fundamental del pensamiento neoestructuralista, que orienta este trabajo

En este orden de ideas, y considerando que las empresas de la industria analizada mostraron una relativa inclinación hacia la innovación tecnológica, tal industria podría constituirse en una parte del núcleo endógeno de innovación tecnológi-

ca que plantean los neoestructuralistas (Sunkel, 1991), y tratar de aprovechar las ventajas de la transición entre los dos paradigmas tecnoeconómicos que hoy se vive (Pérez, 1992). En el delineamiento de una estrategia para apoyar esta idea, puede ayudar y desempeñar un rol importante el concepto de Sistema Local de Innovación Tecnológica para la Sustentabilidad, propuesto en la sección 2.4.2 y entendido como: a) el conjunto de instituciones relacionadas con la generación de tecnología, y b) las diversas interacciones entre ellas. En el caso de la industria analizada, y con el fin de buscar una mayor especificidad y efectividad en las acciones posibles, sería conveniente la conformación de un Sistema Local de Innovación Tecnológica para el Manejo Sustentable del Agua (SLITMSA), que fomente la generación y adaptación de tecnología para el manejo de los complejos problemas del agua en la ZMCM, como un paso fundamental para la utilización sustentable de dicho recurso. En la conformación de tal sistema, las instituciones involucradas serían las siguientes:

- Las empresas que conforman la industria fabricante de equipos para el manejo del agua, las cuales constituyen el eje central del proceso de innovación tecnológica al establecer el importante vínculo con el mercado. En este caso, deberá considerarse también a las demás empresas, proveedoras algunas y usuarias otras, con las cuales de deberán fortalecer los vínculos de las primeras en asuntos de calidad, cumplimiento de normas, asesoría tecnológica, capacitación y otros relacionados con las características del contexto industrial que favorece el surgimiento de la innovación tecnológica. Esta idea se basa en la necesidad de estimular en las empresas el desarrollo de las capacidades de aprendizaje, de mejora continua y de la industria flexible que caracterizan al paradigma tecnoeconómico actual (Pérez, 1992).
- Los Centros de Investigación dedicados al desarrollo tecnológico para el manejo del agua, que en este caso corresponden a aquellos analizados en la sección 5.5 y que representarían otra parte fundamental del SLITMSA, en la medida que aportan los conocimientos científicos y tecnológicos que son la base para la generación de la innovación. Un asunto de gran relevancia a considerar aquí, es la necesidad de estrechar las relaciones de los CI con las empresas, como paso indispensable en la construcción de la red que concretaría y daría existencia real al SLITMSA. Esta mayor vinculación representaría la posibilidad de un mejor aprendizaje tecnológico conjunto entre empresas y los CI, y se reflejaría, por un lado, en el hecho de que un mayor número de proyectos de investigación desarrollados en los centros de investigación respondería a las necesidades planteadas por las empresas, y por el otro lado, en que como consecuencia de ello, un mayor porcentaje del financiamiento de los CI, deberá proceder de las empresas. Algunas ideas al respecto se plantean en la siguiente sección.
- Los diversos ámbitos de gobierno involucrados: el Gobierno Federal, el Gobierno del Estado de México, los Gobiernos Municipales de la ZMCM y el

Gobierno del Distrito Federal. En el caso del primero, destacan algunas dependencias directa o indirectamente relacionadas con la cuestión tecnológica y el apoyo a la industria, y con el manejo sustentable del agua: el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (a través de la Comisión Nacional del Agua, el Instituto Mexicano de Tecnología del agua y el Instituto Nacional de Ecología, principalmente), la Secretaría de Economía y la Secretaría de Hacienda. En estas instituciones públicas deberá recaer la responsabilidad de planear y organizar la instrumentación inicial del SLITMSA, de acuerdo a la estrategia que será delineada en la sección siguiente.

- Los bancos comerciales y las instituciones públicas de financiamiento a las empresas, especialmente para el desarrollo tecnológico, tales como Nacional Financiera y el Banco Nacional de Comercio Exterior. En el caso del sector financiero, quizás tendría que realizarse modificaciones al marco legal, a fin de considerar prioritario el financiamiento a los proyectos de investigación científica y desarrollo tecnológico dirigidos a atender la problemática del medio ambiente, y en particular la del agua.
- Las universidades e institutos técnicos, que contribuyen de manera fundamental a la formación de los cuadros de profesionales, ingenieros e investigadores que trabajan en cuestiones relacionadas con la generación y la aplicación de la ciencia y la tecnología a la problemática del agua, y que en este caso corresponden principalmente a la Universidad Nacional Autónoma de México, la Universidad Autónoma Metropolitana y el Instituto Politécnico Nacional. Asimismo, deberán incluirse en el SLITMSA aquellas instituciones privadas de educación superior más importantes, y que también participan en la tarea de formación de recursos humanos de alto nivel, aunque en menor medida que las mencionadas.
- Los sindicatos, que como representación de los trabajadores deben participar en los organismos y acuerdos que permitan, por un lado, la realización de los esfuerzos encaminados a la innovación tecnológica, y por la otra, que los beneficios derivados de la mayor productividad y competitividad obtenidas en las empresas participantes, se traduzcan también en mayores niveles de bienestar para los trabajadores.
- Las Organizaciones no Gubernamentales (ONGs), las cuales, en tanto representan la opinión de la sociedad civil organizada, deben participar en las discusiones y acuerdos con las demás instancias, para fijar los objetivos, condiciones, y prioridades, que permitan la orientación de la sociedad en el proceso de investigación y desarrollo tecnológico.

Dos asuntos importantes deberá atender el SLITMSA, en un primer momento, con el fin de establecer condiciones y criterios adecuados para su óptimo desempeño en el logro de sus objetivos económicos, sociales y ambientales.

En primer lugar, y derivado de las consideraciones de las secciones anteriores, un elemento para tomar en cuenta en este análisis sería el de la existencia de una insuficiente necesidad social del desarrollo tecnológico en el rubro del agua, asociada a una débil demanda de bienes para resolver la problemática del agua tanto urbana como industrial. Una pregunta pertinente aquí sería, ¿Cómo generar la necesidad social del desarrollo tecnológico para el manejo del agua? Dos alternativas pueden plantearse al menos. En primer término, es necesario el fortalecimiento de las inversiones públicas dirigidas a crear y mejorar la infraestructura para resolver los problemas de abastecimiento de agua potable y desalojo y tratamiento de aguas residuales en el ámbito urbano. Seguidamente, pero no menos importante, se requiere el fortalecimiento de la capacidad del gobierno para hacer cumplir la normatividad que sobre las aguas residuales deben respetar las empresas, y que como se analizó anteriormente (vid. secciones 5.2.5 y 5.2.6), sólo se hace en una mínima proporción.

En segundo lugar, está la necesidad de definir el espacio tecnológico en términos de los requerimientos que la tecnología deberá satisfacer, a fin de contribuir al tipo de desarrollo sustentable que se busca. En los desarrollos tecnológicos orientados a los problemas ambientales del agua, tres criterios importantes que se deberán incluir, se mencionan a continuación:

- Buscar más la prevención que la corrección.
- Dar preferencia a insumos nacionales.
- Favorecer un pluralismo tecnológico⁴⁴ a fin de conjugar conocimientos de tecnologías tradicionales y blandas, fordistas y de punta.

En el caso de las tecnologías tradicionales y fordistas principalmente, la innovación tecnológica podría buscarse impulsando el desarrollo de las tecnologías adecuadas, del tipo de las analizadas en la sección 4.2.2, y que se refieren a una utilización del agua mediante técnicas sencillas y/o de complejidad intermedia, que favorecen el ahorro, la mayor disponibilidad y el tratamiento del agua, en el marco de un desarrollo sustentable. Una propuesta concreta sobre estas tecnologías se plantea en la siguiente sección.

Cabe señalar que con el fortalecimiento de las tecnologías adecuadas que se propone en el párrafo anterior, no se pretende sustituir a las tecnologías avanzadas, sino complementarlas en el marco del pluralismo tecnológico mencionado en párrafos anteriores. Por ello, el desarrollo de las nuevas tecnologías debe ser fundamental en una estrategia hacia la sustentabilidad en el manejo del agua. Dentro de las áreas de tecnología de punta a considerar, se pueden subrayar las siguientes:

⁴⁴ Con respecto a los conceptos de “espacio tecnológico” y “pluralismo tecnológico”, cfr. sección 2.4.1

- Nuevos materiales (filtros, tuberías, válvulas, etc.)
- Biotecnología (tratamiento de aguas residuales).
- Electrónica (tableros, y dispositivos de control, motores, medidores, etc.)

Por todo lo anterior, el objetivo central del SLITMSA sería promover el impulso especial a las empresas y CI vinculados a la adaptación y desarrollo de todo tipo de tecnologías para el manejo sustentable del agua en la ZMCM. Es claro que tal manejo sustentable no puede esperarse sólo con el empleo de la tecnología, aún siendo ésta de vital importancia, sino que también se requiere otro tipo de acciones complementarias, tales como las que plantea el concepto de Calidad Ambiental Total⁴⁵, y que se refieren, además de las tecnologías ambientales, a cuestiones como: normatividad ambiental, reuso del agua, reciclaje de lodos, captación y aprovechamiento del agua a nivel domiciliario, etc.

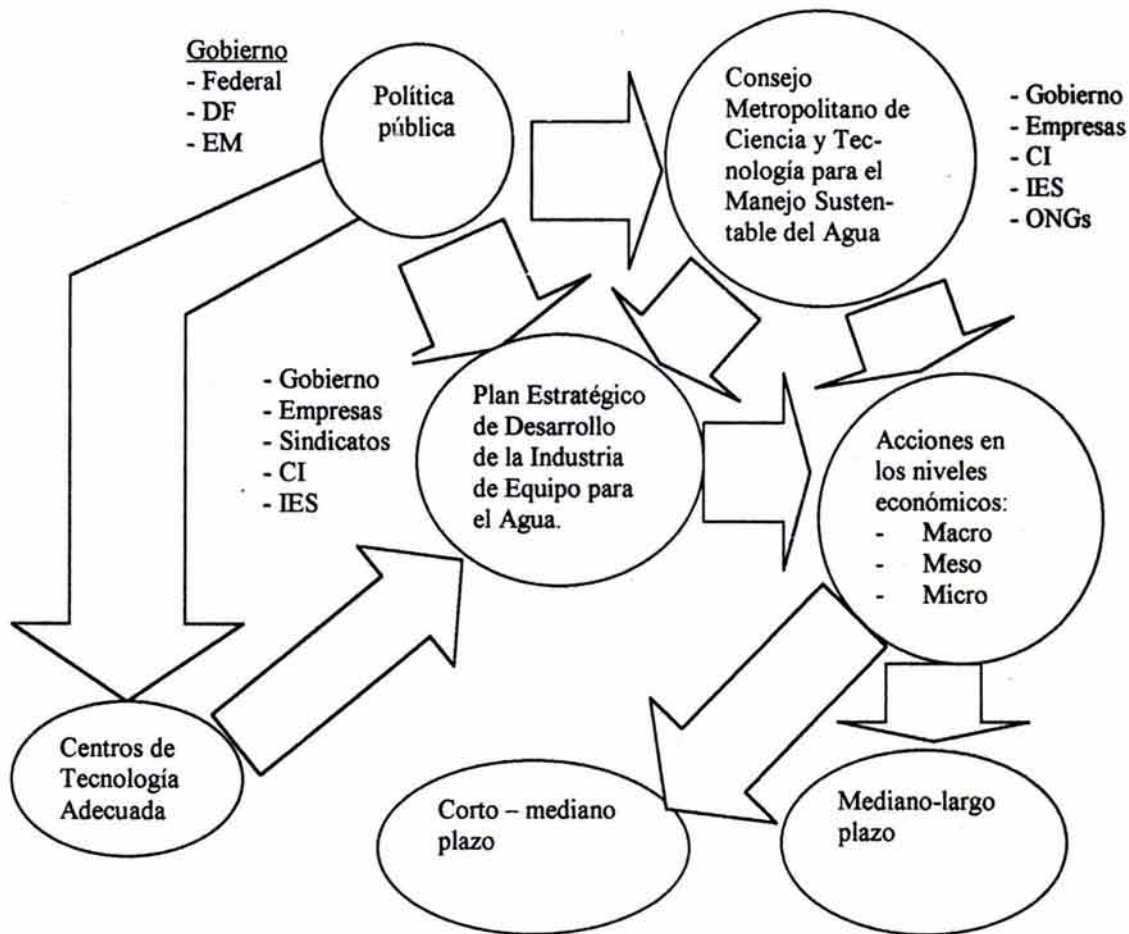
2. El rol del Estado y la estrategia de política.

De acuerdo con las ideas anteriores y considerando el papel de liderazgo que el Estado debe asumir en asuntos tan relevantes como el desarrollo científico y tecnológico, los problemas ambientales y el desarrollo sustentable en el tema del agua⁴⁶, así como la necesidad de planear, organizar y dar vida al SLITMSA, por las razones ya expuestas, se sugiere, por parte del Gobierno del Distrito Federal, el Gobierno del Estado de México y el Gobierno Federal, la discusión e implementación de una estrategia de política pública para el desarrollo tecnológico sustentable del subsector que produce los equipos para el manejo del agua en la ZMCM. Aunque la red institucional, incluyendo a las empresas, que constituiría al sistema de innovación no puede surgir por decreto del gobierno, éste sí puede realizar acciones orientadas a crear las condiciones que podrían favorecer el surgimiento de tal sistema. En este sentido, una estrategia de acción gubernamental de este tipo debería estar orientada a la conformación del SLITMSA, mediante la búsqueda de una complementariedad equilibrada entre las acciones gubernamentales y la dinámica del mercado. Este equilibrio se podría buscar al menos, a través de cuatro importantes tipos de acciones: la creación de un Centro Metropolitano de Ciencia y Tecnología para el Manejo Sustentable del Agua, la implementación del Plan Estratégico de Desarrollo de la Industria de Equipos para el Agua, la creación de los Centros de Tecnología Adecuada en cada Delegación o Municipio y la puesta en marcha de un conjunto de políticas económicas y otras complementarias, tendientes a proporcionar los incentivos a las empresas y los CI, para la promoción de la innovación tecnológica (ver Fig. 5.1). Estas acciones se detallan a continuación:

⁴⁵ Este concepto fue sugerido por el Dr. Américo Saldívar, en su curso de Economía y Medio Ambiente, impartido en la Facultad de Economía-UNAM, en 1998.

⁴⁶ Sobre el rol del gobierno en apoyo a la industria ambiental, cfr. OECD (1996).

Figura 5.1
Estrategia de política para la conformación del Sistema Local de Innovación
Tecnológica para el Manejo Sustentable del Agua en la ZMCM



a) Como una manera de contribuir a la conformación inicial del SLITMSA se sugiere el establecimiento de un Consejo Metropolitano de Ciencia y Tecnología para el Manejo Sustentable del Agua, con el objetivo de ayudar a enfrentar los enormes problemas ambientales del agua en la ZMCM, desde la perspectiva de la investigación científica y tecnológica. En dicho consejo, del cual formarían parte las empresas industriales de la rama de referencia, las oficinas de gobierno involucradas, los centros de investigación, las instituciones de educación superior públicas y privadas y las organizaciones no gubernamentales, se establecerían las prioridades en las acciones de I&D, requeridas por la problemática ambiental del agua de la zona, los criterios y mecanismos para el financiamiento de los proyectos de investigación, así como las evaluaciones de la efectividad de los programas implementados. El Consejo tendría un carácter de asesor para las entidades públicas tomadoras de decisión y con sus recomendaciones ayudaría a tender los necesarios puentes de comunicación entre las políticas tecnológica, ambiental y económica. Esto implicaría además una mejor coordinación entre los organismos

públicos responsables de cada una de estas áreas (OECD, 1999), lo que podría contribuir a mejorar la efectividad en las relaciones de estos organismos con las empresas y los CI, y así beneficiar a la creación de condiciones favorables para el desarrollo tecnológico.

Por otro lado, al considerar la conformación del Consejo la inclusión de instituciones educativas y organizaciones no gubernamentales, esta acción estaría también en correspondencia con la importante idea sobre la conveniencia de un mayor involucramiento de la sociedad en el establecimiento de las agendas de investigación y en el control de la tecnología, lo cual redundaría en una mejor comprensión pública de los costos y beneficios sociales de la tecnología (OECD, 1999).

b) Complementariamente a la propuesta anterior tendiente a la concreción del SLITMSA, y con base en la idea de que el subsector productor de equipo para la problemática del agua ubicado en la ZMCM, cuenta con un gran potencial de desarrollo tecnológico, y que este desarrollo podría, por un lado, tener consecuencias muy favorables para atender los graves problemas del agua existentes en la ZMCM, y por el otro, constituirse en un elemento de competitividad nacional e internacional que permitiera el crecimiento sostenido de la industria, y también del empleo y el salario real, se propone la concertada elaboración y puesta en marcha de un Plan Estratégico de Desarrollo de la Industria de Equipo para el Agua. Este plan, que buscaría la creación de ventajas comparativas dinámicas (French-Davis, 1990), las cuales estarían basadas en el desarrollo tecnológico de la industria de referencia mediante el tránsito paulatino de las innovaciones incrementales a las radicales, podría ser propuesto y liderado por la parte gubernamental, en este caso, los gobiernos Federal, del DF y del EM, y tendría que ser acordado por todos los demás agentes sociales involucrados como son las empresas industriales, los centros de investigación, los sindicatos, las instituciones de educación superior, y otras.

El plan propuesto, que, entre otras cosas buscaría vincular a las empresas con los centros de investigación, por su naturaleza sería de largo plazo, fijaría, sin embargo, objetivos, metas, y compromisos también para el mediano y corto plazo, e incluiría asuntos tales como crecimiento del producto, niveles de exportación, tasas de inversión en I&D por parte de las empresas y del gobierno, disponibilidad de créditos blandos para financiar la investigación, estímulos fiscales para las actividades de I&D, desarrollo de proyectos conjuntos entre empresas y entre éstas y los centros de investigación, formación de nuevos investigadores, creación conjunta de nuevos centros de investigación de tecnología de punta para problemas específicos del agua, criterios para adopción y adaptación de tecnología externa, incrementos salariales y otros beneficios sociales para los trabajadores, capacitación y productividad, etc.

c) Considerando que una característica importante del SLITMSA que se propone se refiere al necesario pluralismo tecnológico, se plantea la creación de un Centro de Tecnología Adecuada en cada Delegación o cada Municipio de la ZMCM, con el fin de establecer e instrumentar políticas públicas que favorezcan

las acciones normativas y económicas tendientes a un empleo generalizado de las tecnologías adecuadas para el aprovechamiento del agua en los ámbitos familiar y comunitario⁴⁷. Estas tecnologías presentan las ventajas de ser más económicas y más accesibles para la población de escasos recursos, y además promueven la participación y la responsabilidad de todos en la solución de los problemas del agua.

d) Como apoyo a los puntos anteriores, las acciones de política pública a emprender deben ubicarse principalmente en los niveles macroeconómico, mesoeconómico y microeconómico (Rodríguez, 1991), ya descritos en el capítulo 4, además de que por su alcance temporal puedan ser de corto, mediano y largo plazos.

Dentro de las acciones de corto y mediano plazo, podrían considerarse el otorgamiento de facilidades fiscales a las empresas que inviertan en I&D y en medidas ambientales, como por ejemplo conceder la depreciación acelerada y/o dar créditos para el pago de impuestos, tal como se realiza en algunos países de Europa (OECD, 1999). También sería conveniente el aumento significativo de la inversión pública en la infraestructura del suministro, desalojo y tratamiento del agua, para contribuir a resolver los rezagos existentes en estos temas y al mismo tiempo, a la reactivación económica del subsector (Herrera, et al., 1994). Asimismo se requiere establecer condiciones más equitativas en los concursos de adquisiciones y obra pública, que no favorezcan a las Grandes empresas y que contemple las condiciones particulares de las Micro y Pequeñas empresas, con el fin de propiciar el crecimiento y desarrollo de estas últimas. Estas acciones estarían basadas en el hecho ya mencionado de que el sector público constituye el destino de una proporción importante (50%, circa), de la producción de este subsector⁴⁸.

Además, y entre otras acciones, se debería incrementar el gasto público en investigación científica y tecnológica, a fin de mejorar los presupuestos destinados a los CI, y establecer un fondo público destinado a créditos para el financiamiento de los proyectos de I&D referidos a cuestiones del agua, con bajas tasas de interés para las empresas y con condiciones especiales para las Micro y Pequeñas industrias. También podrían organizarse por parte del gobierno, concursos para proyectos específicos de I&D en áreas de interés público, que impliquen la asociación entre empresas e instituciones de investigación, como una forma de alentar y de fortalecer la deseada vinculación de ambos tipos de instituciones.

Para el mediano y largo plazo, podrían establecerse de manera conjunta entre gobierno y empresas del subsector, centros de investigación tecnológica sobre los diversos tipos de equipamiento que requiere la problemática del agua, y con un énfasis en el desarrollo de tecnología de punta. Estos centros podrían ser creados con fondos públicos o mixtos, y trasladar paulatinamente la administración y el financiamiento al sector privado. La formación de los investigadores para dichos centros, estaría a cargo de las instituciones de educación superior y los centros de

⁴⁷ Supra, sección 4.2.2

⁴⁸ Supra, sección 5.4.3

investigación hoy existentes. Asimismo, este tipo de proyectos, que favorecería especialmente a las micro y pequeñas empresas, tendería a fomentar las necesarias relaciones de cooperación entre las mismas empresas, y entre éstas y las demás instituciones de apoyo, en beneficio de la construcción de la red institucional que finalmente daría vida al SLITMSA.

Al poner en marcha estas acciones de desarrollo tecnológico en el subsector, se estaría en posibilidades de competir en el mercado internacional, no sólo con base a precios sino también por innovación, y así poder aumentar los niveles de exportación que actualmente se tienen, lo cual además influiría favorablemente en el crecimiento económico de las empresas. De esta manera, se estaría superando la competitividad “espuria” y fomentando una competitividad auténtica (Kuri, 1995), que es la que aportaría más beneficios al país. Dentro de éstos, habría que mencionar que se estarían sentando las bases también para la necesaria recuperación del salario real de los trabajadores de una manera sostenida. Este punto es particularmente importante por dos razones. La primera se refiere a que dentro de la perspectiva del desarrollo sustentable que orienta a este trabajo, es necesario considerar la urgente recuperación de la capacidad de satisfacer las necesidades básicas de la población mayoritaria, que en los últimos años se ha deteriorado substancialmente en México. La otra razón, es que, de acuerdo con algunas investigaciones realizadas en la región italiana de Emilia Romana (Pyke, 1996), existe un fuerte vínculo entre el aumento del bienestar social de los trabajadores y su mayor participación en la generación de innovaciones tecnológicas.

Aunado a los planteamientos anteriores, y considerando la experiencia de los países industrializados en donde el estricto marco regulatorio ambiental ha tenido un impacto favorable y muy importante en el desarrollo tecnológico⁴⁹, sería conveniente también el fortalecimiento de la normatividad existente, y de la capacidad gubernamental para hacerla cumplir, respecto al uso de los recursos hídricos, sobre todo en el sector productivo y particularmente en la industria manufacturera. Este último caso reviste especial importancia en tanto es en esta industria en donde se producen los bienes de consumo y también los intermedios y de capital, que pueden tener algún efecto en el uso del agua y que son utilizados en otros sectores productivos. Hasta ahora el énfasis de las normas sobre el uso del agua ha estado más bien en la necesidad de tratamiento de las aguas residuales, lo cual está asociado a las tecnologías que combaten la contaminación producida, y que son del tipo de “final del proceso” o de “control de la contaminación”, pero ha faltado abordar el aspecto más importante: prevenir la contaminación, para lo cual hay que buscar cambios en los diseños y en los procesos productivos que dan lugar a los productos. Se trata entonces de alentar las tecnologías del tipo de “prevención de la contaminación”, y en una etapa posterior las de “administración del producto”⁵⁰, o “de la cuna a la tumba”. Además, con base en los argumentos de la Economía Ecológica respecto a la necesidad de considerar los límites biofísicos en las decisiones de políticas de desarrollo (Christensen, 1989), el fortalecimiento del

⁴⁹ Sobre el caso de Japón, cfr. OECD (1996) y supra sección 4.2.1

⁵⁰ Supra, sección 4.2.3

aspecto normativo en el caso del agua, puede contribuir a evitar el sobrepasamiento de los umbrales de carga de los ecosistemas, o ayudar a su recuperación, siempre y cuando se acompañe de una estricta vigilancia y un riguroso control.

Por el lado de los centros de investigación, sería necesario tanto el incremento de los presupuestos públicos que los sostienen, como una mayor captación de recursos provenientes de la industria, a lo cual contribuirían las acciones de vinculación ya mencionadas. Asimismo, sería conveniente la simplificación de los trámites para gestionar las patentes y de la normatividad de los propios CI, a fin de facilitar su vinculación con las empresas y el desarrollo de proyectos que puedan cristalizar en innovaciones tecnológicas.

Adicionalmente, dos acciones serían de particular importancia. La primera ubicada en el nivel macro, sería la de impulsar una cultura científica y tecnológica en los sectores educativo y productivo, particularmente en la industria. La segunda, relacionada con la anterior pero ubicada más bien en el nivel micro, buscaría incentivar en la industria manufacturera la implementación de actividades de gestión tecnológica y de gestión ambiental, para lo cual, la promoción de los Sistemas de Administración Ambiental, especialmente de las Normas ISO 14000⁵¹, cobra particular importancia.

De acuerdo con lo expuesto en esta sección y considerando la hipótesis sobre el mejoramiento del desempeño de la industria de referencia, podemos plantear que las políticas y acciones propuestas muestran la viabilidad de un mejor desarrollo de la industria en términos de su contribución a la generación de tecnología endógena, al mejoramiento de la competitividad y el crecimiento económico, a la generación de empleo e incremento salarial, y a una utilización racional y sustentable de los recursos hídricos.

En este escenario prospectivo planteado a muy grandes rasgos, subyace el convencimiento de que el desarrollo tecnológico debe verse como un bien social, que forma parte del capital social, y que es estratégico para enfrentar los problemas ambientales y para lograr un crecimiento económico de largo plazo y no coyuntural, que permita generar empleo y salarios dignos, buscando así un desarrollo con sustentabilidad.

⁵¹ Supra, sección 4.2.1

CAPÍTULO 6

CONCLUSIONES GENERALES

La presente investigación ha pretendido realizar un análisis del papel de la industria en la evolución y mitigación de la actual crisis ambiental en México, particularmente en cuanto a sus posibilidades de generar tecnología para remediar los efectos más dañinos de la problemática del agua en la ZMCM, en la perspectiva de un desarrollo sustentable. Este es un problema complejo que tiene que ver con varios aspectos, tanto teóricos como empíricos, tanto de índole general como de tipo particular. Se trata de un problema que toca elementos fundamentales del tipo de relación sociedad – naturaleza que caracteriza a nuestro tiempo, y que se encuentran en el centro del debate ambiental contemporáneo, al que la economía no es ajena. Pero también, se trata de un asunto central para la sociedad mexicana ya que tiene implicaciones no sólo en la utilización de un recurso principal como lo es el agua, sino también en las formas particulares en que se realiza el desarrollo tecnológico en nuestro país y su relación con la industria manufacturera, lo cual tiene importantes repercusiones económicas, sociales y ecológicas. Por razones metodológicas, el problema aquí planteado se abordó intentando dar respuesta a varias cuestiones que se agruparon en las cinco preguntas cuya discusión se resume en estas conclusiones.

1. ¿Cuál es el estado de la discusión contemporánea en la teoría económica, respecto a los problemas de la tecnología y su interrelación con el ambiente?

La respuesta a esta pregunta se abordó en el marco teórico, y las principales conclusiones que se han derivado de ese análisis y que han servido para orientar las demás etapas de la investigación, son las siguientes:

Uno de los factores causales de gran importancia en el actual proceso de deterioro ambiental es la tecnología, al estar estrechamente vinculada al proceso de industrialización que ha guiado al crecimiento económico mundial de los últimos dos siglos. Pero al mismo tiempo, la tecnología representa también un rol central en toda propuesta seria para abordar las soluciones a las múltiples manifestaciones de la grave problemática ambiental.

Por otra parte, el concepto de desarrollo sustentable, referido a la necesaria búsqueda de equidad intra e intergeneracional en el uso de los recursos naturales por las sociedades humanas, ha sido incorporado en los últimos años a la discusión de los fenómenos económicos al interior de la teoría económica, y se ha constituido en el nuevo paradigma que busca compatibilizar el desarrollo económico con la dinámica de los ecosistemas naturales, a fin de preservar ambos procesos en el largo plazo.

Este nuevo paradigma propone el reconocimiento de los límites biofísicos, el

combate a la pobreza y la desigualdad, así como la necesidad de hacer modificaciones en el modelo de desarrollo predominante en el mundo. A pesar de las ambigüedades y críticas que este concepto conlleva, puede aportar algo valioso en tanto ayude a direccionar los cambios requeridos en las sociedades actuales para hacerlas más igualitarias y perdurables.

Para intentar el tránsito hacia un desarrollo sustentable, un requisito fundamental se refiere a la necesidad de realizar cambios importantes en los procesos tecnológicos a fin de que los bienes y servicios producidos, y los mismos procesos de producción, reduzcan sus efectos negativos al medio natural. Al mismo tiempo, es inaplazable la remediación de los deterioros ya existentes, particularmente en los países en desarrollo en donde existe mayor gravedad, lo cual requiere también la disponibilidad de tecnologías ambientales de tipo correctivo.

En este sentido, la importancia del mercado planteada por la Economía Ambiental desde la perspectiva de la teoría neoclásica, cobra un especial significado al aplicarse al intercambio de bienes y servicios tecnológicos dirigidos a prevenir y corregir los problemas ambientales planteados por el proceso económico. Es decir, se justifica la existencia del mercado ambiental como factor relevante en la búsqueda de la sustentabilidad, al ofrecer la tecnología necesaria para detener y revertir el deterioro ambiental.

En los países industrializados, que son los generadores mayoritarios de tecnología en el mundo, el proceso de generación de tecnología, junto con otras medidas, no sólo les ha permitido reducir significativamente muchos problemas ambientales, sino que, según la teoría evolucionista, el desarrollo tecnológico se encuentra en el centro de la explicación de su dinámica económica, contribuyendo de manera fundamental al crecimiento del ingreso y del empleo. En esta perspectiva, las nociones de paradigma tecnoeconómico, trayectoria tecnológica y sistema nacional de innovación, aparecen como conceptos básicos para comprender el fenómeno de la innovación tecnológica.

Sin embargo, en los países en desarrollo la generación endógena de tecnología es un fenómeno marginal y el proceso de recambio tecnológico se da principalmente a través del mercado internacional. La perspectiva neoestructuralista señala que la heterogeneidad estructural y la insuficiencia de políticas adecuadas de fomento industrial, investigación científica y desarrollo tecnológico, impulso a la educación y a la salud, creación de infraestructura, etc., aunadas a las incorrectas medidas de estabilidad macroeconómica, se encuentran en el fondo de la secular debilidad tecnológica de América Latina. Esta situación provoca a su vez, una fuerte dependencia tecnológica que tiene efectos negativos en los ámbitos económico, social y ambiental. Adicionalmente, la corriente neoestructuralista, recogiendo las actuales preocupaciones ambientales, propone la incorporación de criterios ecológicos en las políticas de impulso al desarrollo tecnológico y a la industrialización. Así, se recomienda la consideración del potencial de recursos naturales y también los graves problemas ambientales y los rezagos sociales, como elementos a influir para la elección de las áreas productivas a fortalecer. En todo

este proceso, el papel de liderazgo del Estado así como nuevas políticas e instrumentos para el medio ambiente, son fundamentales para conciliar los diversos intereses socioeconómicos y orientar los esfuerzos hacia un desarrollo más sustentable.

Por ello, se vuelve inaplazable en los países periféricos la puesta en marcha de políticas y acciones que impulsen la progresiva generación de tecnología endógena, especialmente aquella dirigida a enfrentar los problemas ambientales. De este modo, la innovación tecnológica podría contribuir a la construcción de un desarrollo sustentable, no sólo por la reducción del deterioro ecológico, sino también por el efecto favorable en la productividad y la competitividad de la economía, las cuales son requisitos de un crecimiento económico sano y perdurable que permita atender también los graves rezagos sociales. De acuerdo con estas ideas, se propone el concepto de Sistema Local de Innovación Tecnológica para la Sustentabilidad entendido como aquella red institucional formada por empresas oferentes de tecnología ambiental, centros de investigación en temas ambientales, dependencias y organismos públicos relacionados con los problemas del ambiente y con la investigación científica y tecnológica, así como aquéllos que diseñan y aplican la política económica y la de fomento industrial, universidades, sindicatos y otras organizaciones que tengan que ver con los asuntos tecnológicos y los ambientales. Este concepto podría ser de utilidad en la concepción e implementación de políticas y acciones encaminadas a la promoción del desarrollo sustentable a través del desarrollo tecnológico.

2. ¿Cuáles han sido las principales implicaciones socioeconómicas y ecológicas del desarrollo industrial de México en los 1990s, y que influencia ha tenido el contexto mundial en esa situación?

Teniendo presente que el objeto de esta investigación, la industria productora de maquinaria y equipo para el manejo del agua, se ubica en el sector industrial, y que éste es el eje del desarrollo tecnológico en el mundo, y que para contextualizar el estudio sería conveniente conocer los problemas que enfrenta tal sector en el marco de la globalización, se realizó el examen de las características socioeconómicas y ecológicas de la industria manufacturera mexicana en la década de los noventa, cuyas conclusiones principales exponemos a continuación:

Al revisar de manera contextual los procesos económicos y también ambientales, que ha experimentado el capitalismo en las últimas dos décadas, se observan una serie de cambios importantes que se requiere considerar. Por un lado, el agotamiento del régimen de acumulación fordista en la década de los setenta propició un proceso de reacomodo económico y social caracterizado principalmente por: i) la emergencia de una nueva ola de desarrollos tecnológicos, especialmente en la microelectrónica, la computación y las telecomunicaciones; ii) la globalización de las formas productivas, la liberación del comercio mundial, la promoción del mercado, la privatización de las empresas públicas, y la minimización del estado de bienestar de tipo keynesiano; iii) la formación de bloques de países con fines de fortalecer el comercio y los lazos económicos entre ellos, y iv) una nueva

división internacional del trabajo en la que las industrias correspondientes a las tecnologías novedosas o de punta, se desarrollan en los países altamente industrializados y la producción de materias primas y/o de la industria tradicional se desarrolla en los países dependientes o del tercer mundo, y tiene una orientación hacia la exportación. En este último caso debe incluirse también el fomento de la industria maquiladora, que utilizando insumos y tecnología de los países industrializados se instala en los países del tercer mundo para aprovechar los bajos salarios y otras facilidades ahí prevalecientes. Por otro lado, el recrudecimiento de la crisis ambiental en el mundo obligó a los países más industrializados a tomar medidas regulatorias de protección ambiental, algunas de las cuales han propiciado el desarrollo y uso de tecnologías más limpias en sus procesos productivos, y otras que se han traducido en el traslado de sus industrias más contaminantes a los países del tercer mundo. Todo ello ha permitido tener ciertos avances en materia ecológica en los países industrializados, al contrario de lo ocurrido en los países periféricos en donde la problemática ambiental se ha agudizado en las últimas dos décadas, ocasionando mayor degradación y reducción de los recursos naturales.

En México, su condición de país periférico junto con sus características políticas internas, ha permitido que desde la década de los 1980s los procesos de readequación capitalista se tradujeran en la implementación de las políticas llamadas neoliberales, que en concordancia con lo expuesto en el párrafo anterior, han basado el desarrollo de la economía de manera principal en el fomento de las exportaciones manufactureras, especialmente de la industria maquiladora (además de las tradicionales exportaciones de materias primas, especialmente petróleo), las cuales han crecido de manera importante desde fines de los ochenta. Sin embargo, los beneficios derivados de la participación en este proceso no han llegado a la mayoría de las empresas e industrias del país, ni tampoco a los trabajadores, ya que las exportaciones están altamente concentradas en pocas industrias y pocas empresas. Aquí cabe aclarar que el tipo de competitividad en el que se ha basado este modelo industrial exportador, salvo algunas excepciones, no ha descansado en una estrategia de calidad y desarrollo tecnológico que le diera perdurabilidad e independencia del tipo de cambio, sino que se trata más bien de una competitividad espuria que se basa fundamentalmente en el precio y que es altamente dependiente del tipo de cambio, o de las estrategias corporativas de las empresas transnacionales. En este sentido, para la mayor parte de la industria manufacturera la esperada modernización aún no parece llegar, y subsiste entre la debilidad del mercado interno - producto de las crisis recurrentes -, la carencia de créditos y la competencia de los productos extranjeros, que por la liberalización comercial acceden al país.

Por otra parte, la política ambiental mexicana ha puesto en marcha una serie de programas en los que ha pretendido utilizar instrumentos económicos y extraeconómicos, en una suerte de combinación de perspectivas teóricas que tratan de incluir y compatibilizar a la economía ambiental, la economía ecológica y el desarrollo sustentable. Sin embargo, en la práctica las políticas ambientales han adquirido un tinte sectorial que limita sus alcances, ya que en la operación de los secto-

res productivos predominan las orientaciones de las políticas económicas, las cuales no parecen interesarse mucho en los criterios ecológicos y sociales. En el caso de la industria es evidente la falta de congruencia entre las políticas industrial y ambiental, ya que prevalece la búsqueda de competitividad y crecimiento sobre las consideraciones ambientales, y aunque falta información estadística sobre los impactos ambientales y sus tendencias, hay evidencias de que se ha propiciado el descuido y la minimización de las medidas para contrarrestar la contaminación y el deterioro de los recursos naturales. Un elemento central de esas medidas omitidas o minimizadas sería el necesario cambio tecnológico, hacia procesos más limpios. Así, la realidad muestra una muy poca vinculación entre las políticas ambientales, las sociales y las económicas, lo que refleja una falta de voluntad política para superar el nivel discursivo y tratar de construir realmente un tránsito hacia un desarrollo sustentable.

Cabe agregar que la casi total ausencia del desarrollo tecnológico en este modelo industrial exportador, ha tenido graves repercusiones económicas, una de las cuales es el creciente nivel de importaciones en este rubro, y ambientales, vinculadas a los problemas ecológicos existentes en la industria. Es decir, existe ineficacia para modificar la tecnología y las prácticas productivas, como condición necesaria para detener el grave proceso de deterioro ambiental que prevalece en México, y para buscar una competitividad auténtica en la industria.

De las conclusiones anteriores se desprende la carencia de un planteamiento serio, de largo plazo para afrontar la crisis ambiental del país desde una perspectiva de sustentabilidad, que necesariamente deberá incluir a la industria y a su capacidad de generar tecnología. Esta perspectiva, implicaría transitar hacia otro modelo de desarrollo que plantee cambios ecológicos en los patrones de producción y consumo, pero también que atienda los graves problemas de inequidad y rezagos sociales existentes.

Lo antes expuesto apoya la hipótesis planteada sobre la insustentabilidad del desempeño de la industria manufacturera mexicana, tanto por su contribución al deterioro ecológico, como por su falta de respuestas favorables en lo económico y lo social.

3. ¿Qué papel ha jugado la tecnología en la perspectiva de la industria ambiental, y qué significado adquiere ésta ante la crisis ambiental?

Ante este panorama poco alentador surge la cuestión de ¿qué se puede hacer? Una propuesta que plantea esta investigación es retomar el problema de nuestras carencias tecnológicas e intentar afrontarlo a través del fomento de las tecnologías limpias, es decir alentar el desarrollo de la llamada industria ambiental del país, entendiendo por ella al conjunto de empresas que producen los bienes y servicios orientados a corregir y prevenir los problemas del deterioro del ambiente y del uso de los recursos naturales. La justificación de esta idea está en el hecho de que la tecnología es un factor central en la búsqueda de soluciones a la problemática ambiental, y también para lograr una competitividad auténtica de la in-

dustria nacional.

De alguna manera, el Estado mexicano ha sido consciente de la importancia de la industria ambiental, aunque sus esfuerzos hasta hoy hayan resultado insuficientes. Uno de los medios que la política ambiental mexicana ha intentado utilizar para la remediación y protección ambiental, ha sido la promoción del mercado ambiental. Complementariamente, se han buscado objetivos de tipo económico al pretender que de ese modo se daría también el desarrollo de la industria ambiental.

En el ámbito mundial, y particularmente en los países industrializados, la industria ambiental constituye un dinámico subsector de la economía, que con base en un importante desarrollo tecnológico, contribuye a enfrentar la problemática ambiental, crea valor agregado, genera divisas y aumenta el empleo. En México hay muy poca información al respecto, y existe más del lado de la demanda que de la oferta. Sin embargo, dadas las diferencias sustanciales en la estructura productiva entre los países industrializados y nuestro país, los resultados tienden a ser diferentes.

En un intento de dimensionar su importancia, cabe señalar que la industria ambiental constituye la respuesta tecnológica y económica del capitalismo a la crisis ambiental, pero no puede significar su solución ya que las raíces de ésta se encuentran en la estructura misma del sistema económico. Sin embargo, los cambios tecnológicos promovidos por la industria ambiental, son indispensables para atenuar los efectos más dañinos del deterioro ecológico existente.

En el ámbito de los países de la OCDE, el desarrollo de las tecnologías de la IA ha pasado por diferentes etapas, desde el control de la contaminación o tecnologías de final del proceso, hasta el incipiente desarrollo de tecnologías limpias, referidas a cambios profundos en la base tecnológica existente. Como se observa, el desarrollo tecnológico se encuentra en la base de la IA.

4. Para la industria ambiental en México, ¿Cuál fue la situación de la demanda en los 1990s y cuáles son sus perspectivas en los inicios del siglo XXI?

Considerando las propuestas neoestructuralistas antes mencionadas y aplicándolas al caso planteado en párrafos anteriores sobre la idea de fortalecer la industria ambiental en México, resulta que ésta parece poseer las características de una de las áreas productivas que es conveniente impulsar en la perspectiva de un desarrollo sustentable. Surge así la necesidad de conocer el estado actual de este sector productivo con el fin de determinar sus problemas, sus fortalezas y los alcances de su contribución tecnológica, tanto a la solución de la problemática ambiental como a los objetivos económicos propios del sector productivo. Todo ello con el fin de definir las políticas y mecanismos de apoyo más adecuados.

Sin embargo, dada la imposibilidad práctica de realizar el estudio sobre toda la industria ambiental en México, ya que abarca una gran cantidad de actividades

productivas, se decidió elegir una de las áreas más importantes y más dinámicas, económicamente, y seleccionar una muestra en ella. Para ello, se realizó un análisis sobre el mercado ambiental en México, concluyéndose principalmente lo siguiente:

En los últimos años se ha desarrollado una interesante área de inversión orientada a la restauración y protección del medio ambiente en México, cuyo monto para el año 2,000 se estimó en cerca de 4,000 mdd. Los factores que se plantean como determinantes del crecimiento de este mercado son: a) La liberación del mercado y el aumento de la inversión del sector privado; b) Los graves problemas de contaminación causados por la urbanización e industrialización; c) El mejoramiento en la aplicación de estrictas regulaciones ambientales; y, d) Las presiones públicas sobre el gobierno para atender los problemas ambientales en las ciudades principales. Aunque se encontró un cierto optimismo en la justificación de algunos de estos factores, pueden servir como una referencia en el análisis del tema.

Con relación a las áreas de inversión en el mercado ambiental, se ha determinado la existencia de ocho ramas, cuyo crecimiento y magnitud no son uniformes. De ellas, tres representan el 92% de la demanda esperada para el período de 1995 al 2010. Considerando las TPCA y el monto de las inversiones esperadas, se desprende que la rama de tratamiento del agua es una de las dos más importantes. Además, el agua como recurso natural es fundamental para la vida y para el desarrollo de las actividades sociales, por lo que su depuración y suministro adecuados, tienen una gran relevancia ambiental y económica, en una perspectiva de sustentabilidad. Por todo lo anterior, se eligió la rama del agua como objeto de estudio dentro de la industria ambiental.

Con fines de una mejor delimitación del estudio y considerando que el interés básico de esta investigación se centra en la industria manufacturera por ser ésta la que genera la mayor parte del desarrollo tecnológico, y también para facilitar la obtención de información, decidimos limitar el universo de estudio a todas aquellas empresas que fuesen fabricantes de equipo para el manejo del agua en general, incluyendo la potabilización, el drenaje y el tratamiento, pero además, se decidió considerar también a las empresas que producen bienes para el consumo doméstico del agua, debido a que en este rubro se utiliza una buena parte del total, y el desarrollo tecnológico aquí puede tener beneficios importantes. Dos asuntos adicionales cabe señalar. Primero, la inclusión en el estudio de los centros de investigación tecnológica orientados a la tecnología del agua, ya que el desarrollo tecnológico no compete únicamente a las empresas sino también a este tipo de instituciones. Y en segundo lugar, la zona geográfica para la ubicación de la muestra de empresas y centros de investigación, se estableció en la ZMCM en virtud de su relevancia económica, su importancia poblacional y su grave conflictiva ambiental en el rubro del agua, en el contexto nacional.

De acuerdo con la información bibliográfica analizada en este tema, se refuerza la hipótesis propuesta respecto a la dinámica creciente del mercado ambiental

en México, durante la década de los 1990s, aunque los resultados del estudio de caso en el rubro del agua no coincidan con esta apreciación.

5. ¿Cuál ha sido la situación existente en cuanto a generación de tecnología para el manejo del agua en la ZMCM durante los 1990s, desde la perspectiva del neoestructuralismo y la teoría evolucionista, y qué tipos de políticas podrían favorecer ese proceso en una visión de sustentabilidad?

La grave problemática del agua que se ha encontrado en la ZMCM, muy probablemente se encuentra asociada a la gran concentración económica y poblacional que se ha experimentado en las últimas décadas en esa región, la cual, desde una perspectiva neoestructuralista, ha respondido a la implantación de estilos de desarrollo imitativos, dependientes e insustentables que, habiendo carecido de las medidas precautorias y correctivas necesarias, han motivado la sobreexplotación y el desperdicio de los recursos naturales, y en general, el deterioro de los ecosistemas, con efectos negativos en el ámbito socioeconómico. Esta misma insustentabilidad inherente a tales estilos de desarrollo, ha ocasionado la reducción de la inversión pública en APAS, durante el período revisado de la década de los 1990s, y al mismo tiempo, el descuido de las medidas necesarias para hacer cumplir la normatividad respecto al uso del agua en las empresas. Ambas situaciones que contextualizan y condicionan el desempeño de la industria ambiental del agua, tienden a influir negativamente sobre la demanda de maquinaria y equipo para el manejo del agua, lo cual constituye una falta de estímulo para el desarrollo tecnológico de la industria mencionada.

Adicionalmente, los exiguos resultados en generación de tecnología endógena encontrados en las empresas de la industria de referencia, ya que la mayor parte de la innovación implantada ha sido a través del mercado internacional, junto con el hecho de que la poca innovación propia es del tipo imitadora-dependiente, apoyan las tesis neoestructuralistas sobre el carácter limitado y dependiente del proceso de cambio tecnológico en los países de América Latina. Es decir, la evidencia empírica encontrada, no apunta hacia alguna tendencia importante para abrir la "caja negra" de la tecnología, planteada por el neoestructuralismo, en la industria analizada, lo cual implicaría actuar sobre los determinantes del proceso tecnológico a fin de propiciar su desarrollo endógeno. No obstante, se descubrieron algunos resultados alentadores representados por el hecho de que ciertos indicadores tecnológicos de la industria, como el nivel de inversión en I&D, se encontraron por encima de la media nacional.

Asimismo, la reducción de la producción experimentada por las empresas en el período analizado podría explicarse, por el lado de la demanda interna, por la mencionada caída de la inversión pública en infraestructura del agua y por la falta de mecanismos para hacer cumplir las regulaciones sobre el uso del agua en la industria, y por el lado de la oferta, por la falta de competitividad de las empresas, la cual está motivada por el bajo nivel de desarrollo tecnológico que existe en la industria estudiada. Esta última situación ayudaría también a explicar el bajo nivel de las exportaciones que ha experimentado la industria de referencia.

Por el lado de los centros de investigación estudiados, entre los cuales no se encontró ninguno de tipo privado, los principales hallazgos empíricos, que se refieren a la gran concentración de la actividad de investigación en tan sólo dos de ellos, que son los que experimentaron un crecimiento importante en el número de proyectos desarrollados, la muy poca vinculación con la industria manufacturera, y la baja generación de patentes, en general coinciden con la caracterización del proceso de investigación que plantea el neoestructuralismo para los países de América Latina, y que refleja la insuficiencia de las políticas públicas para ubicar a la ciencia y la tecnología en el centro de una estrategia alternativa de desarrollo. Sin embargo, también destaca el hecho de que la mayor parte de los proyectos realizados en los CI, tienen que ver con el diseño y/o la modificación de equipo, lo cual podría representar un potencial positivo de posible vinculación con el sector industrial, con el apoyo de las políticas adecuadas.

Es conveniente señalar que, tanto la situación encontrada en las empresas, como la correspondiente a los centros de investigación, puede ser explicada desde la visión de la teoría evolucionista, por la ausencia de un sistema nacional de innovación que refleje la operación de redes de cooperación, no sólo entre las empresas mismas, - incluyendo proveedoras y clientes -, sino también entre ellas y otras instituciones públicas y privadas que inciden en el proceso de generación de la innovación tecnológica, tales como los centros de investigación, las universidades y escuelas técnicas, los bancos y otros organismos de financiamiento, los sindicatos, las oficinas de patentes y otras dependencias públicas dedicadas al apoyo a la industria y a la investigación científica y tecnológica.

De acuerdo con estas ideas, no es posible esperar un repunte importante en el desempeño económico de las empresas de la industria analizada y un incremento significativo de los resultados en generación endógena de tecnología que incluye también a los centros de investigación, y por lo tanto, en un mejoramiento de la capacidad de respuesta de ambos a la problemática del agua, sin un cambio en el significado del proceso tecnológico en el marco del desarrollo económico y social, y en la forma en que se expresa en las políticas públicas y en las acciones de las empresas. Este cambio, que debe estar orientado hacia la sustentabilidad en el manejo del agua, no puede pasar por alto que, tal como lo proponen los enfoques neoestructuralista y de la teoría evolucionista, el proceso tecnológico debe estar en el centro de una estrategia de desarrollo que busque, no sólo una mayor competitividad y un crecimiento económico sostenido en el largo plazo, sino también que pueda enfrentar los graves rezagos sociales y ambientales.

En este sentido, y aprovechando ciertas características favorables encontradas tanto en las empresas como en los centros de investigación, es pertinente la propuesta para conformar un Sistema Local de Innovación Tecnológica para el Manejo Sustentable del Agua en la ZMCM, que se podría fomentar a través de la implementación de una serie de acciones institucionales, junto con políticas fiscales y de otra índole, emprendidas por el gobierno para involucrar a las empresas y a las otras instituciones ya mencionadas líneas arriba, en una red de colaboración conjunta tendiente a generar tecnologías para el agua. La idea sería constituir a la

industria de equipos para el agua como parte del núcleo endógeno de generación tecnológica, sugerido por la teoría evolucionista, en un proyecto de largo plazo que intenta dinamizar a esta industria a fin de que contribuya, por una parte, al manejo sustentable del recurso hídrico de manera efectiva, y por la otra, a un crecimiento económico sano de la industria con base en una mayor competitividad, tanto interna como externa, que permita también el crecimiento del empleo y del salario real. Desde el punto de vista tecnológico, una característica deseable del sistema sería el impulso al pluralismo tecnológico, derivado del neoestructuralismo ambientalista, que buscaría alentar tanto el desarrollo de la tecnología de punta como también la tecnología adecuada, con el fin de recuperar, mejorar y difundir aquellas prácticas tecnológicas disponibles en el país, que están orientadas a la satisfacción de necesidades de los estratos de población de menores ingresos y que hacen un uso sustentable de los recursos naturales.

La implementación de un sistema de esta naturaleza no puede realizarse por un decreto gubernamental, sino que implicará la necesaria discusión de las acciones y políticas a realizar con todos los agentes económicos y sociales involucrados, pero la iniciativa sí puede ser tomada por un acuerdo de los tres distintos niveles de gobierno involucrados, que podría basarse en las principales ideas aquí esbozadas.

Asimismo, cabe reiterar que con esta propuesta se busca propiciar las condiciones que permitan el fortalecimiento del desarrollo tecnológico para el manejo del agua, y al mismo tiempo, favorecer el crecimiento económico de un sector industrial que puede ser estratégico para desarrollar tecnología, generar divisas, crear empleos y mejorar salarios, en una perspectiva orientada a un desarrollo con sustentabilidad, que hace tanta falta en este país.

Finalmente, concluiremos que, por un lado, las evidencias empíricas encontradas y el análisis realizado, sugieren que la hipótesis planteada sobre el desempeño económico y tecnológico de la industria ambiental del agua en la ZMCM, sólo se cumplió parcialmente, pues el supuesto sobre un importante crecimiento de la producción no fue confirmado por la realidad encontrada, aunque ésta sí mostró la escasa generación de tecnología endógena y la débil vinculación con los centros de investigación tecnológica, con lo cual se apoya la hipótesis referida al comportamiento de la industria estudiada según el paradigma neoestructuralista. Por otro lado, también se ha mostrado la viabilidad de la hipótesis sobre el mejoramiento de los resultados de la industria analizada, con base en nuevas políticas económicas y tecnológicas derivadas de los planteamientos neoestructuralistas, evolucionistas y del desarrollo sustentable.

BIBLIOGRAFÍA

- Aboites, J.** (1998), "La innovación tecnológica en países industrializados y en desarrollo", en *CIECAS Innovación y Consultoría*, Vol. 1, Ed. Especial, dic., pp. 59-71.
- Academia de la Investigación Científica A.C., Academia Nacional de Ingeniería A.C. y Academia Nacional de Medicina A.C.**, (1995), *El agua y la ciudad de México*, México.
- Agazzi, E.** (1996), *El bien, el mal y la ciencia. Las dimensiones éticas de la empresa científico-tecnológica*, Editorial Tecnos, Madrid.
- Agency for International Development (AID)** (1995), *Mexico's environmental markets*, Washington.
- Aguayo, F.** (1996), "Cambio estructural en el empleo manufacturero", en *Economía Informa* N° 245, marzo, México, pp. 16-22.
- Alvater, E.** (1993), *The future of the market*, Verso, London.
- Asociación Mexicana de Fabricantes de Válvulas y Conexos, A.C.**, (1995), *Catálogo de la industria de válvulas, tubería, conexiones y especialidades*, México.
- Asociación Nacional de las Industrias del Bombeo e Ingeniería, A.C.**, (s/f), *Lista de empresas asociadas a ANIBIAC*, México.
- Ayala, E. J. y G.J. González** (2001), "El neoinstitucionalismo, una revolución del pensamiento económico", en *Comercio Exterior*, Vol. 51, N° 1, enero, pp. 44-57.
- Azqueta, O., D.** (1994), *Valoración económica de la calidad ambiental*, McGraw-Hill, Madrid.
- Banco de México** (1993), *Informe anual 1992*, México.
- _____ (1994), *Informe anual 1993*, México.
- _____ (1995), *Informe anual 1994*, México.
- _____ (1996), *Informe anual 1995*, México.
- _____ (1997), *Informe anual 1996*, México.
- _____ (1998), *Informe anual 1997*, México.
- _____ (1999), *Informe anual 1998*, México.
- _____ (2000), *Informe anual 1999*, México.
- Banco Mundial** (1992), *Informe sobre el desarrollo mundial 1992. Desarrollo y medio ambiente*, Washington, D.C.
- Barro, R.J.** (1986), *Macroeconomía*, McGraw-Hill, México.
- Barro, R.J. and Sala i Martin X.** (1995), *Economic growth*, McGraw-Hill, USA.
- Basu, K.** (1984), *The less developed economy. A critique of contemporary theory*, Basil Blackwell, Great Britain.
- Becker, G.** (1995), *Retos para la modernización industrial de México*, Nacional Financiera - Fondo de Cultura Económica, México.
- Beckerman, W.** (1996), *Lo pequeño es estúpido. Una llamada de atención a los verdes*, Edit. Debate, Madrid.
- Bell, C.** (1993), "Economía del desarrollo", en *Desarrollo económico*, J. Eatwell, M. Milgate y P. Newman (comps.), The New Palgrave, Icaria, Barcelona.

- Bizri, O.F.** (1992), "Environmentally sound technologies: their status and prospects", in *Environmentally sound technology for sustainable development*, United Nations, New York, pp. 32-37.
- Buckley, W.** (1970), *La sociología y la teoría moderna de los sistemas*, Amorrortu Editores, Buenos Aires.
- Cámara Nacional de la Industria de la Transformación** (1996), "Declaración de Mazatlán", en *Economía Informa* N° 249, jul-ago, México, pp. 14-16.
- _____ (s/f) Directorio de Fabricantes de Equipo para el Tratamiento y Servicios del Agua, México.
- _____ (s/f), Directorio de Fabricantes de Bombas para el Manejo de Fluidos, México.
- _____ (s/f), Directorio de Fabricantes de Tubería de Concreto Reforzado, México.
- _____ (s/f), Directorio de Fabricantes de Muebles para Baño, México.
- Campos L., J.** (1999), "Tratamiento de aguas residuales", en *Federalismo y Desarrollo*, N° 65, ene.-mar., pp. 87-94.
- Capdevielle, A. M.** (1999), "El cambio tecnológico en la teoría microeconómica neoclásica", en *Teorías Económicas de la Tecnología*, L. Corona (Coord.), Ed. Jus, México.
- Cascio, J., G. Woodside & P. Mitchel** (1997), *Guía ISO-14000. Las nuevas normas internacionales para la administración ambiental*, McGraw-Hill Interamericana, México.
- Caso R., A.** (1999), "Finfra en el saneamiento del agua: impulso y estrategia", en *Federalismo y Desarrollo*, N° 65, ene.-mar., pp.14-33.
- Castañeda, V.,** (1997), "Gestión integral de los recursos hidráulicos", en *Bases para la planeación del desarrollo urbano en la ciudad de México, Tomo II: Estructura de la ciudad y su región*, R. Eibenschutz, (Coord.), U.A.M. – Xochimilco, México.
- Centro de Calidad Ambiental del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores De Monterrey**, (s/f), *Directorio Nacional Ambiental*, México.
- Centro para Nuestro Futuro Común** (1993), *Cumbre para la tierra. Programa para el cambio*, Ginebra.
- Centro Tepoztlán y Programa Latinoamericano de Sistemas Ambientales** (1989), "Nuestro futuro común: una perspectiva latinoamericana", en *Ida dossier* 70, marzo/abril, pp. 21-34.
- Chomsky, N. y H. Dieterich** (1995), *La sociedad global*, Editorial Joaquín Mortiz, México.
- Chozas R., F.** (1999), "Algunas reflexiones sobre la operación y mantenimiento de las plantas de tratamiento de aguas residuales", en *Federalismo y Desarrollo*, N° 65, ene.-mar., pp. 95-104.
- Christensen, P.** (1989), "Historical roots for ecological economics", in *Ecological economics*, N° 1, pp. 17-36.
- Cimoli, M. Y G. Dosi** (1994), "De los paradigmas tecnológicos a los sistemas nacionales de innovación", en *Comercio Exterior*, Vol. 44, N° 8, agosto, pp. 669-683.
- Clements, R. B.** (1997), *Guía completa de las normas ISO-14000*, Ediciones Gestión 2000, Barcelona.
- Cockshott, P., A. Cottrell and G. Michaelson** (1995) "Testing Marx: Some new

- results from UK data", in *Capital and Class*, N° 55, Spring, London, pp. 103-129.
- Colby, M.** (1991), "La administración ambiental en el desarrollo. Evolución de los paradigmas", en *El trimestre económico*, N° 231, Jul-Sep., pp. 589-615.
- Comisión de Aguas del Valle de México**, (1987), *Sistema Cutzamala*, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, México.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)** (1991), *El desarrollo sustentable: transformación productiva, equidad y medio ambiente*, Naciones Unidas, Santiago de Chile.
- _____ (1995), *Innovación en tecnologías y sistemas de gestión ambientales en empresas líderes latinoamericanas*, Estudios e Informes de la CEPAL N° 94, Santiago de Chile.
- Comisión Mundial del Medio Ambiente y del Desarrollo** (1988), *Nuestro futuro común*, Alianza Editorial, Madrid.
- Comisión Nacional del Agua**, (s/f) *Catálogo de proveedores*, México.
- _____ (1998), *Situación del Subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento a Diciembre de 1997*, México.
- Committee on Japan's Experience in the Battle Against Air Pollution** (s/f), *Japan's Experience in the battle against air pollution*, Japan.
- Cone, J. D. & S. L. Foster** (1997), *Dissertations and theses. The start to finish*, American Psychological Association, Washington.
- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología – Secretaría de Educación Pública** (1997), *Indicadores de actividades científicas y tecnológicas 1996*, México.
- Consultants' Group / Latin America**, (1997), *Mexico – Industrial wastewater treatment and recycling equipment*, USDOC, International Trade Administration.
- Consultoría y apoyo técnico en ingeniería, S.A. de C.V.**, (1997) *Estudio para la generación e integración del catálogo de proyectos para el Plan Maestro de Agua Potable*, (Inédito), DGCOH, México.
- Corona, L.** (1998), "Conceptos y problemas de la economía de la tecnología: balance y perspectivas", en *Aportes*, N° 9, sep.-dic., pp. 125-134.
- _____ (1999, a), "Tecnología, innovación y ciclos económicos", en *Teorías Económicas de la Tecnología*, L. Corona (Coord.), Ed. Jus, México.
- _____ (1999, b), "La teoría evolucionista en la economía de la tecnología", en *Teorías Económicas de la Tecnología*, L. Corona (Coord.), Ed. Jus, México.
- Costanza, R.** (1989), "What is ecological economics?", in *Ecological economics*, N° 2, pp. 1-7.
- Cruz, R. De la** (1987), *Tecnología y poder*, Siglo XXI Editores, México.
- Daly, H. E.** (1997), "Georgescu-Roegen versus Solow-Stiglitz" in *Ecological Economics*, Vol. 22, N° 3, pp. 261-266.
- Darrow, K. y R. Pam** (1980), *Manual de tecnología adecuada*, Centro de Estudios Económicos y Sociales del Tercer Mundo, México.
- Dickson, D.** (1985), *Tecnología alternativa*, Ediciones Orbis, Colección Muy Interesante, Barcelona.
- Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica** (1990), *El sistema de drenaje profundo de la ciudad de México*, Departamento del Distrito Federal, México.

- _____ (S/f), *Catálogo de proveedores*, Secretaría General de Obras del D.D.F., México.
- _____ (1994 a), *Agua 2000. Estrategia para la ciudad de México*, Secretaría General de Obras, D.D.F., México.
- _____ (1994 b), *Alcantarillado 2000. Estrategia para la ciudad de México*, Secretaría General de Obras del D.D.F., México.
- _____ (1994 c), *Memoria. Programa de uso eficiente del agua*, Secretaría General de Obras del D.D.F., México.
- Dirección General de Prevención y Control de la Contaminación**, (1997), *Prevención y control de la contaminación en fuentes fijas*, Secretaría de Medio Ambiente, DDF, México.
- Domínguez, V., L.** (1995) "El comportamiento ambiental de la industria manufacturera en la zona metropolitana de la Ciudad de México", ponencia presentada en el Seminario Internacional sobre instrumentos económicos para un comportamiento empresarial favorable al ambiente, El Colegio de México, 16-17 de octubre, México.
- _____ (1996), "Propuesta para evaluar la relación industrial con el medio ambiente", en *Economía Informa* N° 249, jul-ago, México, pp. 27-31.
- Domínguez, L. y F. Brown** (1996), *La estructura industrial mexicana en un contexto de apertura comercial* (versión preliminar), mimeo, México.
- Dos Santos, T.** (1998), "La revolución científico-técnica, la nueva división internacional del trabajo y el sistema económico mundial", en *Apuntes*, año III, N° 9, sep.-dic., pp. 19-47.
- Downs, T.** (1998), *Abastecimiento del agua para la ciudad de México. Un enfoque de sustentabilidad*, Copia impresa de la Conferencia sustentada en el Colegio de Ingenieros Civiles de México, el día 2 de julio en la ciudad de México.
- Dussel, E.** (1995), "El cambio estructural del sector manufacturero mexicano", en *Comercio exterior*, Vol. 45, N° 6, junio, pp. 460-469.
- _____ (1996), "La nueva política industrial: ¿Buenas intenciones?", en *Economía Informa* N° 249, jul-ago, México, pp. 17-20.
- Engels, F.** (1975), *AntiDüring*, Ediciones de Cultura Popular, México.
- _____ (s/f), *El papel del trabajo en la transformación del mono en hombre*, Edit. Progreso, Moscú.
- _____ (1974), *La situación de la clase obrera en Inglaterra*, Ediciones de Cultura Popular, México.
- Fajnzylber, F.**, (1990), *Industrialización en América Latina: de la "caja negra" al "casillero vacío"*, Cuadernos de la CEPAL N° 60, Santiago de Chile.
- Federación Mexicana de Ingeniería Sanitaria y Ciencias Ambientales, A.C.** (1997) *Directorio de Especialidades Sanitarias y Ambientales*, México.
- Ffrench-Davis, R.** (1990), "Ventajas comparativas dinámicas: Un planteamiento neoestructuralista", en *Elementos para el diseño de políticas industriales y tecnológicas en América Latina*, Comisión Económica para América Latina y el Caribe, Santiago de Chile, pp. 13-64.
- Fundación Universo Veintiuno** (1990), *Desarrollo y medio ambiente en México. Diagnóstico 1990*, México.
- Galindo, M. A. y G. Malgesini** (1994), *Crecimiento económico. Principales teorías*

- desde Keynes, McGraw-Hill, Madrid.
- Georgescu-Roegen, N.** (1975), "Energía y mitos económicos", en *El trimestre económico*, Vol. XLII (4), N° 168, oct/dic, México, pp. 779-836.
- González, M. L.** (1996), *La industria de bienes de capital en México*, Ediciones El Caballito, México.
- Grossman, G. M. & E.Helpman** (1994), "Endogenous innovation in the theory of growth", in *Journal of Economics Perspectives*, Vol. 8, N° 1, winter, pp. 23-44.
- Grundmann, R.** (1992), "El marxismo frente al desafío ecológico", en *Trabajo y capital*, N° 3, Montevideo, pp. 27-47.
- Gutiérrez R., C.** (1996), "La pertinencia de una política industrial para un entorno global", en *Economía Informa* N° 249, jul-ago, México, pp. 10-13.
- Gutiérrez, A. y Y. Trápaga** (1991), "La tierra y la propuesta de los fisiócratas", en *Investigación económica*, N° 195, ene/mar, pp. 155-173.
- Gutiérrez, E.** (1997), "Reactivación económica, en aprietos", en *El Financiero*, 7 de abril, p. 30.
- Gutman, P.** (1986), "Economía y ambiente", en *Los problemas del conocimiento y la perspectiva ambiental del desarrollo*, E. Leff (Coord.), Siglo XXI, México, pp. 173-202.
- Habermas, J.** (1989), *Ciencia y técnica como ideología*, Editorial Tecnos, Madrid.
- Hart, S.L.** (1997), "Beyond greening: strategies for a sustainable world", in *Harvard Business Review*, January-February, pp. 66-76.
- Hernández, S. R., C. Fernández & P. Baptista** (2003), *Metodología de la investigación*, Tercera ed., McGraw-Hill Interamericana, México.
- Herrera, A., et al**, (1994), *Las nuevas tecnologías y el futuro de América Latina: riesgo y oportunidad*, Editorial de la Universidad de Las Naciones Unidas y Siglo Veintiuno Editores, México.
- Illich, I.** (1979), *La convivencialidad*, 2ª Ed., Editorial Posada, México.
- Instituto Nacional de Ecología (INE)** (1997), *Áreas de oportunidad en el sector ambiental de la economía*, México.
- _____ (s/f), *Programa de Protección Ambiental y Competividad Industrial*, Cuadernos de Trabajo N° 2, México.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática** (1995), *Estadísticas del medio ambiente, México 1994*, Aguascalientes, Ags.
- _____ (1995,1996, 1997,1998), *Encuesta Industrial Mensual Diciembre de 1994, 1995, 1996 y 1997*, México.
- _____ (1996), *Sistema de cuentas económicas y ecológicas de México 1985-1992*, Aguascalientes, Ags.
- _____ (1996), *Sistema de Cuentas Nacionales de México. PIB por Entidad Federativa 1993*, México.
- _____ (1997a), *Encuesta nacional de empleo, salarios, tecnología y capacitación en el sector manufacturero, 1995*, México.
- _____ (1999), *Estadísticas Históricas de México, Tomos I y II*, México.
- _____ (1999), *Sistema de Cuentas Nacionales de México. PIB por Entidad Federativa 1993-1996*, México.
- _____ (2002), *XII Censo General de Población y Vivienda 2000*, Recuperado el 18 de Julio de 2003 en <http://www.inegi.gob.mx>

- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática – Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca** (2000), *Estadísticas del Medio Ambiente, México 1999*, Tomo I, Aguascalientes.
- Johnson, B. Y B. Lundvall** (1994), "Sistemas nacionales de innovación y aprendizaje institucional", en *Comercio Exterior*, Vol. 44, N° 8, agosto, pp.
- Kate, A. T.** (1999), "Desarrollo industrial y el medio ambiente en México", en *Economía del Medio Ambiente en América Latina*, 2ª ed., J. I. Varas (Ed.), Alfaomega, Santiago de Chile.
- Krugman, P.** (1992), "Toward a counter-counterrevolution in development theory", in *Proceedings of the World Bank Annual Conference on Development Economies*, pp. 15-38.
- Kuri, G.A.**, (1995), "El cambio tecnológico en los análisis estructuralistas", en la *Revista de la CEPAL* N° 55, pp.183-190.
- _____ (1999), "El cambio tecnológico en la perspectiva estructuralista-cepalina", en *Teorías Económicas de la Tecnología*, L. Corona (Coord.), Ed. Jus, México.
- Kurz, H. D. & Salvadori N.** (1996), "The new growth theory: old wine in new goatskins", mimeo Facultad de Economía, UNAM, México.
- Leal, M., et al** (1996), *Temas ambientales. Zona Metropolitana de la Ciudad de México*, UNAM – SEMARNAP, México.
- Leff, E.** (1994), *Ecología y capital. Racionalidad ambiental, democracia participativa y desarrollo sustentable*, 2ª Ed., Siglo XXI-IIE-UNAM, México.
- Lendaris, G. G.** (1986), "Systems, man and cibernetics", in *IEEE Transactions On*, Vol. SMC-16, N° 4, july/august, pp. 603-610.
- Lipietz, A.** (1996), "Political ecology and the workers' movement: similarities and differences" in *Postmodern materialism and the future of marxist theory*, A. Callari and D.F. Ruccio, (Eds.), University Press of New England, Hanover.
- López L., S.** (1997), *La vinculación de la ciencia y la tecnología con el sector productivo: su perfil económico*, Universidad Autónoma de Sinaloa, México.
- Martínez, A. J. y K. Schlüpmann** (1991), *La ecología y la economía*, Fondo de Cultura Económica, México.
- Marx, K.** (1991) *El capital*, T. III, Vol. 8, 7ª Ed., Siglo XXI, México.
- Meadows, D. H., D. L. Meadows y J. Randers** (1992), *Más allá de los límites del crecimiento*, Ediciones El País - Aguilar, Madrid.
- Méndez, I. F.** (1994), "El enfoque microeconómico: marginalismo y neoclásicos", en *Ensayos sobre pensamiento económico*, J. de la Iglesia (Coord.) McGraw-Hill, Madrid, pp. 89-138.
- Mill, J. S.** (1951), *Principios de economía política*, 2ª Ed., Fondo de Cultura Económica, México.
- Mohun, S.** (1994), "A re(in)statement of the labor theory of value", in *Cambridge Journal of Economics*, pp. 391-412.
- Morales R., J.** (1999), "Situación y propuesta para el tratamiento de aguas residuales y participación privada en México" en *Federalismo y Desarrollo*, N° 65, ene.-mar., pp. 51-66.
- Moseley, F.** (1994), "Unproductive labor and rate of profit: a reply to Laibman", In *Science and Society*, Spring, pp. 84-92.
- Mumford, L.** (1971), *Técnica y civilización*, Alianza Universidad, Madrid.

- Naciones Unidas** (1993), *Programa 21. Informe de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo*, Vol. I, Nueva York.
- Olayo, R.** (1998), "Ahorrarán más de 100 mdd en plantas tratadoras", en *La Jornada*, 23 de septiembre, p. 58, México.
- Organización de Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial** (1995), *Desarrollo Industrial. Informe Mundial 1995*, Fondo de Cultura Económica, México.
- _____ (1996), *Desarrollo Industrial. Informe Mundial 1996*, Fondo de Cultura Económica, México.
- Organización de Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura** (2003), *Informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo*, Recuperado el 18 de Julio de 2003 en <http://www.unesco.org>
- Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD)** (1996a), *Industrial competitiveness*, París.
- _____ (1996b), *The environment industry, The Washington meeting*, París.
- _____ (1999), "Technology and sustainable development", in *Science Technology Industry Review*, N° 25, pp. 11-25.
- Ormerod, P.** (1995), *Por una nueva economía. Las falacias de las ciencias económicas*, Ed. Anagrama, Barcelona.
- Panayotou, T.** (1994), *Ecología, medio ambiente y desarrollo. Debate crecimiento vs. conservación*, Gernika, México.
- Pappenheim, F.** (1967), *La enajenación del hombre moderno*, Ediciones Era, México.
- Patel, P. and K. Pavitt** (1994), "The nature and economic importance of national innovations systems", in *Science Technology Industry Review*, N° 14, OECD, pp. 9-32.
- Pearce, D.** (1985), *Economía ambiental*, Fondo de Cultura Económica, México.
- Pérez A., A.** (1998), "Construirán un acueducto de 40 km. en Temascaltepec", en *La Jornada*, 10 de octubre, p. 63, México.
- Pérez, C.** (1992), "Cambio técnico, reestructuración competitiva y reforma institucional en los países en desarrollo", en *El Trimestre Económico*, Vol. LIX (1), N° 233, Ene-Mar, pp. 23-64.
- Pérez M., E.** (1996), "Programa de política industrial y comercio exterior. Una agenda para el desarrollo industrial de México", en *Economía Informa* N° 249, jul-ago, México, pp. 4-9.
- Pigou, A. C.**, (1962), *The economics of welfare*, Fourth Ed., McMillan and Co, LTD, London.
- Portillo, A. Y G. Sirvent** (1987), *Tecnologías alternativas para el desarrollo urbano*, Centro de Ecodesarrollo, México.
- Posada, Editorial** (1995), *El nuevo ecologismo. Manifiesto de los ámbitos de comunidad*, México.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo** (1995), *Informe sobre desarrollo humano 1995*, Harla, México.
- _____ (1996), *Informe sobre desarrollo humano 1996*, Harla, México.
- Prigogine, I. Y Stengers, I.** (1983), *La nueva alianza. Metamorfosis de la ciencia*, Alianza editorial, Madrid.

- Procuraduría Federal de Protección Ambiental** (2002), *Inspección industrial*, Recuperado en Noviembre de 2002 en <http://www.profepa.gob.mx>
- Pyke, F.** (1996), "New directions in policies to promote innovation and development for SMEs". A paper prepared for the International Conference on Economics and Policy of Innovation: Networks of Firms and Information Networks, Piacenza, Italy, 5-7 June.
- Ramírez, C.** (1992), *Tratamiento de aguas residuales industriales*, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, México.
- Redclift, M.** (1989), *Los conflictos del desarrollo y la crisis ambiental*, Fondo de Cultura Económica, México.
- Rendón, T. y C. Salas** (1996), "Ajuste estructural y empleo: El caso de México", en *Revista Latinoamericana de Estudios del Trabajo*, Año 2, N° 2, México, pp. 77-103.
- Rifkin, J.** (1996), *El fin del trabajo*, Ed. Paidós, México.
- Rodríguez L., L.** (1997), "Concentran 630 empresas 80% de las exportaciones", en *El Financiero*, 12 de junio, p. 26.
- Rodríguez, E.** (1991), "La endogeneización del cambio tecnológico: un desafío para el desarrollo", en *El desarrollo desde dentro: un enfoque neoestructuralista para la América Latina*, O. Sunkel (Comp.), Fondo de Cultura Económica, Lecturas N° 71, México.
- Rojas S. R.** (1998), *Guía para realizar investigaciones sociales*, Ed. Plaza y Valdés, México.
- Romer, P. M.** (1994), "The origins of endogenous growth", in *Journal of Economic Perspectives*, Vol. 8, N° 1, winter, pp. 3-22.
- Romero, P.** (1997), *Política pública y posibilidades de reorientación ambiental de la actividad industrial. El subsector textil de la ZMCM*, Tesis de Doctorado en Ciencias Sociales, Universidad Autónoma Metropolitana – Xochimilco, México.
- Saade H., L.** (1999), "Legislación y normatividad para el control de la calidad de las aguas residuales en México: una nueva estrategia", en *Federalismo y Desarrollo*, N° 65, ene.-mar., pp. 34-39.
- Saldívar, A.** (1998), Evaluación de los costos ecológicos del agua: bases para un desarrollo sustentable en la Ciudad de México, *Memoria del XX Coloquio de Antropología e Historia Regionales: Agua, Medio Ambiente y Desarrollo en México*, Colegio de Michoacán, México.
- Sánchez, D. G.** (1999), "Cambio tecnológico y acumulación de capital", en *Teorías Económicas de la Tecnología*, L. Corona (Coord.), Ed. Jus, México.
- Sarmiento F. F.** (1993), *Tecnología, medio ambiente y desarrollo. Caso de una comunidad chiapaneca*, Tesis de maestría, Instituto Politécnico Nacional, México.
- Schmidheiny, S. et al.** (1996), *Signal of change. Business progress towards sustainable development*, World Business Council for Sustainable Development.
- Schumpeter, J.** (1997), *Teoría del desenvolvimiento económico*, Fondo de Cultura Económica, México.
- Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (s/f)**, *Programa de Política Industrial y Comercio Exterior*, Talleres de México, México.

- Secretaría de Desarrollo Social - Instituto Nacional de Ecología** (1994), *Informe de la situación general en materia de equilibrio ecológico y protección al ambiente 1993-1994*, México.
- Secretaría de Hacienda y Crédito Público** (1995), *Plan Nacional de Desarrollo 1995-2000*, Diario Oficial de la Federación, México.
- Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca** (1966), *Programa de Medio Ambiente 1995-2000*, Talleres Gráficos de México, México.
- _____ (1997), *Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección Ambiental. Delitos Ambientales*, México.
- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales** (2002), *Programa Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2001-2006*, Recuperado el 18 de Julio de 2003 en <http://www.semarnat.gob.mx>
- Solow, R.** (1974), "The economics of resources or the resources of economics", in *The American Economic Review*, N° 2, May, pp. 1-14.
- _____ (1997), "Reply Georgescu-Roegen versus Solow/Stiglitz", in *Ecological Economics*, Vol. 22, N° 3, pp. 267-268.
- Sunkel, O.** (Comp.) (1991), *El desarrollo desde dentro. Un enfoque neoestructuralista para la América Latina*, Fondo de Cultura Económica, México.
- Tamames, R.** (1985), *Ecología y desarrollo. La polémica sobre los límites al crecimiento*, 5ª Ed., Alianza Editorial, Madrid.
- Tapia, N. A.** (1999), "Macroeconomía y progreso técnico en la teoría neoclásica", en *Teorías Económicas de la Tecnología*, L. Corona (Coord.), Ed. Jus, México.
- Tapia, A. y M. Capdevielle** (1999), "Corrientes y conceptos de la teoría evolucionista", en *Teorías Económicas de la Tecnología*, L. Corona (Coord.), Ed. Jus, México, pp. 223-24.
- Teubal, M.** (1990), "Lineamientos para una política de desarrollo industrial y tecnológica: La aplicabilidad del concepto de las distorsiones del mercado", en *Elementos para el diseño de políticas industriales y tecnológicas en América Latina*, Comisión Económica para la América Latina, Santiago de Chile.
- Tibbs, H.** (1992), "Industrial ecology: an environment agenda for industry", in www.sustainable.doe.gov/industrial/Tibbs.html
- Torres, V. M. y R. R. Acosta** (1998), "Posibilidades de un sistema de innovación para la industria de bienes de capital", en *CIECAS Innovación y Consultoría*, N° 1, dic., pp. 41-50.
- Turner, R. K., D. Pearce and I. Bateman** (1993), *Environmental economics. An elementary introduction*, The Johns Hopkins University Press, Baltimore.
- Unger, K.** (1994), "Productividad y competitividad exportadora en la industria mexicana", en *La competitividad de la industria mexicana frente a la concurrencia internacional*, A. Argüelles y J. A. Gómez (comps.), Fondo de Cultura Económica - Nacional Financiera, México.
- United Nations Environment Program** (2000), "Overview GEO 2000", in www.unep.org
- Urquidí, V. M.** (1995), "Instrumentos económicos para la política ambiental; Estructura industrial y comportamiento empresarial en los países en vías de

desarrollo, con referencia a México", ponencia presentada en el *Seminario Internacional sobre Instrumentos Económicos para un Comportamiento Empresarial Favorable al Ambiente*, El Colegio de México, 16-17 de octubre de 1995, México.

Villareal G., P. (1994), "Factores importantes para el desarrollo del mercado de tecnología de la industria en México y proposición de una estrategia general" en *La competitividad de la industria mexicana frente a la concurrencia internacional*, A. Argüelles y J. A. Gómez (comps.), Fondo de Cultura Económica - Nacional Financiera, México.

Waistain, O. (1989), "Crisis y cambios tecnológicos", notas del curso impartido en el Instituto de Investigaciones Económicas de la UNAM, México.

Wallerstein, I. (1989), *El capitalismo histórico*, 2ª Ed., Siglo XXI, México.

World Wide Fund (2002), "Living Planet Report 2002", Recuperado en octubre de 2002 en www.panda.org

Zadek, S. and C. Haas (1996), *Does economic growth damage the environment; A critique of the environmental Kuznets Curve*, New Economics Foundation, London.

ANEXO "A"



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ECONOMÍA

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

“ENCUESTA A LOS ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES PRODUCTORES DE EQUIPO PARA EL SUMINISTRO Y TRATAMIENTO DEL AGUA, UBICADOS EN LA ZONA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MÉXICO”

Objetivo:

Tomando en cuenta la gravedad de la problemática del agua en nuestro país, especialmente en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, y la importante contribución que para enfrentarla hace el subsector industrial fabricante de equipos para el suministro y tratamiento del agua, se plantea la necesidad de analizar la estructura, evolución y problemas principales del subsector, buscando proponer estrategias para su mejor desarrollo y una mejor respuesta a los requerimientos del país en materia de tecnología del agua.

El objetivo de este estudio es obtener información de los establecimientos, sobre sus características productivas, aspectos tecnológicos, empleo y remuneraciones. Esto es con el fin de conocer la situación prevaleciente en este subsector industrial, para plantear alternativas de políticas públicas que propicien un mejor desarrollo del mismo.

Sr.(es) Informante(s):

Se agradece de antemano su colaboración al proporcionar la información solicitada en esta encuesta, y le(s) informamos que el uso de la misma se hará de manera estadística y con fines académicos. Además, el empleo de los datos será estrictamente confidencial por lo que no serán publicados. Para proporcionar los datos generales del establecimiento, puede(n) utilizar los espacios siguientes:

Nombre de la empresa _____

Giro _____

Nombre del responsable de la información _____

Puesto _____ Teléfono _____

Nombre del responsable de la información (2) _____

Puesto _____ Teléfono _____

I. CARACTERÍSTICAS DEL ESTABLECIMIENTO.

1. ¿ Cuáles son los 3 principales productos que se fabrican en el establecimiento?
1)
2)
3)
2. ¿ Qué porcentaje de sus productos se destinan a mercados relacionados con el suministro, drenaje y/o tratamiento del agua?
_____ %
3. ¿ Qué porcentaje del importe monetario de las ventas anuales se destina al mercado del agua?
_____ %

Nota: Se entiende por mercado del agua, la compraventa de equipo y productos para el suministro, drenaje y tratamiento del agua.

4. ¿ Cuántos años de operación tiene el establecimiento en el mismo giro de actividad?

Años _____ Meses _____
menos de un año _____

5. ¿Cuál es el origen del capital mayoritario del establecimiento?
O Nacional O Extranjero O No sabe

6. ¿Cuántas personas trabajan en el establecimiento?
_____ personas

7. Indique el porcentaje de utilización de la capacidad instalada en función del volumen físico de producción del establecimiento, en los últimos 3 años.

1995 1996 1997
_____ % _____ % _____ %

8. ¿Su establecimiento cuenta con certificación de control de calidad ambiental ISO - 14000?
O Sí O No O En trámite O No sabe

II. TECNOLOGÍA

9. En el período de 1995 a 1997, ¿Se adquirió maquinaria y/o equipo para el proceso productivo?
O Sí O No O No sabe

Si la respuesta es "No" o "No sabe", favor de pasar a la pregunta 11.

10. Si la respuesta a la pregunta anterior fue positiva, ¿Cuáles fueron los porcentajes de su procedencia en términos monetarios?

Mercado nacional _____ %

Mercado extranjero _____ %

Total: 100 %

11. Actualmente, ¿Se pagan regalías por el uso de patentes de productos y/o procesos?

Sí No No sabe

Si la respuesta es "No" o "No sabe", favor de pasar a la pregunta 13.

12. Si la respuesta a la pregunta anterior fue positiva, ¿Cuáles fueron los porcentajes de su destino en términos monetarios?

Mercado nacional _____ %

Mercado extranjero _____ %

Total: 100 %

13. En los últimos 3 años, ¿Se ha introducido alguna innovación tecnológica en los procesos productivos y/o en los productos?

Sí No No sabe

Si la respuesta es "No" o "No sabe", favor de pasar a la pregunta 16.

14. Si se introdujo alguna innovación, la procedencia fue:

De la propia empresa

De patente nacional ajena a la empresa

De patente extranjera vinculada a la empresa

De patente extranjera ajena a la empresa

15. Si se introdujo alguna innovación, ésta fue en:

Los productos

Los procesos

Ambos

No sabe

16. Si la innovación fue en los productos destinados al mercado del agua, ¿Cuál fue el efecto en el uso del agua?

Contribuye al ahorro del agua

Contribuye a disminuir la contaminación del agua

No tuvo ningún efecto en el uso del agua

No sabe

17. En los últimos 3 años, ¿El establecimiento ha financiado algún proyecto de Investigación y Desarrollo?

Sí No No sabe

Si la respuesta es "No" o "No sabe", favor de pasar a la pregunta 19.

18. En caso afirmativo en la respuesta anterior, ¿Dónde se realizó el proyecto?

- En el propio establecimiento
- En una institución pública nacional
- En una institución privada nacional
- En una institución del extranjero
- En otra. Especificar _____

19. ¿Existe en el establecimiento algún programa sistemático de desarrollo tecnológico?

- Sí
- No
- Se realizan proyectos eventualmente
- No sabe

Si la respuesta es "No" o "No sabe", favor de pasar a la pregunta 22.

20. En caso de existir algún programa o realizarse proyectos eventuales, ¿Qué porcentaje del monto anual de ventas se ha invertido en Investigación y Desarrollo, en los últimos 3 años?

1995	1996	1997
____ %	____ %	____ %

21. ¿Qué fuentes de financiamiento se han utilizado y en qué proporción, para financiar los programas de Investigación y Desarrollo, como promedio de los últimos 3 años, o bien en 1997?

	Promedio 1995-1997	1997
Fondos propios	____ %	____ %
Fondos de gobierno	____ %	____ %
Bancos nacionales	____ %	____ %
Crédito extranjero	____ %	____ %
Otro (especificar)	____ %	____ %

22. En caso de no haber utilizado fondos gubernamentales, ¿Cuál es la razón?

Razón(es) _____

III. MERCADO

23. ¿Cuál fue el valor en pesos, de la facturación total anual del establecimiento, en los últimos 3 años, y lo que espera para 1998?

	1995	1996	1997	1998
Facturación total	____	____	____	____

24. En los períodos que se indican, ¿Qué porcentaje del total de las ventas del establecimiento, se destinaron a los mercados siguientes?

	1995	1996	1997
ZMCM	_____ %	_____ %	_____ %
Resto del país	_____ %	_____ %	_____ %
Extranjero	_____ %	_____ %	_____ %
Total	100 %	100 %	100 %

Nota: ZMCM: Zona Metropolitana de la Ciudad de México.

25. ¿Cuál es la participación de las ventas del establecimiento en cada uno de los dos siguientes segmentos del mercado nacional?

ZMCM	_____ %
Resto del país	_____ %

NOTA: En este caso, la suma no necesariamente debe dar 100%, ya que los dos segmentos del mercado son independientes, en cuanto a la cobertura. Es decir, por ejemplo, se podría estar abarcando el 10% en un caso, y el 5% en el otro.

26. ¿Qué proporción de las ventas destinadas al mercado del agua, en los 3 últimos años, se canalizaron a los sectores público y privado?

	1995	1996	1997
Sector Público	_____ %	_____ %	_____ %
Sector Privado	_____ %	_____ %	_____ %
Total	100 %	100 %	100 %

27. ¿Cuál ha sido el crecimiento porcentual de las ventas anuales, en los últimos 3 años? (Usar números negativos en caso de disminución y cero para estancamiento).

	1995	1996	1997
Crecimiento	_____ %	_____ %	_____ %

28. ¿Cuál fue el valor en pesos, de la facturación anual del establecimiento destinada al mercado del agua, en los últimos 3 años?

Facturación en el	1995	1996	1997
<u>Mercado del agua</u>	_____	_____	_____
ZMCM	_____	_____	_____
Resto del país	_____	_____	_____
Exportaciones	_____	_____	_____

IV. EMPLEO Y SALARIOS

29. ¿Cuál ha sido el crecimiento porcentual del empleo en el establecimiento, en los últimos 3 años? (Usar números negativos en caso de disminución y cero para estancamiento).

	1995	1996	1997
Crecimiento	_____ %	_____ %	_____ %

30. ¿Actualmente, cuál es el salario en la categoría inferior de empleo, en términos de porcentaje del salario mínimo?

_____ % del salario mínimo

Nota: Se entiende por categoría inferior de empleo, el nivel de salario más bajo del establecimiento.

31. ¿En la actualidad, qué porcentaje del total de sueldos y salarios pagados representa lo correspondiente a la categoría inferior?

_____ %

32. ¿Cuáles han sido los porcentajes promedio de incremento salarial, en los últimos 3 años?

1995 1996 1997
 _____ % _____ % _____ %

33. Indique con una "x" si el personal ocupado cuenta con las siguientes prestaciones o formas de remuneración.

Prestaciones	Empleados administrativos			Trabajadores en producción		
	Sí	No	No sabe	Sí	No	No sabe
Despensa						
Ayuda para renta						
Ayuda para transporte						
Ayuda para útiles escolares						
Ayuda para comida						
Fondo de ahorro						
Seguro de vida						
Fondo para becarios						
Seguro de retiro						
Reconocimiento por antigüedad						
Ayuda para servicios médicos						
Ayuda para guardería						
Actividades recreativas y culturales						
Fonacot						
Dotación de productos generados por el establecimiento						

V. EXPECTATIVAS

34. ¿Cómo cree que va a ser la situación para su establecimiento, en el presente año?

Favorable

Desfavorable

Igual

No sabe

¿Porqué? _____

SR. INFORMANTE:

Si tiene alguna explicación adicional u observación que hacer, por favor utilice este espacio anotando primero el número de la pregunta.

Nº de pregunta	Observaciones

¡MUCHAS GRACIAS!

ANEXO "B"



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ECONOMÍA

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

“ENCUESTA A LOS CENTROS DE INVESTIGACIÓN EN TECNOLOGÍA DEL AGUA EN LA ZONA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MÉXICO”

Objetivo:

Tomando en cuenta la gravedad de la problemática del agua en nuestro país, especialmente en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, y la importante contribución en el planteamiento de alternativas tecnológicas que para afrontarla hacen los Centros de Investigación en Tecnología del Agua, se plantea la necesidad de analizar la situación actual de éstos, considerando los problemas que enfrentan, su vinculación con los sectores público y productivo, así como sus perspectivas de desarrollo.

Con base en lo anterior, el objetivo del presente estudio es obtener información de los mencionados Centros de Investigación, con respecto a sus características institucionales tales como su tamaño, áreas de investigación, financiamiento, etc. Esto es con el fin de contar con la información básica para plantear alternativas de políticas públicas que favorezcan un mejor desarrollo de tales instituciones.

Sr. Informante:

Se agradece de antemano su colaboración al proporcionar la información solicitada en esta encuesta, y le informamos que el uso de la misma se hará de manera estadística y con fines académicos, por lo que el empleo de los datos particulares será estrictamente confidencial. Para proporcionar los datos generales de la institución, puede utilizar los espacios siguientes:

Nombre de la institución _____
Tipo: Pública O; Privada O; Otra O Especificar _____
Nombre del responsable de la información _____
Puesto _____ Teléfono _____

I. CARACTERÍSTICAS DE LA INSTITUCIÓN

1. ¿Cuántos años tiene la institución de realizar investigación en el rubro del agua?
Nº de años _____
2. ¿Cuántas personas trabajan en la institución, en las actividades siguientes?
Investigadores _____
Ayudantes de inv. _____
Admvs. Y de apoyo _____
3. ¿Cuáles son las principales áreas de investigación que la institución realiza, con respecto a la problemática del agua?

II. DESARROLLO DE PROYECTOS

4. ¿Cuál ha sido la evolución del número de proyectos de investigación sobre el agua, realizados en los últimos 5 años?

Año	1994	1995	1996	1997	1998
Nº de proyectos	_____	_____	_____	_____	_____

5. De la investigación en desarrollo tecnológico, que se realiza actualmente sobre el agua, ¿Qué porcentajes se refieren a los aspectos siguientes?

Rubro	%
Suministro y/o potabilización	_____
Ahorro doméstico del agua	_____
Ahorro industrial del agua	_____
Ahorro agrícola del agua	_____
Plantas de tratamiento de agua residual urb.	_____
Plantas de tratamiento de agua residual ind.	_____
Drenaje	_____
Otros	_____
(Especificar)	_____

6. ¿Se está desarrollando actualmente algún proyecto que se refiera al diseño o modificación de equipo utilizado en cuestiones del agua?

Sí O No O No sabe O

7. Si la respuesta a la pregunta anterior fue positiva, ¿De qué tipo de equipo(s) se trata?

8. ¿Cuántos proyectos sobre el agua se han desarrollado en los últimos 5 años para el sector industrial?

Año	1994	1995	1996	1997	1998
Nº de proyectos	_____	_____	_____	_____	_____

9. Si la respuesta a la pregunta anterior fue positiva, ¿Qué porcentajes de los proyectos se orientaron a los rubros siguientes?

Rubro	%
Suministro y/o potabilización	_____
Ahorro de agua en proceso	_____
Tratamiento de agua residual	_____
Otro	_____
Total	100
Especificar "Otro"	_____

10. Respecto a los proyectos dirigidos a la industria, ¿Éstos han implicado el diseño o modificación de equipo?

Sí O No O No sabe O

11. Si la respuesta a la pregunta anterior fue positiva, ¿Qué porcentaje del total de los proyectos dirigidos a la industria implicaron el diseño o la modificación de equipo?

_____ %

12. ¿Cuál ha sido la generación de patentes referidas a tecnologías del agua, en los últimos 5 años?

Años	1994	1995	1996	1997	1998
Nº de patentes registradas	_____	_____	_____	_____	_____

13. Si hubo generación de patentes en los últimos años, ¿Qué porcentaje se refiere al diseño o modificación de equipo?

_____ %

III. FINANCIAMIENTO

14. Para los últimos años, ¿Cuál fue el monto total del presupuesto de la institución, destinado a los proyectos del agua?

Años	1994	1995	1996	1997	1998
Presupuesto en pesos	_____	_____	_____	_____	_____

15. ¿Cuál ha sido la evolución de los porcentajes, por tipo de financiamiento, de los proyectos sobre el agua, que la institución ha realizado en los últimos 5 años?

Años	1994	1995	1996	1997	1998
% Público	—	—	—	—	—
% Privado (empresas)	—	—	—	—	—
% Privado (Fundaciones)	—	—	—	—	—
% Otros	—	—	—	—	—
% Total	100	100	100	100	100
Especificar "Otros" _____					

16. Con relación al financiamiento actual proveniente de las empresas privadas, ¿Qué proporción corresponde a ingresos por desarrollo de proyectos para la industria manufacturera?

____%

17. De los proyectos desarrollados para la industria manufacturera, ¿Qué porcentaje corresponde a las empresas con capital mayoritario nacional, y qué porcentaje a las firmas con capital mayoritario extranjero?

Empresas con capital mayoritario nacional	_____ %
Empresas con capital mayoritario extranjero	_____ %
Total	100 %

18. ¿Cuál cree usted que es el principal problema existente para lograr una mayor vinculación, en cuanto a proyectos de investigación tecnológica, con la industria manufacturera?

19. ¿Cómo cree que va a ser la situación financiera de la institución, para el próximo año?

O Favorable O Desfavorable O Igual O No sabe

¿Porqué? _____

SR. INFORMANTE:

Si tiene alguna explicación adicional u observación que hacer, por favor utilice este espacio anotando primero el número de la pregunta.

Nº de pregunta	Observaciones

¡MUCHAS GRACIAS!

ANEXO "C"

PROMEDIOS GLOBALES DE LA ENCUESTA A LAS EMPRESAS INDUSTRIALES

RESPUESTA		TIPO DE INDUSTRIA								PROMEDIO TOTAL PONDERADO
Nº	Desglose	Micro (FP: 0,04)		Pequeña (FP: 0,11)		Mediana (FP: 0,18)		Grande (FP: 0,67)		
		Prom. S.	Prom. P.	Prom. S.	Prom. P.	Prom. S.	Prom. P.	Prom. S.	Prom. P.	
Características Generales										
2		76,5	3,1	50,8	5,6	76,0	13,7	53,0	35,5	57,9
3		73,8	3,0	51,8	5,7	76,0	13,7	51,0	34,2	56,6
4		12,9	0,5	23,9	2,6	33,0	5,9	36,0	24,1	33,1
5	Nal.	90,0	3,6	92,0	10,1	50,0	9,0	60,0	40,2	62,9
	Ext.	10,0	0,4	8,0	0,9	50,0	9,0	40,0	26,8	37,1
6		10,4	0,4	42,8	4,7	157,0	28,3	995,0	666,6	700,0
7	1995	60,8	2,4	61,2	6,7	51,3	9,2	70,0	46,9	65,2
	1996	66,3	2,7	64,4	7,1	47,5	8,6	72,0	48,2	66,6
	1997	70,2	2,8	68,8	7,6	57,5	10,4	76,0	50,9	71,7
8	Sí	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,0	13,4	13,4
	No	95,0	3,8	77,0	8,5	75,0	13,5	40,0	26,8	52,6
	E. T.	5,0	0,2	23,0	2,5	25,0	4,5	20,0	13,4	20,6
	No S.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,0	13,4	13,4
Tecnología										
9	Sí	62,0	2,5	69,0	7,6	75,0	13,5	80,0	53,6	77,2
	No	38,0	1,5	31,0	3,4	25,0	4,5	20,0	13,4	22,8
10	Merc. Nal.	71,5	2,9	46,7	5,1	70,0	12,6	45,0	30,2	50,7
	Merc. Ext.	28,5	1,1	53,3	5,9	30,0	5,4	55,0	36,9	49,3
11	Sí	5,0	0,2	15,0	1,7	0,0	0,0	60,0	40,2	42,1
	No	95,0	3,8	85,0	9,4	75,0	13,5	40,0	26,8	53,5
	No S.	0,0	0,0	0,0	0,0	25,0	4,5	0,0	0,0	4,5
12	Merc. Nal.	100,0	4,0	0,0	0,0		0,0	32,7	21,9	25,9
	Merc. Ext.	0,0	0,0	100,0	11,0		0,0	67,3	45,1	56,1
13	Sí	71,0	2,8	85,0	9,4	75,0	13,5	80,0	53,6	79,3
	No	29,0	1,2	15,0	1,7	25,0	4,5	20,0	13,4	20,7
	No S.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
14	a)	87	3,5	82	9,0	67	12,1	0	0,0	24,6
	b)	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0,0
	c)	13	0,5	27	3,0	67	12,1	100	67,0	82,6
	d)	7	0,3	0	0,0	0	0,0	25	16,8	17,0
15	a)	67	2,7	64	7,0	67	12,1	50	33,5	55,3
	b)	7	0,3	36	4,0	0	0,0	75	50,3	54,5
	c)	40	1,6	45	5,0	100	18,0	25	16,8	41,3
	d)	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0,0
16	a)	23	0,9	38	4,2	33	5,9	67	44,9	55,9
	b)	69	2,8	75	8,3	0	0,0	67	44,9	55,9
	c)	15	0,6	25	2,8	33	5,9	33	22,1	31,4
	d)	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0,0

RESPUESTA		TIPO DE INDUSTRIA								PROMEDIO TOTAL PONDERADO
N°	Desglose	Micro (FP: 0,04)		Pequeña (FP: 0,11)		Mediana (FP: 0,18)		Grande (FP: 0,67)		
		Prom. S.	Prom. P.	Prom. S.	Prom. P.	Prom. S.	Prom. P.	Prom. S.	Prom. P.	
17	Sí	48	1,9	38	4,2	25	4,5	40	26,8	37,4
	No	52	2,1	62	6,8	75	13,5	60	40,2	62,6
	No S.	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0,0
18	a)	67	2,7	67	7,4	100	18,0	100	67,0	95,1
	b)	22	0,9	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0,9
	c)	22	0,9	33	3,6	0	0,0	0	0,0	4,5
	d)	0	0,0	0	0,0	100	18,0	0	0,0	18,0
	e)	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0,0
19	Sí	24	1,0	15	1,7	0	0,0	60	40,2	42,8
	No	48	1,9	38	4,2	75	13,5	40	26,8	46,4
	P. E.	28	1,1	38	4,2	25	4,5	0	0,0	9,8
	No S.	0	0,0	8	0,9	0	0,0	0	0,0	0,9
20	1994	8	0,3	2,1	0,2		0,0	2,8	1,9	2,4
	1995	7,8	0,3	1,9	0,2	5	0,9	2,8	1,9	3,3
	1996	7,4	0,3	2,8	0,3	3	0,5	2,3	1,5	2,7
	1997	8	0,3	3,5	0,4	2,5	0,5	2,6	1,7	2,9
21	F. P.	95,4	3,8	100	11,0	100	18,0	100	67,0	99,8
	F. G.	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0,0
	B. N.	1,3	0,1	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0,1
	C. E.	3,3	0,1	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0,1
	Otro	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0,0
Mercado										
23	1994	1,4	0,1	6,9	0,8	40,5	7,3	279,9	187,5	195,6
	1995	2	0,1	5,9	0,6	26,2	4,7	281,4	188,5	194,0
	1996	2,4	0,1	8,2	0,9	36,5	6,6	305,8	204,9	212,5
	1997	2,8	0,1	12,7	1,4	54,4	9,8	354,2	237,3	248,6
	1998	3,2	0,1	13,3	1,5	61,5	11,1	377,6	253,0	265,7
24	ZMCM	53	2,1	42,4	4,7	51,8	9,3	38,8	26,0	42,1
	R. P.	46,4	1,9	55,9	6,1	43,8	7,9	43,4	29,1	45,0
	Exp.	0,6	0,0	1,7	0,2	4,5	0,8	17,8	11,9	12,9
25	ZMCM	13	0,5	20	2,2	40	7,2	32,5	21,8	31,7
	R. P.	8,7	0,3	24,3	2,7	33,3	6,0	38,5	25,8	34,8
26	S. Púb.	14,2	0,6	40,4	4,4	56,3	10,1	47,8	32,0	47,2
	S. Priv.	85,8	3,4	59,6	6,6	43,8	7,9	52,2	35,0	52,8
27	1995	3,5	0,1	6,5	0,7	1,3	0,2	14,5	9,7	10,8
	1996	24,2	1,0	63,1	6,9	47,3	8,5	-2,4	-1,6	14,8
	1997	12,3	0,5	28,2	3,1	60,5	10,9	111,4	74,6	89,1
28	ZMCM	1,1	0,0	2,8	0,3	19,7	3,5	38,6	25,9	29,8
	R. P.	0,8	0,0	4,6	0,5	16,8	3,0	157,2	105,3	108,9
	Exp.	0	0,0	0,2	0,0	2,8	0,5	0	0,0	0,5

RESPUESTA		TIPO DE INDUSTRIA								PROMEDIO TOTAL PONDERADO
N°	Desglose	Micro (FP: 0,04)		Pequeña (FP: 0,11)		Mediana (FP: 0,18)		Grande (FP: 0,67)		
		Prom. S.	Prom. P.	Prom. S.	Prom. P.	Prom. S.	Prom. P.	Prom. S.	Prom. P.	
<u>Empleo y salarios</u>										
29	1995	1,7	0,1	-11,8	-1,3	0	0,0	-3,9	-2,6	-3,8
	1996	18,9	0,8	4,3	0,5	17,5	3,2	-1,7	-1,1	3,2
	1997	15,9	0,6	3,2	0,4	18,5	3,3	43,2	28,9	33,3
		Prom. S.	Prom. P.	Prom. S.	Prom. P.	Prom. S.	Prom. P.	Prom. S.	Prom. P.	
30		162	6,5	144	15,8	182	32,8	132	88,4	143,5
31		20,3	0,8	22,5	2,5	14	2,5	10,4	7,0	12,8
32	1995	12,1	0,5	13,1	1,4	12,8	2,3	18,4	12,3	16,6
	1996	16,1	0,6	17,3	1,9	16,3	2,9	17,6	11,8	17,3
	1997	21,7	0,9	16,8	1,8	12,5	2,3	21,8	14,6	19,6
33	Admvos.	4,4	0,2	4,7	0,5	6,5	1,2	8,6	5,8	7,6
	Prod.	4,3	0,2	4,6	0,5	6,5	1,2	8	5,4	7,2
<u>Expectativas</u>										
34	F	65	2,6	38	4,2	25	4,5	80	53,6	64,9
	D	15	0,6	23	2,5	50	9,0	20	13,4	25,5
	I	5	0,2	15	1,7	25	4,5	0	0,0	6,4
	No S.	15	0,6	23	2,5	0	0,0	0	0,0	3,1