EL COLEGIO DE MÉXICO, A.C.

CENTRO DE ESTUDIOS DEMOGRÁFICOS Y DE DESARROLLO URBANO (CEDDU)

Promoción 1997- 1999

EL PAPEL DE LOS COMBUSTIBLES EN LA POLÍTICA DEL AIRE PARA EL VALLE DE MÉXICO

Tesis que para obtener el grado de

MAESTRÍA EN ESTUDIOS URBANOS

PRESENTA

Gabriela Estrada Díaz

DIRECTOR DE TESIS
Dr. José Luis Lezama de la Torre

LECTOR
Dr. Alejandro Guevara Sanginés

México, D. F., Octubre de 1999

PREFACIO

El objeto central de esta investigación lo constituye el papel que posee la estrategia de combustibles implementada en la Zona Metropolitana del Valle de México, en el conjunto de las líneas de acción consideradas en los programas de combate a la contaminación atmosférica. Se intenta, principalmente, demostrar que dicha estrategia ha ocupado un lugar prioritario en las acciones realmente implementadas de entre las propuestas en la política del aire, a diferencia de otras líneas de actuación menos atendidas, lo cual genera una disminución de los beneficios potenciales que podría ofrecer la reformulación de combustibles en el control de la contaminación atmosférica.

Esta idea se sustenta en lo planteado a lo largo del primer capítulo, donde se construye un marco teórico de acuerdo al cual las políticas ambientales debieran poseer un carácter sistémico en tanto los problemas que le conciernen son producto de la conjunción de acciones desarrolladas en los diferentes ámbitos del sistema social. Comprender la interrelación que debieran guardar entre sí las diferentes estrategias que constituyen una política ambiental, permite visualizar la necesidad de plantear e implementar la estrategia de reformulación de combustibles que aquí nos interesa, en conjunción con otras medidas que busquen incidir en el resto de los factores involucrados en los problemas del aire, para así abordar el problema ambiental de forma integral y efectiva.

Aparentemente, en las acciones para atacar la contaminación atmosférica de la ZMCM, se ha privilegiado un enfoque del problema que lo define en base a sus manifestaciones fenoménicas, y por tanto las opciones de solución implementadas no trascienden el ámbito de lo tecnológico.

Siendo así, la racionalidad técnico-científica ha predominado sobre otro tipo de racionalidades que permitirían comprender las causalidades en cuestiones ambientales y plantear entonces alternativas de acción más efectivas y trascendentes.

La política de combustibles, entonces, es parte del sistema que conforma la política ambiental y podrá plantearse en base a esta racionalidad, de modo que se incremente su efectividad como estrategia para controlar la contaminación atmosférica en las ciudades.

El fenómeno de la contaminación del aire, tal como se presenta en el segundo capítulo, es un problema que trasciende su expresión físico-química y revela tener su origen en las formas de desarrollo establecidas en cada grupo social. El interés aquí radica en conocer el papel que los combustibles fósiles desempeñan en la atmósfera urbana, de modo que se pueda comprender la importancia asignada a este rubro en toda política del aire, y cómo los factores técnicos de un problema ambiental debieran poseer un peso relativo similar a los factores sociales, económicos y políticos que intervienen en la conformación de una política ambiental.

Una visión general de la calidad del aire en la ZMVM se presenta también para poder caracterizar el contexto en el que surge la política del aire, y así entender algunas de las particularidades que adopta.

Las capacidades de la estrategia de combustibles en la ZMVM ha sido, de acuerdo a la hipótesis de esta investigación, sobrevaloradas en los programas del aire, en detrimento del apoyo que debieran recibir el resto de las estrategias que le soportan y complementan en el intento por plantear dichos programas como opciones efectivas de solución a los problemas de contaminación en esta ciudad. El tercer capítulo de este trabajo presenta un análisis de los tres programas oficiales que se han desarrollado en nuestro país con miras a abatir la contaminación atmosférica en la ZMVM. Este análisis busca,

principalmente, esclarecer el peso relativo que poseen las acciones encaminadas a transformar las gasolinas, en comparación al resto de las líneas de acción propuestas.

En un cuarto capítulo se presenta la evolución que han tenido las gasolinas que se distribuyen en el Valle de México, los objetivos que cada nueva reformulación perseguía, la calidad del combustible alcanzada en cada caso, y la calidad actual de las gasolinas. Dado que los reportes de la calidad del aire no señalan mejorías notables (a excepción de un par de contaminantes), y que las gasolinas en México son equiparables en calidad a las mejores conocidas internacionalmente, se revela que la estrategia de reformulación de combustibles ha alcanzado un nivel de agotamiento y que en esta área no podrán ya obtenerse más que beneficios marginales en tanto no se desarrollen el resto de estrategias que debieran soportarla.

Así, se concluye que la política del aire debe ya enfocarse al desarrollo de las líneas estratégicas hasta ahora menos atendidas de entre las consideradas en los programas del aire, de modo que puedan obtenerse de la estrategia de combustibles los mayores beneficios que puede ofrecer.

El estudio no pretende profundizar en los aspectos técnicos del problema de la contaminación, ni evaluar la composición físico-química de las gasolinas como adecuadas o inadecuadas, pues se intenta más bien realizar un análisis desde el punto de vista de las ciencias sociales, pensando sobre todo en encontrar los puntos de correspondencia entre la política del aire y la de combustibles, así como la coherencia entre las estrategias de acción planteadas hasta ahora, en base a la construcción teórica de un esquema de política ambiental sistémica.

Por ello, se ha evitado entrar en especificaciones técnicas que corresponden más bien a la dimensión técnico-científica del problema, para intentar centrarse en lo que constituye la

dimensión social de un problema que, de cualquier modo, establece un punto de contacto entre lo natural y lo social.

ÍNDICE DE CONTENIDO

MARCO TEÓRICO 1

- El carácter sistémico de los problemas ambientales 2
- La conformación de la política ambiental 8
- Incorporación de lo ambiental en la construcción de la política energética 21
    - Ámbitos de la política energética a nivel urbano 25
- Criterios de valoración de la estrategia energética 29

CONTAMINACIÓN EN LA CUENCA ATMOSFÉRICA DEL VALLE DE MÉXICO 34

- El fenómeno de contaminación del aire en el medio urbano 35
    - Estrategias de control de la contaminación atmosférica 37
- Contaminantes del aire urbano 42
- El papel de los combustibles de origen fósil . . 50
    - Efectos de la quema de combustibles fósiles en vehículos 51
- Características de la contaminación atmosférica en la Zona Metropolitana del Valle de México . . 55
    - La medición de contaminantes y el Programa de Contingencias Ambientales . . . 64
    - El papel del automóvil 67

LA POLÍTICA DEL AIRE EN EL VALLE DE MÉXICO 70

- Antecedentes: la política ambiental en México y el surgimiento de la política del aire 71

- Los programas oficiales de combate a la contaminación atmosférica 79
    - Programa Coordinado para Mejorar la Calidad del Aire en el Valle de México, 1979-1982 79
    - Programa Integral Contra la Contaminación Atmosférica de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, 1990 85
    - Programa para Mejorar la Calidad del Aire en el Valle de México, 1995-2000 . . . 96
- Racionalidad predominante y desarrollo de líneas de acción en los programas del aire 108

LOS COMBUSTIBLES PARA EL TRANSPORTE EN EL VALLE DE MÉXICO **115**

- Determinantes de la política de combustibles en México 116
    - Incorporación de la variable ambiental . . .123
- Evolución de los combustibles para la Zona Metropolitana del Valle de México 127
- Calidad actual de las gasolinas mexicanas 136
    - La reformulación de gasolinas 136
    - Comparativo con gasolinas en otros países 139
- Algunos efectos y limitaciones de la estrategia de combustibles 142

CONCLUSIONES **148**

BIBLIOGRAFÍA **156**

MARCO TEÓRICO

EL CARÁCTER SISTÉMICO DE LOS PROBLEMAS AMBIENTALES

Abordar el estudio de cuestiones ambientales requiere ir más allá del análisis del estado físico del medio natural, puesto que, aún si aceptamos la definición más básica de lo que constituye un problema ambiental como un trastorno en el ambiente físico (Slope y van Dam-Mieras, 1995), estos cambios se originan por la intervención humana que altera y rompe los equilibrios que garantizan la permanencia del medio natural. En la concepción más elaborada que nos propone Beck (1996), los comúnmente llamados problemas ambientales no son estrictamente un problema del ambiente que nos rodea, sino más bien la expresión de una profunda crisis institucional de la primera fase de la modernidad industrial[1]. De cualquier modo, en ambas acepciones se coincide en que un problema ambiental manifiesta la perturbación de alguna de las múltiples funciones que se desarrollan en un ecosistema, término que precisamente a "un conjunto de elementos relacionados o conectados que forma una unidad" (Berry et al, 1998:56), es decir, a lo que el estudio de sistemas complejos plantea como una totalidad en la que el conjunto de interrelaciones entre los componentes no son independientes y conforman por tanto la estructura que da al sistema la forma de organización funcional (García, 1994). El eco-sistema es entonces un sistema natural, definido no solo por la heterogeneidad de sus componentes, sino porque las interrelaciones entre estos permiten al sistema funcionar como una totalidad.

Las disrupciones que la actividad humana (individual o social) provoque en el sistema natural, con todas sus repercusiones físicamente tangibles en el ambiente y aún cuando sean relativamente medibles, variarán en importancia de acuerdo al valor que socialmente se les asigne. Esto significa

[1] Esta idea constituye una de las bases de la Teoría de la Sociedad Mundial del Riesgo desarrollada por Beck.

que el grupo social puede definir y evaluar en sus propios términos y escala de valores la relevancia que otorga al medio ambiente que le rodea, así como el uso que hará de él para satisfacer sus necesidades.

Los problemas ambientales revelan entonces los puntos de encuentro entre el sistema social y el sistema natural. Allí donde cada uno condiciona al otro, interviniendo en el desarrollo de sus funciones, se evidencia la relevancia de incorporar al primero como variable en el análisis del segundo y viceversa.

Y es que aislar un elemento del sistema en estudio (natural o social), buscando definirle en términos de sus características individuales nos lleva a la atomización del sistema y a olvidar lo que resulta precisamente más relevante en él: las interacciones entre elementos. Esta idea del pensamiento sistémico, profusamente aplicada tanto en las ciencias sociales como en las naturales, puede igualmente servir como marco conceptual para enlazar el estudio de un fenómeno "natural" con causalidades y consecuencias ubicadas en el sistema social. Siendo necesario establecer esta interrelación para comprender las cuestiones ambientales, más bien podríamos pensar en un único "sistema socioambiental complejo", según le llama Leff (1994) para así incorporar en el análisis los factores naturales y los sociales. A fin de cuentas, como propone Lipietz (1993), el ambiente de cada uno lo constituyen quienes nos rodean y aquello que hacen, lo que nos convierte a la vez en parte del ambiente de los demás y a la ecología, en una relación social.

Los problemas ambientales se conforman así de diversas facetas. Poseen ciertamente un área objetiva, a saber, el daño tangiblemente infringido a un ecosistema, cuantificable en términos de la materia afectada por el factor disruptor. Pero siendo que precisamente este elemento que rompe el equilibrio del medio natural lo constituye la actividad social, entonces los problemas ambientales tienen que ver con todo lo que

concierne a ésta última. Es aquí donde el ambiente tiene que ver con los subsistemas propios del sistema social, puesto que el modo en que éstos interactúan entre sí deriva en el establecimiento de una cierta forma de convivencia entre sociedad y medio ambiente.

El problema ambiental adquiere por tanto dimensiones políticas, económicas, tecnológicas, etc. Esto es, tantos subsistemas reconozcamos dentro del sistema social, serán las dimensiones desde las cuales podemos visualizar la cuestión ambiental con miras a intervenir en su gestión. A este respecto, resulta interesante la propuesta de García (1994:86) sobre entender el ambiente como un "sistema complejo", sujeto al principio básico de la teoría de sistemas complejos que afirma que "toda alteración en un sector se propaga de diversas maneras a través del conjunto de relaciones que definen la estructura del sistema y, en situaciones críticas, genera una reorganización total".

Para los objetivos de este trabajo, lo que interesa subrayar aquí es la idea de que la intervención en una cuestión ambiental posee dimensiones políticas, económicas, culturales, etc. que deben ser consideradas en forma integral al actuar sobre el sistema. La fragmentación conceptual del mismo, dará lugar a diagnósticos y propuestas de solución limitadas en tanto que la actuación desde una sola de las áreas implica el predominio de una cierta racionalidad, siendo que en un problema ambiental concurren diferentes lógicas de actuación.

Si aceptamos la definición de Leff (1994:31) cuando sintetiza el concepto de racionalidad de Weber diciendo que

> "Una racionalidad social se define como el sistema de reglas de pensamiento y comportamiento de los actores sociales, que se establecen dentro de estructuras económicas, políticas e ideológicas determinadas, legitimando un conjunto de acciones y confiriendo un sentido a la organización de la sociedad en su conjunto. Estas reglas y estructuras orientan un conjunto de prácticas y procesos sociales hacia ciertos fines, a través de medios socialmente construidos, reflejándose en

sus normas morales, en sus creencias, en sus arreglos institucionales y en sus patrones de producción",

y retomamos lo planteado respecto al carácter sistémico de los problemas ambientales, podemos argumentar que dichos problemas poseen varios elementos causales, cada uno de los cuales opera desde una cierta racionalidad y que por tanto las alternativas de intervención deberán aprehender esta misma racionalidad para poder incidir con efectividad.

Aunque pudiera parecer que esto llevaría igualmente a la disgregación del problema, en realidad se está pensando en que las diferentes esferas que intervienen en el sistema socioambiental poseen racionalidades particulares desde las cuales se puede actuar, pero que a la vez debe constuirse una racionalidad ambiental que les incorpore, articule y dirija. La intervención quedaría así planteada también en términos del conjunto y no únicamente de las partes.

Sin embargo, parece ser que con frecuencia ocurre lo contrario, es decir, que un problema ambiental se define y aborda exclusivamente en términos de una sola de las racionalidades de acción que le originan. En el caso que aquí nos atañe, por ejemplo, la contaminación del aire en el Valle de México se plantea fundamentalmente como un problema técnico (Lezama, 1997). Las acciones que se implementan poseen en consecuencia este carácter (introducción convertidores catalíticos en los autos, reformulación de gasolinas), pero descuidan los componentes sociales, políticos, económicos o culturales que poseen un peso igualmente importante en el conjunto de las causalidades, y por tanto no se logra abatir con mayor éxito la contaminación atmosférica.

Existe ciertamente la posibilidad de que una estrategia con estas características sea evaluada como exitosa, por ejemplo, cuando la valoración de los resultados obtenidos se realiza bajo la misma racionalidad particularizada. Esta diferenciación entre la evaluación interna y externa de la tecnología la plantea Olivé (1996) para indicar que los

resultados y consecuencias de la aplicación de una cierta tecnología pueden ser valorados de distinta manera. De acuerdo al autor, si se evalúa una técnica (o alguna otra estrategia de carácter social o económico, por ejemplo) dentro de su propia dimensión axiológica[2], entonces puede considerársele como valiosa puesto que los juicios de valor son internos a ella misma. No obstante, cuando se realiza una valoración externa, es decir, en base a otros parámetros axiológicos, los resultados pueden diferir hasta el grado de considerar la estrategia como un verdadero fracaso.

La pertinencia de esta distinción radica en que, una vez más, debemos recordar que al abordar un asunto ambiental se corre el riesgo de moverse en sólo una de sus dimensiones, tomándola como la línea principal de causalidades, lo que lleva a el planteamiento de estrategias de acción sesgadas e, incluso, validadas si se evalúan sólo en términos de la racionalidad que les da origen.

La preferencia por una racionalidad sobre las demás modificará la percepción que de un problema ambiental se tenga. Esa percepción y su correspondiente valoración es, como lo señalan Lezama(1996), Douglas y Wildavsky (1983), o Cutter (1993), una construcción social emergida de un proceso que involucra a los diversos ámbitos del problema ambiental. Hablando de los factores que influencían la construcción ideológica del riesgo y su definición por un grupo social, Cutter menciona 1) la experiencia previa frente a una actividad o tecnología que representa un riesgo; 2) algunas características culturales como el nivel de bienestar material, la personalidad, el rol del individuo dentro del grupo, etc.; 3)la filosofía ambiental, es decir, la postura ideológica del que define el riesgo; 4) la raza, género y estatus socioeconómico de las personas; y 5)la distancia física que les separa del riesgo objetivo.

---

[2] La dimensión axiológica de un sistema tecnológico "está constituida por el conjunto de valores y fines, así como de los criterios para juzgar como valioso el resultado de la aplicación de la técnica" (Olivé, 1996:162).

Esta autora, al igual que Douglas y Wildavsky, está proponiendo entender la construcción de la percepción del riesgo como un producto de factores culturales que le determinan, puesto que éstos influencian a los individuos de tal modo que conciben los riesgos (o los problemas ambientales) de acuerdo a sus antecedentes culturales. Lezama prefiere asignar un peso mayor al ámbito de lo político, de los juegos de intereses y de poder que inciden en la definición que una sociedad hace de los problemas ambientales, diciendo que

> "En este contexto debe destacarse el hecho de que, por un lado, las conductas individuales ante el riesgo, las percepciones que alimentan estas conductas y la certificación oficial del riesgo hecha por las autoridades gubernamentales y técnico-científicas, están mediadas por valoraciones y concepciones no necesariamente neutras, sino más bien cargadas de ciertos significados movilizados por grupos de interés específicos, los que, por otro lado, se mueven en el contexto más amplio de relaciones de poder" (Lezama, 1996:43).

Entonces, la adopción de una racionalidad para definir y atacar el problema ambiental (o el riesgo) es condicionada culturalmente, pero sobre todo, se encuentra fuertemente influenciada por el contexto socio-político en el que emerge. Las condiciones existentes en éste se vuelven la arena en la que "pretenciones de racionalidad compiten y luchan de manera conflictiva por su preeminencia" (Beck, 1986). La posibilidad de construir la racionalidad ambiental que mencionabamos con anterioridad queda así sujeta a la situación prevaleciente en la sociedad (local, regional o incluso, global) que permite enfrentar un problema ambiental ya sea en forma segmentada o bien, de acuerdo a un proyecto sistémico con miras a transformar las interacciones entre racionalidades que le han dado origen.

LA CONFORMACIÓN DE LA POLÍTICA AMBIENTAL

Visualizar las cuestiones ambientales en el contexto de un sistema sociambiental nos lleva a cuestionar si uno de los subsistemas que conforman a éste podría poseer la capacidad de erigirse como batuta para dirigir el desempeño del resto de los subsistemas, y en qué medida. De acuerdo a Turner (Papadakis, 1996:33), si efectivamente existen subsistemas económico, político, científico, etc., el sistema social se vuelve multidimensional y por tanto complejo, de modo que, en busca de una reducción de la complejidad, uno de los subsistemas tenderá a fortalecerse para orquestar la comunicación entre ellos.

Para algunas teorías este "líder" tendría que ser, indefectiblemente, el estado (en tanto entidad política). No obstante, aquí coincidimos más con la idea de Luhmann cuando presenta la siguiente alternativa a la clásica distinción dicotómica entre estado y sociedad:

> "La sociedad es el sistema social envolvente que ordena todas las comunicaciones posibles entre seres humanos. El sistema político es uno de sus subsistemas al lado de otros subsistemas para religión, ciencia, economía, educación, vida familiar, seguridad médica, etc." (Papadakis, 1996:33).

Aún cuando esta idea no comulga con las acercamientos analíticos que ubican a la política como el centro de la sociedad, ciertamente permite pensar en la posibilidad de que sea el subsistema político el que se enriquezca más de la interacción con los otros y oriente la trayectoria del sistema en busca de alcanzar ciertos objetivos.

En cuestiones ambientales, particularmente, las entidades políticas tienen especial injerencia. Siendo que los problemas ambientales (como los riesgos) trascienden la división de clases y afectan por igual a cualquier individuo (Beck, 1986),

se vuelven asuntos eminentemente públicos cuya solución afectará los intereses de aquellos grupos o individuos que en el ejercicio de su propia racionalidad los hayan generado, y por tanto se requerirá la intervención de las instituciones que mayor legitimidad posean como orientadoras o reguladoras de la convivencia social.

La construcción social de los problemas ambientales es por tanto un proceso iterativo en el cual interactúan los diferentes subsistemas para definir y abordar el asunto público en los términos que socialmente se definan. Las características de la atención estatal de un problema queda igualmente determinada por la situación prevaleciente en el contexto social, a la vez que éste se moldea en gran medida por las acciones del estado. Este proceso circular, observable no solo en cuestiones ambientales sino en todo asunto público, engloba a los diferentes sectores involucrados, generando la mutua determinación entre ellos.

La política encaminada a la atención de un problema ambiental se conforma entonces por la conjunción de actores de los diferentes subsistemas (con sus respectivas racionalidades), sus interacciones, y la influencia que ejercen unos sobre otros. Papadakis (1996) propone el siguiente esquema hipotético para explicar la formación de la agenda pública y de la opinión pública por parte de ciertos grupos:

Con este esquema se pretende plantear el que un asunto se inserta en la agenda política por la presión de diversos grupos interesados en ello, a la vez que este mismo hecho influye en la opinión pública sobre el asunto, generando tal vez un reinicio del ciclo.

La política ambiental, como la de otros sectores, requiere que los diferentes actores involucrados establezcan la necesidad de definir las reglas de convivencia que regirán a su grupo. Para ello, es necesario que la comunidad perciba como relevante un asunto y que éste posea un soporte político y social lo suficientemente fuerte como para insertarse en la agenda. Ello implica que la atención del asunto público de que se trate está condicionada por las características de su inserción en el ámbito político del sistema social en el cual emerge.

En la conformación de la agenda de gobierno va implícito el proceso de definición de los problemas, y no sólo en el sentido de calificarlos como tales, sino que su planteamiento también hace referencia al enfoque o carácter que se les atribuye. Esto es, la definición de un problema público tiene una trascendencia mayor puesto que en este proceso se determinan la relevancia del asunto, el ámbito disciplinario o sectorial desde el cual se aborda y los instrumentos que serán utilizados en el intento por darle solución.

La definición de un problema presente en la agenda no es de ningún modo asunto sencillo, puesto que de ésta dependerá la postura que respecto al problema adopten los diferentes actores que con él se relacionen. Para Aguilar Villanueva (1996b) "...el problema de la definición de problemas públicos es entonces doble. Por un lado, enfrenta la dificultad de construir y estructurar una definición aceptable, que supere los escollos de la polémica y pueda alcanzar de alguna manera consenso; por el otro, debe conducir a una definición operativa que dé pie y espacio a una intervención pública

viable con los instrumentos y recursos a disposición del gobierno".

Entonces, dado que los problemas ambientales, en tanto públicos, se generan a través de múltiples interacciones sociales, su definición se convierte desde el inicio en un asunto político, sujeto a la negociación entre los diferentes actores sociales que participarán a lo largo del proceso de las políticas públicas. Este proceso es entendido por diferentes autores, en un plano conceptual, como un ciclo que inicia con la colocación de un asunto en la agenda de gobierno. Portney (1992), por ejemplo, propone un esquema para este proceso en el que identifica las siguientes fases en la construcción de la agenda de gobierno para asuntos ambientales:

1. la *formación de la agenda*, que es el momento en el cual los asuntos que son lo suficientemente serios como para merecer atención gubernamental se insertan en la agenda de gobierno;

2. la etapa de *formulación de políticas*, que se presenta una vez que se decide que cierto problema será atendido por el gobierno, y en consecuencia surgen numerosas propuestas sobre modos alternativos para resolverlo;

3. la *legitimación y adopción de una política*, etapa en la que se trata de formar consenso y recabar soporte para la política elegida de entre las varias alternativas disponibles;

4. posteriormente, la *implementación de la política* involucrará a las agencias administrativas responsables de operativizar los dictados de la política adoptada;

5. la *evaluación de la política* será la fase que concluya el proceso, y en ella se analizan los resultados de la decisión adoptada, de modo que pueda establecerse si está cumpliendo con los objetivos planteados. Los resultados de la evaluación determinarán la conveniencia de continuar con la política elegida, o bien reformular alguno de sus aspectos parcial o totalmente. En este último caso, el ciclo vuelve a iniciarse puesto que debe reformularse el problema mismo para poder contar con una definición tal que marque la pauta para plantear una política efectiva.

La política pública[3] para la atención de problemas ambientales incluye en sí misma los lineamientos que orientarán la acción colectiva en un determinado sentido, delimitando a la vez el enfoque sectorial o disciplinario y los instrumentos específicos de acción que operativizarán la intervención gubernamental.

La definición que del problema se plantee implica ya la preeminencia de una racionalidad sobre el resto, y se convierte por tanto en pieza clave para explicar el porqué un asunto se atiende de cierta forma y no de otra. Para Rydin (1998) incluso la estructura lingüística manejada en una política influye en la forma en que se da la interacción social entre actores, puesto que el lenguaje se usa como estrategia de comunicación para enmarcar las percepción que los actores tienen de su situación y preferencias. Al analizar el caso de la contaminación atmosférica en Londres, la autora señala cómo el lenguaje de una política puede influir para trasladar una política de una causalidad explicativa a otra más conveniente para los agentes involucrados. Igualmente, la definición de la política puede otorgarle a ésta un carácter simbólico ante los ojos de los individuos, legitimando con ello el que la actuación gubernamental se dirija en un cierto sentido mientras se olvidan otras líneas de acción alternativas.

La construcción de la política ambiental se encuentra inmersa en un proceso de negociación entre actores, donde las decisiones que cada uno tome influyen en la forma final que ésta adoptará. La toma de decisiones para cada uno de los agentes es una selección de acuerdo a un criterio conveniente a sus intereses, ya sean éstos obtener el mayor valor potencial, el menor daño potencial, la menor inversión de

[3] Según listados propuestos por Subirats y Hogwood y Gunn (citados en Aguilar Villanueva, 1996a:22), el concepto de política pública denota un campo de actividad gubernamental, un propósito general a realizar, una situación social deseada, una propuesta de acción específica, la norma o normas que existen para una determinada problemática, el conjunto de objetivos y programas de acción que tiene el gobierno en un campo de cuestiones, el modelo o la tecnología aplicable en que descansa una iniciativa gubernamental, entre otras cosas.

tiempo y recursos, o la mayor recompensa en términos de un beneficio lateral externo al problema o condición original (Lerner, 1976). Cada una de las decisiones particulares (individuales o institucionales) coadyuvan a establecer el carácter primordial que la acción estatal adoptará, favoreciendo o no la construcción de una política ambiental sistémica, comprehensiva y con miras a transformar las causalidades primigenias de los problemas ambientales.

Para entender el proceso de toma de decisiones en política pública, diversos autores hacen referencia a los ya clásicos tres modelos de Allison, quien realiza el ejercicio de explicar la toma de decisiones desde diferentes paradigmas, y demostrar cómo los resultados pueden variar de acuerdo a la postura que se adopte (ver Hall, 1982; Vela, 1988).

En el primer modelo de Allison, se establece el paradigma del actor racional, que considera al decisor como un individuo con un grupo único de metas hacia las cuales dirigir sus esfuerzos. Este supuesto agente racional posee la voluntad y la capacidad de desencadenar los movimientos deseados por efecto de sus decisiones, las cuales serán adoptadas tras evaluar las opciones de elección y ponderar los costos y beneficios que cada alternativa ofrece. Esta visión, no obstante, es rápidamente falseable cuando hablamos particularmente de asuntos ambientales, pues estos se caracterizan por presentar un escenario en donde existe falta de información. Según Robinson (1994), las decisiones de política en esta área suelen optar la alternativa "menos mala" en tanto que los problemas ambientales se caracterizan porque:

1) no se sabe todo lo que puede resultar relevante en cada caso, y

2) cualquiera que sea el estado de nuestro conocimiento, no se está en posición de decidir no actuar.

La combinación de estos dos factores hace difícil pensar en la posibilidad de adoptar decisiones racionales (en el sentido del paradigma del actor racional), a la vez que resalta el

hecho de que, a pesar de las condiciones existentes, alguna acción debe emprenderse para resolver un problema ambiental importante.

Intentando hacer la idea del actor racional lo más aplicable a nivel analítico, Lindblom (en Aguilar Villanueva, 1996a) expone su idea de las decisiones en la administración pública como resultado de un esquema incremental. A grandes rasgos, el modelo incremental argumenta que el administrador difícilmente posee la capacidad o los medios para evaluar un problema en su totalidad y presentar opciones de solución fuertes y consistentes. Por tanto, lo que sucede en la realidad es que el individuo que se enfrenta a un problema sobre el cual decidir presta más atención a las diferencias marginales entre este asunto y los otros que ha enfrentado, lo cual le señalará los puntos específicos sobre los cuales actuar. El decisor elige entonces entre alternativas de solución, optando por aquella que le proporcione beneficios marginales superiores. Como se mostrará en un capítulo posterior, las decisiones en materia de combustibles en México siguen este patrón en la evaluación de su desempeño ambiental.

Volviendo a los modelos de Allison, encontramos en un segundo nivel de análisis el paradigma del proceso organizacional para entender la toma de decisiones en política pública. El interés en este tipo de esquema es entender las decisiones que emergen de una organización, en donde los actores no son una unidad, sino una constelación de individuos al interior de una organización. En consecuencia, cuando existe un asunto sobre el cual hay que decidir, al interior de la organización se factoriza el problema y se encauza hacia los individuos correspondientes para que resuelvan porciones del mismo, de acuerdo a las capacidades con que cuenten dentro de la organización. El individuo, cuyos poderes son limitados, suele adoptar una visión colectiva y tiende a seguir percepciones y procesos estables que se han desarrollado en la organización, por lo que sus decisiones seguirán generalmente

el procedimiento estándar establecido para la solución de problemas. De este modo, las reacciones de las organizaciones se vuelven hasta cierto punto predecibles en tanto que éstas cuentan con una especie de repertorio de programas de acción para elegir y difícilmente realizarán acciones basadas en escenarios futuros inciertos.

Allison propone por último el paradigma de la política gubernamental o burocrática para comprender las decisiones tomadas por el gobierno, las cuales son el resultado político del conflicto, el compromiso y la confusión entre individuos. Según este esquema, la toma de decisiones como proceso político se caracteriza por conciliar una diversidad de valores y metas antes de adoptar una propuesta única, por la existencia de una identificación entre grupos de personas y alternativas de metas y políticas, y por el poder relativo que estos diferentes grupos poseen en función del atractivo de las metas que persiguen y de la fuerza de sus argumentos.

Durante la conformación de la política, cada uno de los involucrados luchará por inclinar los resultados hacia el área en que coincidan con su percepción del interés nacional, organizacional o personal. Dado que este modelo implica el conflicto, resulta el esquema más claro para percibir la toma de decisiones como un ejercicio de negociación interpersonal, en el cual interactúan diferentes actores que piensan en sí mismos como actores racionales. El conflicto surge precisamente por las divergencias en las distintas racionalidades que mueven a los agentes, puesto que cada uno tendrá metas y medios de alcanzarlas, sino adversos, al menos divergentes a las preferencias del resto de los agentes involucrados.

La arena política se vuelve así el escenario en que confluyen las diferentes posturas e intereses potencialmente afectados por una cierta tendencia en la política ambiental. Las decisiones tomadas en cada uno de los niveles expuestos anteriormente afectan el agregado total, puesto que tanto el

individuo como la organización que deciden comportarse de un cierto modo en su relación con el ambiente (natural y social) optan en realidad por establecer una interacción con repercusiones potencialmente positivas o negativas para el ambiente.

Las decisiones gubernamentales serán las que aglutinen el conjunto de decisiones individuales, aunque no sólo a través de la suma de ellas, sino más bien otorgando diferentes pesos relativos a los intereses particulares según el reparto de fuerzas en el conjunto social. Esto es, las decisiones en política están sujetas a las presiones que los diferentes grupos de poder decidan ejercer para que éstas se orienten a su favor.

Estos grupos pretenderán que un asunto público adopte el enfoque que más convenga a sus intereses, o incluso que se dé una no-decisión, es decir, evitar la llegada de algún asunto a la agenda de una comunidad (Parry y Morris, 1982), situación que se presenta cuando un agente percibe claramente que la discusión pública del asunto le perjudica y por tanto decide impedir la elevación del problema a la agenda pública. Pero también pueden considerarse no-decisiones a las situaciones en las que, como señala Crenson (1971), una comunidad niega ciertas materias simplemente porque los residentes locales consideran el tópico como algo trivial y en consecuencia, no se atiende como problema público. En algunas cuestiones ambientales, donde las condiciones reales del deterioro ambiental no son necesariamente tan evidentes como para llamar la atención de la comunidad, es particularmente común que los asuntos permanezcan fuera de la agenda política mientras no existan agentes que se interesen por remarcar la importancia de su inclusión.

La negación de un asunto es también cuestión relacionada con el ejercicio del poder por parte de los agentes que resultarían beneficiados con la no inclusión del mismo en la agenda, al igual que lo es el otorgar un cierto carácter a un

problema, es decir, definirle en términos de una racionalidad (económica, tecnológica, etc.) que asigna causalidades y, por tanto, responsabilidades. El ejercicio del poder está así implícito en todo proceso de definición de políticas e incluso, en la definición social que la comunidad haga de los problemas ambientales que le atañen.

Para Lukes (1985) la noción de poder en política posee diferentes matices, y el concepto analítico que del mismo se tenga permitirá esclarecer con diversos niveles de profundidad las condiciones en que se ha ejercido para incidir en la atención otorgada a un asunto. El concepto más básico del poder intuye que un agente A logra que otro agente B haga algo conveniente a los intereses de A, que de otro modo no haría.

Esta forma de concebir el poder correspondería a un enfoque pluralista[4], según el cual el lugar donde se ubica el poder se determina viendo cuál postura prevalece al momento de adoptar decisiones. Estamos hablando de un esquema analítico que requiere observar con respecto a una decisión cuáles participantes propusieron alternativas que fueron adoptadas, quiénes vetaron las propuestas de otros o quiénes hicieron propuestas que fueron rechazadas. Esto es, un estudio de corte pluralista requiere la manifestación expresa del conflicto para poder discernir las vetas de poder que se siguen en cada decisión.

Sin embargo, este modo de concebir el poder parece ser demasiado estrecho, tal como lo manifiesta Lukes al plantear que "el poder también se ejerce cuando A consagra sus energías a crear o reforzar aquellos valores sociales y políticos y prácticas institucionales que limitan el alcance del proceso político a la consideración pública solamente de los problemas que sean relativamente inocuos a A". Esto es lo que en la terminología de Bachrach y Baratz se denomina "mobilización de inclinaciones", la cual es un "conjunto de valores, creencias,

[4] Lukes lo llama "enfoque unidimensional".

rituales y procedimientos institucionales predominantes que operan sistemática y consistentemente para beneficio de ciertas personas y grupos a expensas de otros" (Parry y Morris, 1982).

Esta postura, no obstante, sigue siendo criticada por Lukes en tanto requiere de la existencia del conflicto para permitir estudiar si hay o no ejercicio de poder. Lo que este autor propone es una concepción "tridimensional" del poder, según la cual "A puede ejercer poder sobre B consiguiendo que éste haga lo que no quiere hacer, pero también ejerce poder sobre él influyéndolo en sus necesidades genuinas, modelándolas o determinándolas. Esto es, el control sobre sus pensamientos y deseos a través de la información, de los medios de comunicación social y de los procesos de socialización". Este enfoque refiere sin duda a la forma más insidiosa de utilizar el poder, puesto que implica construir las preferencias de tal modo que se impida el surgimiento del conflicto.

Un análisis a través de alguno de estos marcos explicativos intentaría esclarecer cuáles son los intereses reales de una comunidad, aquellas cuestiones que son intrínsecamente importantes para un número significativo de actores dentro de ella, pero que no logran insertarse en la agenda pública, o al menos no a la luz de una lógica conveniente para la atención efectiva de los mismos.

De acuerdo a lo planteado, los llamados "grupos de intereses" buscarán intervenir en las decisiones públicas para conseguir tratamiento preferencial de la acción gubernamental hacia sus miembros a través de la definición más conveniente que del problema se plantee, así como del acercamiento al mismo a través de una racionalidad no adversa a sus intereses. Los grupos de presión pueden encontrarse al interior del sistema político, pero cuando hablamos de decisiones de gobierno, y particularmente en materia ambiental, deben también considerarse las presiones que vienen de agencias internacionales o de otros gobiernos. Podríamos pensar en

patrones similares de relaciones que se establezcan entre gobiernos locales o nacionales y organismos internacionales (principalmente aquellos que proporcionan ayuda financiera) que pueden tener interés en dar una cierta orientación a la acción gubernamental, en tanto dichos organismos pueden actuar como catalizadores en la adopción de una decisión y proporcionar a la vez legitimidad internacional a un gobierno.

Aunque la identificación de grupos de interés se convierte en pieza clave para la comprensión de las decisiones adoptadas, se debe recordar que no todos los intereses logran ser representados en grupos organizados, y que la atención prioritaria otorgada a un asunto puede actuar en detrimento de otros asuntos intrínsecamente relevantes para la comunidad, a la vez que calificarle como perteneciente a una cierta lógica de acción y no a otras puede servir más como acción simbólica que como intención real de solucionar los problemas públicos.

Estas consideraciones, si mantenemos un ánimo optimista, no niegan sin embargo la posibilidad de construir una política ambiental integral, que trascienda la "simple adición de esfuerzos" (Berry et al, 1998) en busca de incorporar todas las racionalidades involucradas en la creación de un problema ambiental. Según lo planteado hasta ahora, esta política ambiental sistémica debería:

- considerar las lógicas de acción de todos los agentes involucrados y las competencias de cada uno de ellos, haciendo explícitas las racionalidades que mueven a cada sector e incorporando los aspectos positivos de las costumbres prevalecientes;
- elegir los instrumentos adecuados para orientar la actividad de los mismos, los cuales tendrían que ser diferenciados según cada sector y su racionalidad;

- buscar resolver las afectaciones que el desempeño de cada subsitema ocasiona en los demás, estableciendo prioridades de acción;
- identificar, en la mayor medida posible, el interés real de la comunidad, es decir, aquello que le proporcione los mayores beneficios a nivel local, regional y global;
- compatibilizar y sobreponer racionalidades, otorgándo a cada una el peso justo de modo que se propicie la construcción de una racionalidad verdaderamente sistémica y equitativa;
- formularse a partir del consenso y el compromiso de participación de los diferentes agentes sociales.

INCORPORACIÓN DE LO AMBIENTAL EN LA CONSTRUCCIÓN DE LA POLÍTICA ENERGÉTICA

Una vez que se piensa en operativizar la política ambiental sistémica, es válido y necesario desagregarle en los niveles de actuación pertinentes para así hacer viable la transición de las líneas rectoras más generales a las acciones específicas en cada uno de los sectores involucrados. La política ambiental sistémica se conforma entonces del conjunto de principios generales sobre lo que será la gestión del ambiente en una cierta demarcación, pero también del conjunto de políticas sectoriales y territoriales específicas que pretendan incidir en racionalidades y agentes particulares, de modo que sus acciones sean dirigidas en el sentido pretendido por la política ambiental rectora.

De acuerdo a lo señalado hasta ahora, la idea de interacción entre agentes dentro del sistema socioambiental implica considerar que las políticas sectoriales son pertinentes en tanto medio de instrumentación de la política ambiental, pero que éstas deben a la vez considerar en su definición la lógica de actuación del resto de los agentes y sectores que inciden en la construcción de las cuestiones ambientales, para así poder compatibilizar fines y medios con objeto de dirigir todas las acciones en un marco de gestión integral del sistema.

La desagregación de la política ambiental se da así de acuerdo a la estructura conceptual más conveniente para intervenir en el problema ambiental de que se trate. Se definen entonces políticas particulares según el medio (política del aire, del agua, del suelo), el área de intervención (local, regional, nacional), los sectores a quienes atañe el problema (transporte, industria, vivienda), o bien, se incorpora lo ambiental en las grandes líneas de

política pública (política económica, social, de cultura, de energía, etc.). Lo que se buscaría en el esquema de política sistémica sería que cada una de estas líneas de la política pública incorporaran la variable ambiental en sus planteamientos y que mantuvieran un diálogo horizontal con la política ambiental rectora de las acciones específicas en cada uno de los campos.

La política energética no es la excepción en esta idea. Aún cuando existen factores económicos, tecnológicos o sociales incidiendo en la definición de sus objetivos, la política energética debe otorgar un fuerte peso a lo ambiental en su construcción, en tanto la cuestión de la energía constituye una de las vetas principales de acción de los gestores ambientales. Esto se debe a que cada vez existe mayor consciencia respecto a las consecuencias negativas que entraña el sistema de energía prevaleciente, a saber, aquel que favorece la utilización de combustibles de origen fósil sobre otras fuentes alternas.

El informe de la Comisión Mundial para el Ambiente y el Desarrollo (WCED, 1987), al tocar lo referente a energía, menciona los retos y problemas que presenta la utilización de combustibles fósiles, las incertidumbres que aún plantea la energía nuclear, la cada vez menor disponibilidad de madera como combustible, y el poco desarrollo de las energías renovables. Y es que a los energéticos se les atribuye un rol significativo en los problemas de contaminación, tanto urbana como rural, además de que su producción o extracción conlleva por lo general fuertes transformaciones del medio físico. Es comprensible entonces que los estudiosos de lo ambiental se preocupen especialmente por las cuestiones de energía, pues esta área se ha revelado como fundamental en los intentos que se hagan por revertir el deterioro de los ecosistemas.

La valoración de los costos, beneficios y riesgos económicos y ambientales que cada fuente de energía entraña son factores que interactúan con otras prioridades gubernamentales y

globales (WCED,1987). Por ello, no se intenta aquí argumentar que la política energética deba definirse exclusivamente en base a las preocupaciones ambientales, sino más bien se desea subrayar la importancia de incorporar las consideraciones ambientales en la construcción de la política energética. A fin de cuentas, las elecciones que se realizan en cuestión de energéticos implican optar por una estrategia ambiental particular, de modo que la no incorporación de un política en la otra llevaría al desarrollo de acciones posiblemente divergentes o, incluso, opuestas.

Las elecciones en energía no refieren solamente a el tipo de energético que se utilizará en mayor cantidad (combustibles fósiles, electricidad o energía nuclear, por ejemplo), sino también a las decisiones en materia económica y social que fomentarán el establecimiento de un cierto comportamiento de los individuos respecto a los energéticos. Los incentivos que una política dé a la comunidad para orientar su consumo de energía se originan en la definición de los lineamientos económicos, tecnológicos y ambientales que regirán la política energética.

Baste como ejemplo recordar que el auge de la preocupación respecto a la dependencia de las tecnologías actuales en los combustibles fósiles se acentúa a raíz de la crisis energética de 1973. En ese momento surge un interés por desarrollar nuevas formas de captación y conversión de energía para sostener el modo de vida contemporáneo. Aunque es cierto que los asuntos del medio ambiente reciben un fuerte empuje a partir de ese momento, en realidad la preocupación original era de orden económico, pues las grandes potencias (Estados Unidos principalmente) caen en cuenta de la enorme dependencia que tienen de los energéticos provenientes del exterior. La crisis energética favoreció el desarrollo de tecnologías ambientales, pero sobre todo, reveló que las decisiones en materia de energía poseen aspectos económicos, políticos, técnicos y ambientales a la vez.

En un estudio realizado por Jones (1989) sobre las características que diversas publicaciones le atribuyen a la política energética, se elabora una lista de 30 atributos diferentes entre los que se encuentran: conservación, continuidad, diversidad, economía, eficiencia, protección ambiental, potencial exportador, libertad de información, panorama global, cooperación internacional, planeación local, precios bajos de la energía, industria, eficiencia de mercado, seguridad nacional, prevención de escasez, sustentabilidad. Esto es, el acercamiento a la política energética puede realizarse desde puntos muy diversos, y todas las disposiciones que de ella emanen inciden en diferentes ámbitos. Las relaciones entre ambiente y energía estarán planteadas tanto en lo que se decida en esta materia como lo que se defina para el área económica o política, por mencionar algunas.

Para Jones (1989:1319), el análisis realizado le lleva a considerar el debate de los asuntos de energía y ambiente como producto de la divergencia entre las interpretaciones que se dan a los atributos de la política energética. Dichas diferencias entre perspectivas estarían compuestas de tres elementos: diferencias sobre la definición de los problemas; diferencias sobre los 'hechos objetivos'; y diferencias sobre valores. En el primer caso, las diferentes definiciones del problema tienen que ver con la existencia de perspectivas contrastantes sobre la posición de la energía en la sociedad, ninguna de las cuales podría ser considerada objetivamente correcta. Las diferencias sobre los hechos objetivos se relacionan al número de áreas de controversia donde se realizan elecciones en base, teóricamente, a criterios "científicos". Las diferencias entre valores, por último, resultan más complejas de explicar, aunque puede plantearse que se observan principalmente en los diferentes valores aplicados para priorizar y asignar objetivos, y para evaluar

opciones alternas de suministro y demanda en contra de esos objetivos.

Así, la política energética incorporará algunos aspectos y no otros de acuerdo a los intereses que persigan los hacedores de políticas, quienes se encontrarán sujetos, como se mencionaba en el apartado anterior, a las presiones de grupos de interés, al ejercicio del poder por parte de éstos, a las presiones de orden internacional, a los esquemas de valores que predominen en la comunidad, etc.

Ámbitos de la política energética a nivel urbano

Enfocándonos en el medio urbano, la energía tiene que ver con varios de los factores cruciales para el desarrollo de las actividades cotidianas en la ciudad, por lo que la definición de una política energética específica tiene nuevamente relación con el resto de las políticas urbanas, y muy especialmente con las encaminadas a la gestión del ambiente.

La ciudad puede ser concebida como un sistema de energía[5], y ciertamente ésta a jugado un papel importante en el desarrollo de las ciudades. Pensemos por ejemplo en el importante crecimiento que tuvieron algunas urbes tras la introducción de nuevas fuentes de energía en la revolución industrial. La transformación de los ciclos de producción, el desarrollo de tecnologías para el desplazamiento de personas y materiales, la posibilidad de construir viviendas en masa, son sólo algunos de los factores que contribuyeron significativamente al auge del desarrollo urbano y que tienen que ver con el cambio en el sistema de energía dominante.

[5] En el sentido más general, la energía se puede definir como "lo que debe ser suministrado o removido de un sistema material para transformarlo o desplazarlo" (Debeir, 1991:2). Esto es, la energía es lo que permite cualquier cambio físico en un sistema.

En la actualidad, la energía es crucial para el desempeño de las funciones urbanas. En sus diferentes formas (electricidad, combustibles, calor, etc.), la energía permite el desarrollo de actividades de producción, comercialización, consumo, recreación o transporte, indispensables para el sostenimiento cotidiano de la ciudad. Si pretendemos establecer la conexión existente entre la política energética y la gestión ambiental del medio urbano, observaremos que existen múltiples puntos de encuentro que permiten identificar las áreas en las que la definición adecuada de una política urbana en materia de energía permite diseñar estrategias de acción para mejorar el ambiente urbano, en tanto el uso de energía se ha asociado a la contaminación atmosférica urbana, a la acidificación de agua y suelo, así como al efecto invernadero en la escala global (Owens, 1992).

Las actividades de generación y consumo de energía inciden en el ambiente urbano según la modalidad en que se desarrollen en una ciudad. Esto es, los patrones de utilización de la energía (en sus diversas formas) tienen que ver con la relación entre los agentes sociales y su ambiente, de tal suerte que elementos como la forma urbana, la localización de fuentes de trabajo, la tecnología utilizada en el transporte y la industria, la predominancia de un cierto medio de transporte sobre otros, la conducta de consumo de los usuarios finales de energía, el diseño de las edificaciones, entre otros, se convierten en puntos claves para el establecimiento de una dinámica de utilización de energéticos.

Si bien el consumo de energía en una ciudad se realiza en diferentes sectores y proviene a la vez de fuentes variadas, aquí nos centraremos en el caso de los energéticos utilizados en el sector transporte, en tanto la relación entre ambos se ha convertido en uno de elementos nodales para entender los problemas de deterioro del ambiente urbano.

A este respecto, cabe mencionar que el análisis de la relación transporte-energéticos puede enfocarse sobre

diferentes aspectos que tienen que ver con su impacto ambiental. Esto se debe a que la conducta de consumo de combustibles en una ciudad está determinada por la forma de la ciudad (concéntrica, radial, multinuclear), la densidad urbana, la localización del empleo (centralización o dispersión), el tamaño de la ciudad, la eficiencia de los combustibles, el precio de éstos, la predominancia de uso del transporte público o privado, la existencia de medios masivos de transporte, la fluidez del tráfico, la tecnología de los vehículos, el tamaño de las vialidades, la disponibilidad a viajar de los usuarios, la distribución de los usos del suelo, etc. (Anderson et al, 1996).

Si, como en muchas ocasiones se argumenta, el sector transporte es responsable de una parte considerable de los problemas de contaminación en una ciudad, lo señalado antes evidencia que una política de energéticos con criterio ambiental a nivel urbano debe poseer componentes de todas estas vetas de acción para poder incidir con efectividad en el mejoramiento del desempeño ambiental del sector transporte. Además, el diseño de la política de energéticos debe basarse en un adecuado diagnóstico de las condiciones existentes en cada caso, pues como lo presentan Anderson et al (1996), estudios de caso realizados en diferentes ciudades inglesas, norteamericanas y australianas demostraron que en cada sitio el factor determinante para entender el consumo de energía varía, de modo que las causalidades y repercusiones ambientales del mismo se encuentran en diferentes ámbitos para cada caso.

Este mismo señalamiento es la conclusión del estudio de Banister (1992) quien, al analizar el desempeño ambiental del sector transporte en varias ciudades inglesas, concluye que "parece que las características físicas del asentamiento urbano son importantes (tamaño, disponibilidad de equipamiento y servicios, transporte público), pero que esta relación básica es modificada por las características socioeconómicas

de la población en tanto gente diferente tiene diferentes propensiones a viajar, con diferentes frecuencias, longitudes y modos de viaje" (p.180).

Para Blowers (1993), las conductas de los individuos respecto a los combustibles tiene que ver también con el hecho de que no existen incentivos para ahorrar o al menos reducir el consumo de los mismos, principalmente porque el precio de la energía no refleja el costo de la contaminación atmosférica. Así, mientras la política de energéticos tiene que ver con la solución de muchos aspectos técnicos, también debe preocuparse por atender lo referente a las condiciones socioeconómicas del contexto en el que va a incidir para así construir su viabilidad a través de la comprensión y, en su caso, modificación de las conductas sociales adversas al ambiente.

Entonces, si vamos a considerar la política de combustibles como uno de los instrumentos de la política ambiental urbana, debemos pensar que en todo momento existen interacciones con otras áreas de acción y que el éxito de la estrategia se construye al incidir tanto en la línea de acción específica como en el resto de los factores que la determinan. La política de combustibles deja así de ser un asunto meramente técnico, en tanto debe incorporar consideraciones de orden económico, social, cultural y político, si es que se pretende utilizarle como herramienta en los esfuerzos por mejorar el ambiente urbano. Como bien subraya Owens, "si se pretende alcanzar el desarrollo urbano sustentable, las políticas a diferentes niveles deben ser coordinadas y todos los instrumentos de política trabajar en la misma dirección" (p.102).

CRITERIOS DE VALORACIÓN DE LA ESTRATEGIA ENERGÉTICA

De acuerdo a lo mencionado hasta ahora, elegir una estrategia relacionada a los energéticos para incidir en la calidad del ambiente urbano (particularmente, del aire) es perfectamente válido e incluso, necesario, siempre que no se asigne a esta alternativa una relevancia tal que se descuide la acción en el resto de las estrategias que le debieran reforzar. Un enfoque sistémico de política ambiental como el que se ha expuesto exige que las diferentes líneas de actuación mantengan una constante interacción horizontal para así poder dirigirse hacia objetivos comunes.

Incluso cuando analizamos una estrategia en particular, más allá de las consideraciones respecto a su relación con el resto de las líneas de acción, resulta relevante intentar esclarecer cuál o cuáles son las racionalidades que le definen con mayor fuerza. Una vez más, la idea de una política ambiental comprehensiva sería aquella que incluye los aspectos más determinantes de las diferentes racionalidades involucradas en la generación de un problema ambiental. La elección de combustibles en base a un criterio ambiental, en tanto estrategia de gestión de la calidad del aire, se da en el centro de un conflicto político en el cual las diferentes racionalidades afectadas intentan imponerse, buscando que los criterios de definición de causalidades y asignación de responsabilidades sean aquellos que más favorezcan a los intereses de los agentes involucrados.

A ello se debe que en el caso que aquí se analizará, el asunto de la contaminación atmosférica en el Valle de México haya sido definido principalmente como un problema de tecnología (Lezama, 1997), evitándose así el tener que afectar los intereses de agentes económicos, sociales o políticos al

adoptar estrategias de acción que pretendan orientar las diferentes racionalidades que rigen su actuación.

Aparentemente, definir un problema ambiental en base a una lógica científica y por tanto "objetiva", sería un modo de evitar confrontaciones entre actores puesto que la arena de lo científico es aquella de lo objetivo, lo racional, lo comprobable y, por ende, de lo indiscutible. No obstante, dice Beck (1986) que

> "La ciencia cuando pasa a la práctica se ve confrontada a su propio pasado objetivado y al presente: consigo misma, como producto y productora de la realidad y de los problemas que se ha encargado de analizar y dominar. De ahí que ya no resulta sólo ser fuente de solución de problemas sino que también a su vez es *fuente que origina problemas*[6]" (p.204).

Lo que este autor plantea como parte de su teoría de la sociedad del riesgo, es que los problemas ambientales son en buena medida generados por aquello mismo que se instrumentó como solución, es decir, se revelan como un subproducto de la actividad tecnológica. La ciencia es por tanto falseable, cuestionable bajo sus propios criterios pero también a la luz de estructuras conceptuales pertenecientes al ámbito de lo social:

> "si antes existían peligros generados *externamente* (dioses, naturaleza), el nuevo carácter -desde el punto de vista histórico- de los actuales riesgos radica en su simultánea *construcción científica y social*, y además en un triple sentido: la ciencia se ha convertido en *(con)causa*, *instrumento de definición* y *fuente de solución* de riesgos de modo que así se abren nuevos mercados para la cientificación. El desarrollo científico-técnico se hace *contradictorio* por el intercambio de riesgos, por él mismo coproducidos y codefinidos, y su crítica pública y social" (p.203).

Si efectivamente una buena parte de los riesgos y problemas ambientales provienen de actividades técnico-científicas, esta idea de Beck es particularmente aplicable al caso que aquí nos ocupa, puesto que la contaminación atmosférica, en tanto

[6] Cursivas del original.

entendida como producto de las emisiones contaminantes de vehículos e industrias, puede ser definida como un problema de tecnología y que para resolverle bastaría con desarrollar las técnicas anticontaminantes necesarias para abatir las emisiones nocivas al ambiente.

Esta postura, no obstante, difícilmente logrará resolver cabalmente el problema de contaminación, puesto que una solución meramente técnica que incida en la expresión final del problema y no en sus raíces no hará más que "suplir con el tratamiento de los síntomas la auténtica eliminación de las causas" (Beck, 1986:206). Con esto no se pretende negar la importancia de plantear propuestas de acción para atender las manifestaciones fenoménicas del problema ambiental, sino subrayar el que aún las estrategias pertenecientes al ámbito de lo técnico deben compatiblizarse con todos los subsistemas que estén interactuando en torno a un asunto ambiental.

La innovación tecnológica[7], resulta pertinente como alternativa de solución a los problemas ambientales siempre que no constituya la estrategia única de acción pues como se ha mencionado, los asuntos ambientales se caracterizan por tener una expresión fenoménica en el ámbito de lo físico, pero cuyas raíces se encuentran en las interrelaciones establecidas entre agentes sociales. La validación de una técnica como solución al problema se realizará, en primer lugar, desde el ámbito de lo científico, juzgándole como positiva en términos de su desempeño en tanto tecnología cuya eficiencia instrumental es positiva. Pero después, se debe evaluar la medida en que incorpore los aspectos sociales, económicos y políticos suficientes para garantizar la continuidad y aprovechamiento del potencial de la estrategia. En palabras de Olivé, se requiere evaluar la innovación tecnológica desde el

[7] Entendida por Olivé como "la invención de nuevas técnicas para controlar nuevos trozos de realidad, o bien como la modificación de técnicas existentes para controlar mejor el sector de la realidad al cual se aplican" (1996:170).

punto de vista interno y desde el punto de vista externo (a la lógica de la innovación).

Sprout y Sprout (1987) sugieren una tipología de los cuestionamientos que una política ambiental considera en su conformación, agrupados en las siguientes clasificaciones:

1. Evaluación del daño causado.
2. Cálculo de los riesgos implícitos en la situación.
3. Remedios técnicos disponibles o en prospecto.
4. Opciones de procedimiento.
5. Criterios de decisión.
6. Retroalimentación y reevaluación de resultados.

Lo que aquí interesa retomar de la propuesta de los Sprout es la importancia que posee, particularmente en estrategias de carácter técnico, explicitar cuáles son los criterios de decisión que determinan la elección de una alternativa de solución. Esto es, acorde a lo tratado en apartados anteriores, hacer transparente el criterio de decisión permite esclarecer en qué medida se están incorporando las diferentes racionalidades involucradas en un asunto ambiental tanto en su definición como en la propuesta de intervención, pues de ello depende la efectividad que pueda poseer la estrategia. Si bien el balance al que se someten las alternativas de acción puede tornarse sumamente complejo, asignar importancias relativas diferenciadas podría permitir conservar un orden de prioridades, sin descuidar o eliminar la posibilidad de explorar estrategias de acción alternativas o complementarias.

Una alternativa de solución que permanezca en el ámbito de lo tecnológico, sin interactuar con el contexto que conforma una buena parte del origen de un problema ambiental, difícilmente conseguirá resultados importantes en la mejoría de la calidad ambiental. Mientras se privilegie una sola de las vetas de acción, el resto del sistema no se transformará lo suficiente como para maximizar los beneficios que se pueden obtener de las alternativas tecnológicas.

Así, en capítulos subsecuentes se pretende realizar una valoración de la estrategia de reformulación de combustibles aplicada en el Valle de México para abatir la contaminación atmosférica, primero en base a los parámetros internos de la innovación tecnológica, es decir, la medida en que se ha logrado un mejor desempeño ambiental de los combustibles. Si como se piensa, en esta evaluación los resultados pueden ser positivos, será la valoración externa a la innovación tecnológica la que revele la desarticulación existente entre la estrategia de combustibles y el resto de acciones que deberían acompañarle para lograr avances importantes en la mejoría de la calidad del aire.

CONTAMINACIÓN EN LA CUENCA ATMOSFÉRICA DEL VALLE DE MÉXICO

EL FENÓMENO DE CONTAMINACIÓN DEL AIRE EN EL MEDIO URBANO

Suele aceptarse que la contaminación es un fenómeno de origen netamente antropogénico, producto de la actividad humana, en tanto es el desarrollo de ésta lo que genera la introducción de sustancias o formas de energía que alteran los sistemas ecológicos y su funcionamiento natural (Haughton y Hunter, 1994:126). La contaminación de los diferentes medios naturales como son el aire, el agua o el suelo, refiere a un fenómeno que se expresa en la reacción del sistema natural a las alteraciones producidas, pero cuyo origen trasciende el ámbito de lo meramente físico en tanto son las conductas de la sociedad y sus modelos de desarrollo los que determinan las formas de interacción naturaleza-sociedad.

Se trata entonces de un fenómeno cuyas causas pueden rastrearse en ámbitos muy diversos, y en el que convergen elementos explicativos emergidos de disciplinas tanto de las ciencias naturales como de las ciencias sociales. Entender la contaminación, sus orígenes y efectos, requiere la construcción de aproximaciones disciplinariamente disímiles, pero que permitan en cada caso esclarecer uno de los aspectos del fenómeno, y su relación con el resto de las causalidades que conforman en conjunto el problema de la contaminación (García, 1994). Resulta pertinente, entonces, intentar elucidar algunos de los factores de la convivencia social que tienen repercusiones negativas en los sistemas naturales y que, particularmente, generan contaminación atmosférica.

Enfocándonos en el ámbito urbano, podemos concebir a la contaminación del aire como un subproducto de las funciones propias de la ciudad, tales como la actividad industrial, el comercio, el transporte de grandes volúmenes de mercancías y personas, la utilización intensiva de energía, la deforestación de áreas importantes para la expansión del suelo

urbano, etc. (Anderson, 1996). Sin embargo, no podemos generalizar el argumento de que el desarrollo de toda ciudad conlleve necesariamente un problema serio de contaminación atmosférica. Cada uno de los factores mencionados, al igual que otros no enlistados, adoptan los diferentes matices que les otorga el nivel de desarrollo económico y social propios de la sociedad que produce estas ciudades, y que determina por tanto el potencial contaminante que cada actividad urbana posee en diferentes contextos.

Entonces, la contaminación atmosférica que encontremos en una ciudad diferirá del resto de los casos en correspondencia, además de las condiciones naturales de cada sitio, a los procesos que se desarrollen al interior de la ciudad y la relación entre los factores potencialmente generadores de contaminación. Así podemos entender que, por ejemplo, el número de vehículos que se desplazan en una ciudad puede resultar menos determinante que el hecho de que esta flota vehicular utilice una tecnología poco o muy contaminante. Se puede observar también, que al interior del sistema de ciudades de un país, con un contexto socio-económico similar, a tamaños diferentes de ciudades corresponderá un nivel distinto de deterioro del ambiente. Igualmente, la forma urbana no es por sí sola determinante de una situación de contaminación, sino en su relación con los modos de transporte predominantes y las conductas de la población respecto al transporte, por mencionar algunos ejemplos (Anderson, 1996).

Los problemas de contaminación atmosférica, tal como se entienden en este estudio, son producto de causalidades muy diversas, de la conjunción de factores sociales, económicos y políticos particulares, cuya forma de interacción resulta en la sobreutilización de la atmósfera como recipiente de los contaminantes emitidos por las distintas actividades desarrolladas en una urbe. Esto es, la capacidad de absorción de la atmósfera se rebasa cuando existen situaciones de desempeño anárquico de las distintas funciones urbanas, cuando

cada uno de los sectores actúa al margen de las acciones de conjunto, dando pie a la desvinculación entre los distintos ámbitos de la vida social y por tanto a la posibilidad de una interacción conjunta del grupo social en armonía con el ambiente natural que le da sustento.

Existen, por supuesto, diferencias en la problemática de la contaminación del aire en el ámbito urbano y el rural (Haughton y Hunter, 1994). Pareciera ser, tal vez debido a la existencia de un mayor número de estudios para el caso urbano, que la contaminación atmosférica es un fenómeno exclusivamente urbano. Sin embargo, la evidencia ha demostrado que desde hace años éste ha dejado de ser un problema urbano, pues siendo la atmósfera un medio excelente para la transferencia de contaminantes a grandes distancias, las emisiones puntuales extienden sus efectos hasta la escala global.

La contaminación atmosférica puede tener sus fuentes más importantes en las ciudades, pero sin duda los efectos se transmiten más allá de la escala urbana, generando alteraciones importantes a escala regional e incluso planetaria. La búsqueda de soluciones, por tanto, debiera iniciarse al interior de las ciudades, a través del análisis de las conductas e interacciones que se manifiestan en el deterioro de la calidad del aire.

Estrategias de control de la contaminación atmosférica

Al igual que se ha avanzado en el conocimiento y caracterización de los contaminantes del aire urbano, se han desarrollado diferentes estrategias para intentar reducir o al menos mantener dentro de ciertos márgenes la concentración de contaminantes atmosféricos en un área geográfica. Una estrategia de control de la contaminación refiere al plan que

se adopta para alcanzar estos objetivos y, según Elsom (1987:143), existen elementos comunes que permiten distinguir cuatro tipos de estrategias: (1) administración de la calidad del aire; (2) establecimiento de estándares de emisiones; (3) estrategias económicas; y (4) estrategias de costo-beneficio. En la práctica, la estrategia de control de la contaminación atmosférica en cada sitio resulta de una combinación de estos modelos.

El esquema de administración de la calidad del aire requiere la definición de los niveles aceptables de concentración de contaminantes atmosféricos y por tanto, el control de las emisiones contaminantes para asegurar que estos estándares no sean rebasados (National Research Council,1991:251; Elsom, 1987:143). Evidentemente, aquí intervienen aquellos estudios realizados sobre contaminantes atmosféricos y sus efectos sobre la salud, que permiten conocer la tolerancia o resistencia del cuerpo humano (o de la vegetación) a ciertas concentraciones durante un periodo determinado. Además, una estrategia de administración requiere de un sistema de monitoreo que permita verificar si efectivamente se cumplen los estándares atmosféricos y, por otra parte, de un inventario de emisiones por fuente y tipo de contaminante. Ambos elementos interactúan en un sistema de administración pues mientras el sistema de monitoreo constituye el punto de enlace entre la situación real y lo que el grupo de estándares plantean como situación idónea, el inventario de emisiones permite definir cuáles son las fuentes y contaminantes sobre las que se debe incidir con mayor énfasis para controlar la calidad del aire y cumplir así los estándares fijados. Las opciones de control de emisiones, por tanto, entrarán también al juego de la búsqueda de alternativas idóneas para controlar la contaminación atmosférica.

Una de las mayores críticas que se pueden hacer a este tipo de estrategia, refiere al hecho de que el establecimiento de límites tolerables se realiza pensando en el punto hasta el

cual no existen efectos dañinos a la salud por exposición a cada contaminante, pero dado que los límites aceptables de concentración de contaminantes varían de acuerdo al país en el que se observan, podemos pensar que los estándares fijados se ven influidos por factores ajenos a lo que se trata de definir como tolerancia a la exposición. Esto es, la definición de lo "aceptable", o de lo que constituye una concentración "no peligrosa" o "mala para la salud", varía de un sitio a otro puesto que además de lo que la medicina señale, cada sociedad está dispuesta a aceptar una cierta especificación de umbrales según su propia concepción de lo tolerable en materia de contaminación[8].

Una estrategia de estándares de emisiones especifica el volumen o concentración máxima que se permite emitir a una fuente dada. Aunque pueden derivarse directamente de la estrategia de administración de calidad del aire establecida, los estándares de emisiones también se encuentran sumamente restringidos por la tecnología disponible, ya sea en dispositivos de control de emisiones o en calidad de combustibles.

La estrategia puede llegar a especificar los instrumentos de control de emisiones que debe utilizar un cierto sector, o definir con precisión las concentraciones de una sustancia particular que debe contener cierto combustible, de modo que resulta más sencillo manejar un plan de este tipo, donde las especificaciones son claras y no se espera de las fuentes emisoras más que el cumplimiento de la normatividad. En contrapartida, la crítica que puede hacerse a este tipo de estrategia estriba en que no siempre resulta claro el criterio que se adopta para la fijación de los estándares, además de

[8] Pensemos, por ejemplo, en las diferencias existentes entre la escala NAAQS (*National Ambient Air Quality Standards*) aplicada en los Estados Unidos, y el índice IMECA (Indice Metropolitano de la Calidad del Aire) mexicano. Aunque el IMECA se basó en las normas estadounidenses, los umbrales son más permisivos en nuestro país (Ezcurra, 1991b), y como seguramente ello no se debe a que los mexicanos sean físicamente más resistentes a la contaminación, entonces podríamos pensar que los estándares admisibles son producto también de la tolerancia social a una cierta calidad del aire.

que el control de fuentes individuales no necesariamente garantiza que se alcance un nivel aceptable de calidad del aire.

Aunque existe una amplia literatura dedicada a la exposición de las ventajas de las estrategias e instrumentos económicos como elemento clave en el control de la contaminación, parece ser que no existe en realidad mucha evidencia empírica que permita conocer en qué medida dichas estrategias resultan efectivas (Smith, 1997:19). En términos generales, lo que las estrategias económicas pretenden es proveer los incentivos financieros para que las fuentes emisoras encuentren los medios más efectivos (en términos económicos) para reducir la contaminación. La idea de incorporar la variable económica y evitar la distorsión de las fuerzas del mercado, ha llevado al desarrollo de diferentes instrumentos que intentan compatibilizar el interés por controlar la contaminación del aire y la búsqueda de los mejores beneficios económicos para los agentes involucrados.

Entre los instrumentos económicos utilizados en este tipo de estrategia se distinguen (1) impuestos o cargos, (2) subsidios, (3) permisos comerciables de emisión, y (4) sistemas de depósito-reembolso (Smith, 1997:15). Dado que la discusión respecto a las ventajas y desventajas de cada uno de estos instrumentos queda fuera del interés de este estudio, señalaremos únicamente la conveniencia de ubicarlos como parte de un conjunto de políticas o estrategias que permiten consolidar una política ambiental, aunque difícilmente como instrumentos suficientes para resolver un problema ambiental.

Un esquema de tipo costo-beneficio, por su parte, puede considerarse como una variante de las estrategias económicas puesto que utiliza la lógica económica para definir todos los costos que implica el control de la contaminación, y los beneficios que de ello se obtiene, para buscar la relación que minimice los costos y maximice los beneficios. A este esquema pueden incorporarse parámetros de valoración que trasciendan

lo cuantificable, lo monetario, para evaluar la medida en que una acción emprendida en el combate a la contaminación resulta en beneficios importantes para la población.

La elección de estrategias adecuadas para controlar la contaminación atmosférica en las ciudades no es en modo alguno tarea sencilla, puesto que deben compatibilizarse la tecnología disponible en un momento dado con los intereses y capacidades de los diferentes agentes involucrados, en el contexto del nivel de conocimiento que de la situación del aire se tenga en cada sitio.

Evidentemente, los modelos no pueden (o al menos, no deben) trasladarse de un sitio a otro sin realizar las modificaciones que las condiciones específicas, tanto geográficas como sociales, exijan, pues de otro modo se limitarían los efectos positivos potenciales de una estrategia. El diseño de las políticas de control de la contaminación atmosférica deberá ser por tanto particular en cada lugar, de modo que se pueda incluir la combinación de instrumentos que resulten idóneos para el marco en que se desea incidir.

Tal como se mencionó con anterioridad, la presencia de ciertos contaminantes en una ciudad depende en gran medida de los procesos urbanos que en su interior se desarrollen y de la tecnología empleada en los mismos, además de las condiciones geográficas y climatológicas que caracterizan a cada sitio. Igualmente, puede notarse que los contaminantes presentes en una ciudad cambian con el transcurso del tiempo, principalmente debido a la introducción de tecnologías nuevas en transporte e industria y al nivel de desarrollo alcanzado.

Sin embargo, estudios realizados en diferentes ciudades muestran la presencia de un cierto grupo de contaminantes que constantemente se encuentran en el aire urbano. Estos contaminantes se mencionan a continuación, estableciendo en términos generales cuáles son sus principales fuentes de emisión y los efectos detectados que tienen en la salud humana.

Óxidos de carbono

Aunque alrededor del 65% de las emisiones globales de monóxido de carbono tienen origen natural, las emisiones antropogénicas ocasionan altas concentraciones en zonas urbanas, particularmente en las vías rápidas o en las calles con mayor congestionamiento vehicular, puesto que el sector transporte produce alrededor del 90% de las emisiones antropogénicas de CO (Haughton y Hunter, 1994:143). Se sabe que las emisiones más importantes de monóxido de carbono se presentan por la combustión incompleta en los vehículos a

gasolina[9] (DDF, 1990:7), y por tanto la cantidad de CO arrojado a la atmósfera estará en función de la calidad de los carburantes utilizados, la tecnología predominante en el parque vehicular de una zona y los patrones de tráfico y transporte prevalecientes. Por ser emitido a nivel de banqueta, se piensa que la exposición de las personas a este contaminante puede ser mayor que la registrada por las estaciones de monitoreo que toman muestras a una altura mayor (DDF et al, 1996:21).

El CO puede afectar el sistema cardiovascular y el sistema nervioso central, causar anemia en células de los niños y reducir la coordinación física, la visión y la productividad de las personas que trabajan. Además de sus efectos directos, el monóxido de carbono puede oxidarse para formar bióxido de carbono, el cual es un importante precursor del "efecto invernadero" (Haughton y Hunter, 1994).

Tras analizar la información científica disponible, la agencia estadounidense EPA estableció en 1992 como norma de calidad del aire para monóxido de carbono, un valor de 9 ppm [10] para un promedio móvil de 8 horas (DDF et al, 1996:21). En México, en cambio, el estándar adoptado es de 11 ppm, para 8 horas.

Óxidos de azufre

Los sulfatos suelen encontrarse como componentes importantes de las partículas atmosféricas en diversas ciudades (Shaw, 1987:103). Aproximadamente la mitad de las emisiones globales de sulfatos en la atmósfera resultan de procesos naturales, aunque en las áreas urbanas o industriales, más del 90% del bióxido de azufre emitido es resultado de la actividad humana

[9] En Estados Unidos, por ejemplo, alcanzan el 55% del total de emisiones antropogénicas (Haughton y Hunter, 1994:143)

[10] Partículas por millón.

(Haughton y Hunter, 1994:138), pues se genera a partir de la quema de combustibles fósiles (sobre todo en la industria y en la generación de energía) y la liberación del azufre contenido en ellos.

Uno de los peligros más graves es que los óxidos de azufre son solubles en agua y al hidratarse dan lugar a la formación de ácidos sumamente agresivos. Es precisamente esta característica lo que permite que los óxidos ataquen con mayor fuerza las vías respiratorias, penetrando hasta los pulmones de los individuos para oxidarse con la humedad de éstos y dañar así el sistema respiratorio.

Los sulfatos en general pueden afectar la visibilidad, y aún las concentraciones bajas de ellos (de 8 a 10 microgramos por metro cúbico) constituyen un peligro para la salud, como se ha demostrado en diversos estudios con personas susceptibles o con problemas respiratorios crónicos (DDF et al, 1996:24). El bióxido de azufre, por su parte, puede afectar severamente el funcionamiento de los pulmones y contribuye significativamente a la acidificación de las precipitaciones pluviales, dañando así ecosistemas acuáticos y terrestres, además de corroer los materiales de edificios y monumentos.

Plomo

Este metal pesado se encuentra distribuido naturalmente en la superficie del planeta. Sin embargo, los daños que ha ocasionado a la atmósfera son en gran medida resultado de su utilización masiva para mejorar el octanaje de los combustibles para automóviles. Ello rompió el equilibrio de su ciclo natural, y lo convirtió en uno de los primeros contaminantes señalados como responsables de diversas enfermedades en la población.

El plomo se introduce en el cuerpo humano por vía digestiva o por vía respiratoria. Una vez que entra al torrente sanguíneo, el plomo se acumula en huesos, dientes y sistema hematopoyético. Se le asocia a alteraciones en el sistema nervioso central y a otras disfunciones del sistema retículo endotelial (DDF et al, 1996:25).

Partículas suspendidas

Las partículas suspendidas en la atmósfera pueden tener origen en fuentes naturales o formarse por reacciones fotoquímicas (DDF et al, 1996:22). Bajo este rubro se incluyen tierra, humos, metales, ácidos, sales y pesticidas (Haughton y Hunter, 1994:145). Aunque su tamaño varía desde 0.1 hasta 100 micras de diámetro, las más dañinas a la salud son las menores a 10 micras, puesto que suelen permanecer mucho tiempo suspendidas en la atmósfera (varios días, incluso) y son fácilmente inhalables, por lo que llegan a los pulmones y reducen sus funciones.

Este tipo de partículas (llamadas PM10 o aerosoles) provienen, en cuanto a fuentes antropogénicas, directamente de la combustión en vehículos y fábricas, o bien se forman en procesos fotoquímicos entre hidrocarburos, sulfatos, nitratos y amoniaco. Diversos estudios han comprobado un aumento en la mortalidad diaria por cada 10 $\mu g/m^3$ de incremento en PM10 a partir del valor de la norma y aparentemente no existe una concentración mínima en la cual ya no se detecten impactos en la salud (DDF et al, 1996:23).

Además de los daños a la salud humana, las partículas causan deterioros en edificios, estatuas, vestimentas, pinturas y vehículos (Haughton y Hunter, 1994:148). Aquellas menores a 2.5 micras reducen significativamente la visibilidad dado que absorben la luz visible, además de que pueden funcionar como

núcleos alrededor de los cuales se condensan gotas de agua, dando lugar a la formación de niebla.

El conocimiento de las partículas ha avanzado en forma significativa en los últimos años, e incluso en México se monitorea ya a las PM10 como indicador criterio y no a las partículas suspendidas totales (PST) como se hacia anteriormente. En la actualidad, la norma de calidad del aire en México para PM10 es de 150 $\mu g/m^3$ (DDF et al, 1996:23).

Compuestos orgánicos volátiles

Adicionalmente a su papel como precursores de ozono, los compuestos orgánicos volátiles (COV) resultan tóxicos por sí mismos. Aunque no siempre se encuentran presentes en la atmósfera los mismos compuestos, bajo esta clasificación se agrupa al acetaldehido, el benceno, los clorofluorocarbonos, el cloroformo, las dioxinas, el óxido de etileno, el formaldehido, el 1-3 butadieno, el fenol, los PCB, los hidrocarburos policíclicos aromáticos, y otros cuya toxicidad es conocida o potencial (NRC, 1991:128; DDF et al, 1996:26).

El origen de una parte importante de estos compuestos se relaciona en general a la quema de combustibles fósiles y de biomasa natural, a los procesos de refinación de petróleo, al manejo de hidrocarburos, y a la industria química en la producción de aerosoles, solventes, pinturas, refrigerantes, etc.

Aunque no suelen considerarse por sí mismos como indicadores de la calidad del aire, sí se conocen algunos de sus efectos sobre la salud. El benceno, por ejemplo, es reconocido carcinógeno y la población expuesta a él puede desarrollar leucemia, además de que tiene efectos hematológicos, inmunológicos y sobre el sistema nervioso central (DDF et al, 1996:26). El formaldehído ocasiona irritación ocular y

olfatoria, además de haberse encontrado asociado al cáncer nasal y nasofaríngeo. Los hidrocarburos policíclicos aromáticos, por su parte, son mutagénicos y carcigénicos (DDF et al, 1996:27).

Ozono

El ozono se forma cuando un átomo de oxígeno, usualmente producido en la troposfera[11] por disociación solar del dióxido de nitrógeno, se combina con oxígeno molecular. Mientras que su presencia en la estratosfera[12] juega un papel crítico en la absorción de radiación ultravioleta, la concentración de ozono en la troposfera genera serios problemas para la vida animal y vegetal, constituyéndose en un importante contaminante.

Dado que se genera a partir de reacciones en cadena entre COV[13] y óxidos de nitrógeno, la concentración de ellos en la atmósfera, así como la presencia de radiación solar, serán los factores determinantes de la cantidad de ozono que se encuentre. No obstante, los precursores de ozono pueden emitirse en un punto y ser transportados por el viento, afectando así regiones alejadas de las fuentes de emisión. Las condiciones geográficas y meteorológicas de cada región influencian entonces de forma importante las posibles concentraciones de ozono en ella.

Los episodios más graves de alta concentración de ozono suelen asociarse a los sistemas climáticos de alta presión, caracterizados por ausencia de vientos fuertes y por inversiones térmicas, las cuales limitan el intercambio o

[11] Parte más baja de la atmósfera. Comienza en la superficie de la tierra y se extiende hasta 10 km. de altitud.
[12] Porción de la atmósfera entre 10 y 50 km. de altitud.
[13] Principalemente hidrocarburos reactivos (Bravo et al, 1991a).

mezclado de capas de aire, atrapando contaminantes en la parte más baja de la troposfera[14].

Para Bravo et al (1991a:33), "las fuentes antropogénicas de precursores de ozono de mayor importancia son, en primer lugar, los automóviles, industria ligera y pesada, y expendios de gasolina, así como todas las actividades que emplean solventes orgánicos: pintura, limpieza, etc.".

De acuerdo a un inventario presentado por el NEDS (*National Emissions Data System*) para los Estados Unidos en 1985, el 40% de las emisiones antropogénicas de COV provienen del transporte, siendo los autos y camiones ligeros los mayores contribuyentes. Las emisiones de COV en los vehículos a motor se deben, en primer lugar, a la combustión incompleta del combustible y se pueden detectar por los gases que salen a través del escape del vehículo. Pero existen también las emisiones evaporativas, que pueden atribuirse a varias fuentes: vaporización del combustible como resultado del calentamiento del tanque o por el calor del motor una vez que éste se ha apagado; pérdidas cuando el vehículo está en operación; pérdidas a través de los materiales de contención, y desplazamiento de vapores como resultado del llenado del tanque.

Sin embargo, el rubro COV agrupa aún a demasiados elementos, por lo que en diversos documentos (NRC, 1991:258; DDF et al, 1996:26) se resalta la necesidad de realizar inventarios más precisos para conocer los efectos reales de cada compuesto particular.

El otro precursor importante de ozono son los óxidos de nitrógeno que, derivados de los procesos de combustión, resultan contaminantes por partida doble. Esto es, se ha comprobado que como contaminantes primarios pueden llegar a dañar las vías respiratorias y la capacidad de respuesta de

[14] "En realidad, las inversiones térmicas ocurren normalmente en invierno en muchas partes del mundo, sin ninguna consecuencia. ... El riesgo, entonces, no es la inversión, sino la inversión en un área donde las concentraciones de contaminantes son muy elevadas." (Ezcurra, 1991).

las células en el proceso inflamatorio (DDF et al, 1996:24), pero constituyen también un peligro en tanto son uno de los principales precursores de ozono y otros oxidantes fotoquímicos.

El óxido nítrico de origen antropogénico se forma durante el proceso de quema de combustibles fósiles, tanto por el nitrógeno contenido en el combustible como por la oxidación del nitrógeno atmosférico. Aparentemente, cerca de la mitad de las emisiones de NOx asociadas al transporte provienen de los vehículos y camiones ligeros que utilizan gasolina, mientras que una cuarta parte provienen de los vehículos pesados a gasolina y diesel. (NRC, 1991:261). Aunque también existen fuentes naturales de NOx, como son la combustión de biomasa o los procesos microbianos de nitrificación y desnitrificación de suelos, éstas fuentes constituyen tan sólo una fracción pequeña de las emisiones totales. (NRC, 1991:277)

Tanto los COV como los óxidos de nitrógeno resultan dañinos a la salud por sí mismos, en calidad de contaminantes primarios. Sin embargo, resulta más grave la formación de grandes concentraciones de ozono, puesto que la población expuesta puede presentar severos cambios en la función, estructura y metabolismo pulmonar (DDF et al, 1996:19). Incluso, algunos estudios indican que la exposición prolongada (hasta 7 horas) a concentraciones bajas de ozono (de entre 0.08 y 0.12 ppm) deriva en un decremento progresivo de la función pulmonar(DDF et al, 1996:20).

La contaminación por ozono en las ciudades se ha convertido sin duda en uno de los tópicos más preocupantes cuando se habla de contaminación atmosférica. De hecho, como se comentará más adelante, el ozono se ha elevado a prioridad en la agenda del combate a la contaminación del aire, no sólo en el Valle de México, sino también en otras ciudades que enfrentan serios problemas de contaminación fotoquímica.

EL PAPEL DE LOS COMBUSTIBLES DE ORIGEN FÓSIL

La contaminación del aire en áreas urbanas no presenta en todos los casos las mismas características, pues surge como consecuencia del desarrollo de procesos urbanos distintos. Así, mientras en algunas ciudades con climas rigurosos la fuente principal de contaminantes la constituyen los sistemas de climatización de edificios, en otras con gran presencia de industria con tecnología poco desarrollada serán las fuentes fijas las responsables principales de la emisión de contaminantes. En el caso de la Ciudad de México, por ejemplo, existe consenso en señalar como fuente principal (dentro de las antropogénicas) de generación de contaminantes al sector transporte.

Existe, no obstante, un elemento común a los diferentes componentes urbanos que determina su carácter como actividad netamente contaminante, y es la utilización de combustibles fósiles[15] para generar la energía necesaria, ya se trate de sistemas de climatización, de la industria o del transporte. Y es que aún cuando los procesos que utilizan energía de origen fósil han mejorado sensiblemente su desempeño ambiental en el transcurso de las últimas décadas, parece ser que la contaminación es un subproducto ineludible del uso de combustibles fósiles en cualquier sector.

Las repercusiones ambientales de la quema de hidrocarburos en diferentes sistemas urbanos han determinado que se les encuentre como factor primordial en los esfuerzos por controlar la calidad del aire. A continuación se discute cuál es, a grandes rasgos, el papel de los combustibles del transporte vehicular en el contaminado aire urbano.

---

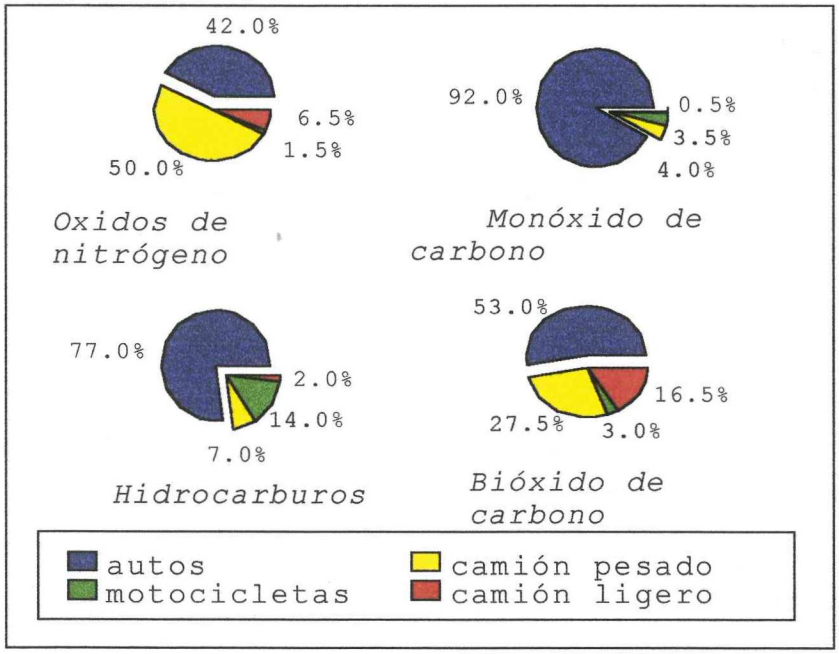
[15] En términos generales, los combustibles fósiles son "sustancias que pueden obtenerse excavando en la tierra, o que son los residuos de antiguos ecosistemas que fueron preservados de una oxidación completa" (Liu, 1993:15).

Efectos de la quema de combustibles fósiles en vehículos

En la atmósfera podemos encontrar cotidianamente concentraciones diversas de sustancias distintas, pero cuando alguna de ellas alcanza niveles dañinos estamos frente a un fenómeno de contaminación. Si bien la variedad de sustancias es sumamente amplia, de entre los contaminantes que se emiten sólo 5 de ellos aportan, según Caselli (1992:39), el 95% del volumen total. Estos son: el monóxido de carbono, el bióxido de azufre, los óxidos de nitrógeno, los hidrocarburos y el material particulado.

Algunos de los efectos de estos contaminantes ya han sido señalados con anterioridad, por lo que interesa subrayar ahora el hecho de que todos ellos, en mayor o menor medida, están relacionados con la quema de combustibles fósiles, y particularmente con los utilizados en el transporte como es el caso del monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno e hidrocarburos (Caselli, 1992:54; Barton, 1992:203).

Cuadro 1. **Contribución de los vehículos a la generación de los principales contaminantes.**



fuente: Schifter y López, (1998), Usos y abusos de las gasolinas.

De hecho, entre las 20 sustancias que la EPA (Agencia de Protección al Ambiente de Estados Unidos) enlista como más peligrosas y prioritarias en su abatimiento en orden decreciente de amenaza, dos de las cinco primeras se asocian a los carburantes: *plomo*, arsénico, mercurio, cloruro de vinilo y *benceno* (Schifter y López, 1998:145).

Los combustibles más comunes para el transporte son la gasolina y el diesel, los cuales se producen en refinerías por transformación del petróleo crudo[16]. Puesto que con seguridad una parte importante de ellos será consumido en las áreas urbanas, su desempeño ambiental como carburantes se manifestará allí con especial agudeza, de acuerdo a las especificaciones con que se diseñan según su naturaleza y destino.

Sin embargo, hasta hace algunos años el "comportamiento ambiental" de los combustibles no era factor de peso en la selección de carburantes. Objetivos como el abatimiento de costos de producción o el proporcionar un combustible adecuado a la tecnología automotriz vigente constituían sin duda las determinantes de mayor peso en el diseño de los carburantes. En el caso de la gasolina, por ejemplo, una vez que comenzó su utilización para impulsar vehículos automotores, se detectó la necesidad de añadirle otros componentes para evitar las detonaciones indeseables que la gasolina ligera (obtenida directamente de la destilación) ocasionaba. En los años veinte se descubre al TEP (tetraetilo de plomo) como compuesto óptimo para evitar el cascabeleo que deteriora los motores; es decir, se convirtió en el método más efectivo para elevar el octanaje de la gasolina (Schifter y López, 1998).

Las gasolinas, entonces, son utilizadas después de ser sometidas a un proceso de evaluación y diseño de su fórmula, en concordancia a los objetivos que se persigan. Entre las características que se le exigen a una gasolina se encuentran:

[16] Entre el 30% y el 70% del petróleo crudo es transformado en gasolina y diesel (Schifter y López, 1998:12).

índice de anticascabeleo[17], sensibilidad (ante los cambios en las condiciones de operación de la máquina), volatilidad, contenido máximo de plomo, contenido máximo de azufre, propiedades anticorrosivas, tolerancia al agua, estabilidad, y contenido de aditivos (antioxidantes, estabilizadores, colorantes, anticongelantes, detergentes dispersantes, etc.) (Schifter y López, 1998:70-92).

Además del tipo de carburante, por supuesto, las características del vehículo (y las condiciones de manejo) son también un elemento determinante de las emisiones contaminantes que éste arroje. Pese a que la tecnología automotriz ha sin duda evolucionado, particularmente en la búsqueda de un mejor desempeño ambiental, los autos contemporáneos no han logrado alcanzar una eficiencia mecánica[18] más allá de entre el 20% y el 40% (Schifter y López, 1998:69), ni suprimir del todo las emisiones que se producen por una combustión incompleta o por evaporación en distintos puntos del vehículo.

La composición de las gasolinas ha variado sensiblemente de acuerdo al avance en el conocimiento de la toxicidad de algunos de sus componentes y sin duda estas transformaciones se reflejan en la evolución que han tenido las sustancias encontradas en el aire urbano. Realizando, por ejemplo, un análisis superficial a la evolución de la contaminación atmosférica urbana, podemos apreciar que en décadas pasadas el plomo era el contaminante más preocupante, aunque ahora ha cedido su lugar en la lista de prioridades a otros compuestos como los COV y los NOx, importantes precursores de ozono.

Es comprensible, por tanto, que la tecnología automotriz, y en particular los combustibles destinados a vehículos automotores, se hayan convertido en piezas clave dentro de las

---

[17] Se relaciona al octanaje de la gasolina. La medida de habilidad de un combustible para resistir la autoignición bajo un incremento de presión es el octano.

[18] El poder calorífico es la máxima energía que puede obtenerse del combustible cuando se le quema, y la eficiencia mecánica sería la capacidad de transformar en energía mecánica el poder calorífico que éste posee.

estrategias de combate a la contaminación atmosférica. Pero como se ha señalado reiteradamente, la responsabilidad que se puede asignar a los carburantes (o a los combustibles fósiles en general) como generadores mayores de los problemas de contaminación atmosférica es variable en cada ciudad. Por ello se expone a continuación la situación prevaleciente en el Valle de México como caso particular, así como la relación que se ha establecido entre la calidad de su aire y los combustibles del transporte vehicular.

CARACTERÍSTICAS DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA EN LA ZONA METROPOLITANA DEL VALLE DE MÉXICO

La calidad del aire en la Zona Metropolitana del Valle de México comenzó a deteriorarse a finales de los años cuarenta, durante un periodo de industrialización y de rápida expansión de la mancha urbana (Restrepo, 1992:11). Si bien en esta época no se había caracterizado aún a las sustancias contaminantes presentes en el aire de la ciudad, el conocimiento de éstas ha avanzado constantemente, por lo que actualmente se tiene un mayor conocimiento sobre los contaminantes específicos de la cuenca atmosférica del Valle de México, así como muchos de los efectos que ocasionan en la salud de sus habitantes.

El aire de la ZMVM, como el de muchas otras ciudades, contiene una serie de contaminantes característicos del aire urbano, pues suelen originarse en el desarrollo cotidiano de las actividades urbanas contemporáneas. Así, en la atmósfera de la ZMVM se encuentran contaminantes primarios como el plomo, el monóxido de carbono, los óxidos de azufre, los óxidos de nitrógeno, diversas partículas suspendidas y algunos hidrocarburos. El principal contaminante secundario lo constituye, por otra parte, el ozono (Quadri y Sánchez, 1994:28).

El que sean estos y no otros los contaminantes que mayor presencia tienen en la zona obedece tanto a las condiciones geográficas y climáticas del Valle de México, como a las características particulares que diferentes condicionantes sociales, políticas y económicas otorgan a las actividades desarrolladas en el área.

Respecto al primer punto, suele remarcarse el que la ciudad se encuentra situada en un valle rodeado por montañas superiores a los 3000 m., excepto en el lado norte, que es la

dirección de donde predominantemente soplan vientos moderados (Bauer y Quintanilla, 1995:192). Esta condición es una de las causales de la estabilidad de la atmósfera en la zona que dificulta la dispersión de contaminantes, de modo que estos suelen quedar "atrapados" en el valle (Quadri y Sánchez, 1994). La altitud de la ZMVM, que alcanza 2,240 m., incide también en el fenómeno de la contaminación pues el contenido de oxígeno en el aire es 23% menor que al nivel del mar (DDF et al, 1996:46), por lo que los procesos de combustión interna son menos eficientes y emiten más contaminantes. La radiación solar en el valle es también abundante, por lo que su atmósfera es altamente fotorreactiva.

Estas y otras condicionantes geográficas de la ZMVM que influyen en la distribución de los contaminantes en la cuenca atmosférica, interactúan con las emisiones que en el área urbana se generan a raíz del desarrollo de actividades industriales, comerciales y de transporte, que son las que han demostrado ser las más nocivas para la calidad del aire.

Resulta importante el que en la última década se haya avanzado en el conocimiento de las fuentes emisoras de contaminantes, puesto que para cada una de ellas deben adoptarse acciones diferentes, en correspondencia al origen y particularidades de sus emisiones a la atmósfera. Los programas de combate a la contaminación atmosférica incluyen, desde 1990, un inventario de emisiones que permite, en cierta medida, distinguir las fuentes productoras de cada uno de los contaminantes y así, orientar las líneas de acción que se encaminan hacia la reducción de emisiones directamente en la fuente.

En la actualidad se cuenta también con un sistema de monitoreo atmosférico permanente que permite conocer la concentración de contaminantes presente en diferentes zonas de la mancha urbana, alrededor del cual se ha construido un sistema de información que permite conocer el estado actual de la calidad del aire, así como el estudio retrospectivo de la

situación histórica de la contaminación. La existencia de esta información constituye una notoria mejoría respecto al estado del conocimiento en la década de los sesenta y setenta, cuando sólo se contaba con algunos estudios aislados sobre algunos de los contaminantes que se habían ya detectado en el aire y sus posibles repercusiones en la salud.

En la primera etapa de indagación sobre el fenómeno solía hablarse sobre los estragos que el plomo en el aire causaban en la salud de la población. De manera similar a lo ocurrido en otros países, este contaminante se convirtió en el primer foco de atención respecto a los problemas de contaminación en la ZMVM. Las oficinas del sector salud fueron las primeras en abordar el tema en México, pues diversos estudios intentaron establecer la relación entre la calidad del aire y la salud pública (Quadri y Sánchez, 1994; Santos Burgoa, 1996).

Con base en estos estudios y en los estándares que internacionalmente se manejaban para evaluar la calidad del aire, en México se fijaron en noviembre de 1982 los "criterios de evaluación del aire" que permiten determinar si su calidad es satisfactoria (Quadri y Sánchez, 1994). A partir de estos criterios, se construyó el Indice Metropolitano de la Calidad del Aire (IMECA), basado en una metodología de puntos de quiebre, esto es, de "valores estadísticamente conocidos, por encima de los cuales ocurren alteraciones significativas en la fisiología de las poblaciones humanas" (Ezcurra, 1991:41).

Cuadro 2. **Concentraciones límite de la escala IMECA y criterios de calificación.**

		Contaminante y tiempo de promedio					
IMECA	**Calidad del aire**	**PST (24h) µg/m³**	**PM10 (24h) µg/m³**	**SO2 (24h) ppm**	**NO2 (1h) ppm**	**CO (8h) ppm**	**O3 (1h) ppm**
0 - 100	satisfactoria	275	150	0.13	0.21	13	0.11
101 - 200	no satisfactoria	546	350	0.35	0.66	22	0.23
201 - 300	mala	637	420	0.56	1.10	31	0.35
301 - 500	muy mala	1000	600	1.00	2.00	50	0.60

fuente: Quadri y Sánchez, (1994), La Ciudad de México y la Contaminación Atmosférica.

Cuadro 3. **Criterios de evaluación de la calidad del aire**

Contaminante	**Tiempo de promedio** [1]	**Concentración límite**
Bióxido de azufre (SO_2)	24 horas	0.13 ppm
Monóxido de carbono (CO)	8 horas	13.0 ppm
Ozono (O_3)	1 hora	0.11 ppm
Bióxido de nitrógeno (NO_2)	1 hora	0.21 ppm
Plomo (Pb) [2]	3 meses	1.5 $\mu g/m^3$
Partículas Suspendidas Totales (PST)	24 horas	275 $\mu g/m^3$
Partículas suspendidas menores a 10µ (PM10)	24 horas	150 $\mu g/m^3$

1 Los criterios de evaluación de México no especifican la frecuencia anual con que puede aceptarse que se exceda el límite.

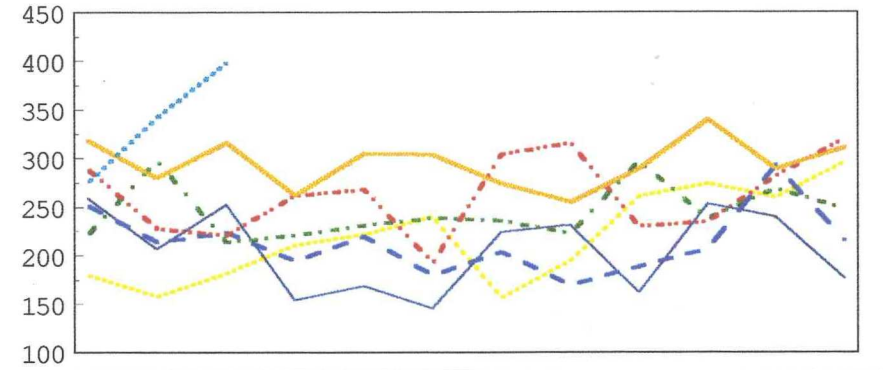
2 Los criterios de evaluación de plomo y de partículas menores a 10 micrómetros no son oficiales.

fuente: Quadri y Sánchez, (1994), La Ciudad de México y la Contaminación Atmosférica.

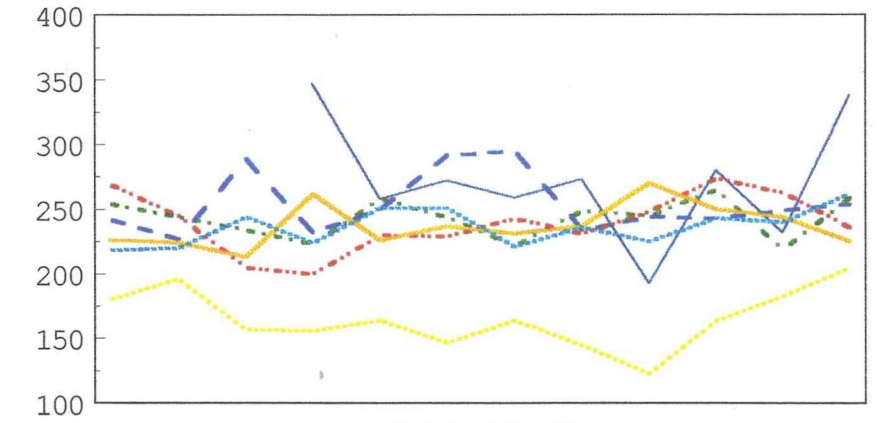
La escala del IMECA se basa fundamentalmente en dos puntos de quiebre: el umbral crítico que define el valor IMECA 100 y el que define el valor IMECA 500 (Ezcurra, 1991:41). Se califica así la calidad del aire desde "satisfactoria" hasta "muy mala", y se determina el número de ocasiones en que un contaminante rebasa la concentración máxima admisible en la que se considera que no hay daños a la población. Lamentablemente, este nivel (marcado a los 100 puntos IMECA para todos los contaminantes) es rebasado con frecuencia por casi todos los contaminantes criterio: a partir de mediados de los ochenta se cuenta ya con mediciones sistematizadas que permiten reconstruir la situación dominante, y en los registros se observa que las normas de calidad del aire establecidas son infringidas con frecuencia, particularmente

en el caso del ozono, el monóxido de azufre y el bióxido de nitrógeno.

Cuadro 4. **Niveles máximos mensuales de ozono*** (en la escala del índice IMECA).



	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
1986	259	207	252	154	169	146	224	231	162	253	240	177
1987	180	158	182	211	222	240	157	195	261	274	260	296
1988	222	298	214	221	231	239	236	223	297	238	269	248
1989	252	214	224	195	220	180	204	170	189	207	293	216
1990	289	228	221	262	268	193	304	316	230	235	282	320
1991	318	280	316	262	305	304	274	255	289	340	289	311
1992	275	342	398									

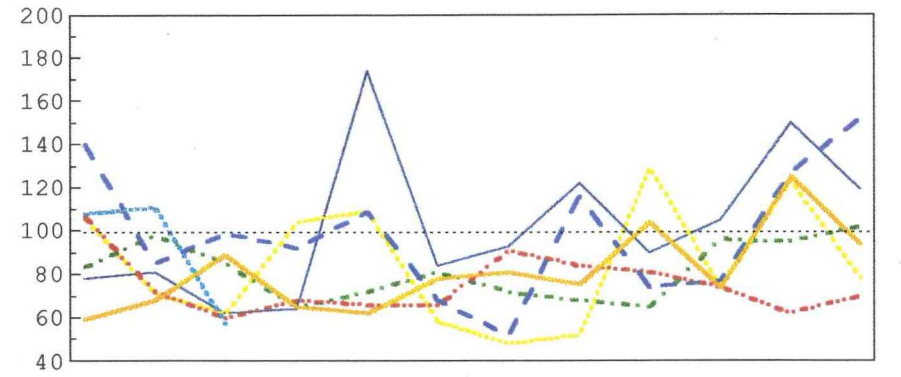


	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
1992				347	258	272	259	273	193	280	232	338
1993	180	196	157	156	164	147	164	145	123	164	183	205
1994	254	244	234	223	258	244	222	249	245	265	219	259
1995	242	227	289	232	250	292	295	234	244	243	249	254
1996	269	245	205	200	230	229	243	231	248	274	263	236
1997	226	224	213	262	226	237	231	237	270	250	244	225
1998	218	220	244	224	251	251	221	236	225	243	240	262

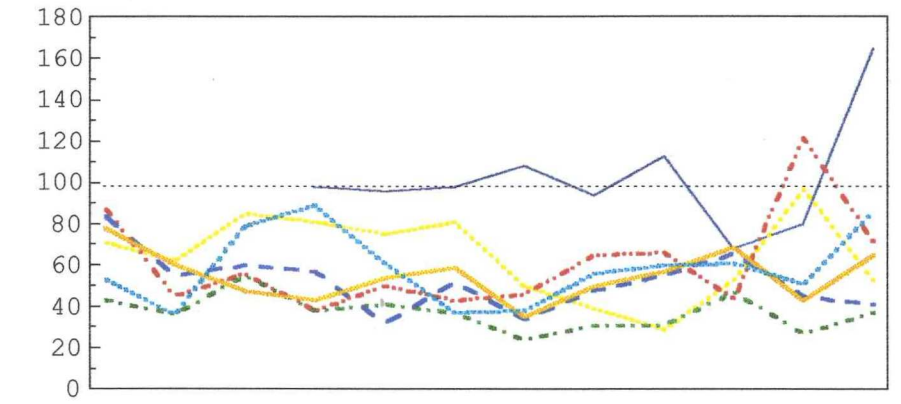
fuente: Red Automática de Monitoreo Atmosférico.

* Entre 1986 y marzo de 1992 se reportó el promedio de las lecturas diarias en cada estación. A partir de abril de 1992 se reporta el nivel máximo diario.

Cuadro 5. **Niveles máximos mensuales de bióxido de azufre.**



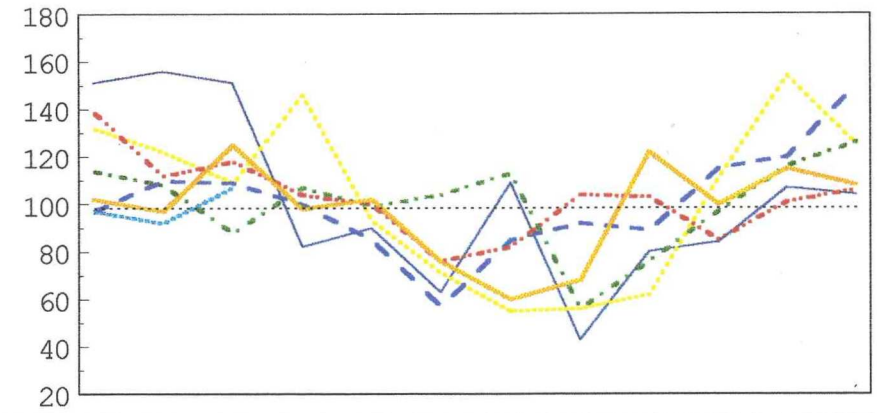
	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
1986	78	81	62	64	174	84	93	122	90	105	150	119
1987	106	71	62	104	109	58	48	52	129	74	123	78
1988	83	98	85	65	72	81	72	68	65	96	95	102
1989	141	85	99	92	109	68	52	116	74	77	127	152
1990	107	72	60	68	66	66	91	84	81	74	62	70
1991	59	68	89	65	62	78	81	75	104	74	125	94
1992	108	111	57									



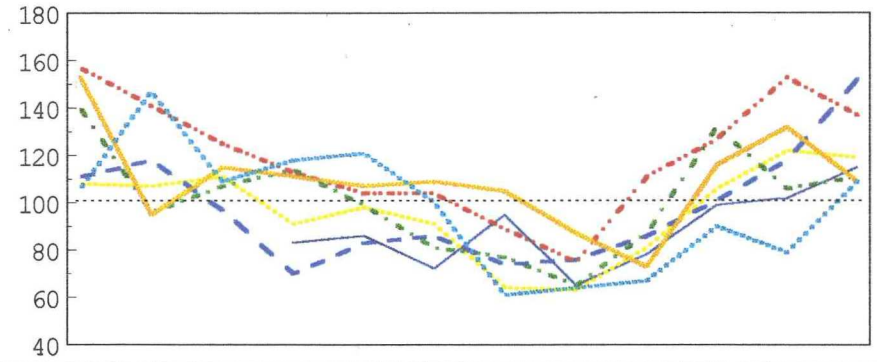
	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
1992				98	96	98	108	94	113	68	80	165
1993	71	62	85	81	75	81	50	39	29	53	97	53
1994	43	36	55	38	41	37	24	31	31	47	27	37
1995	84	55	60	57	32	52	34	48	55	66	45	41
1996	88	45	56	38	50	43	46	65	66	44	122	72
1997	78	60	47	43	54	59	35	50	57	69	43	65
1998	53	36	79	89	61	37	38	56	60	61	51	86

fuente: Red Automática de Monitoreo Atmosférico.

Cuadro 6. **Niveles máximos mensuales de bióxido de nitrógeno.**



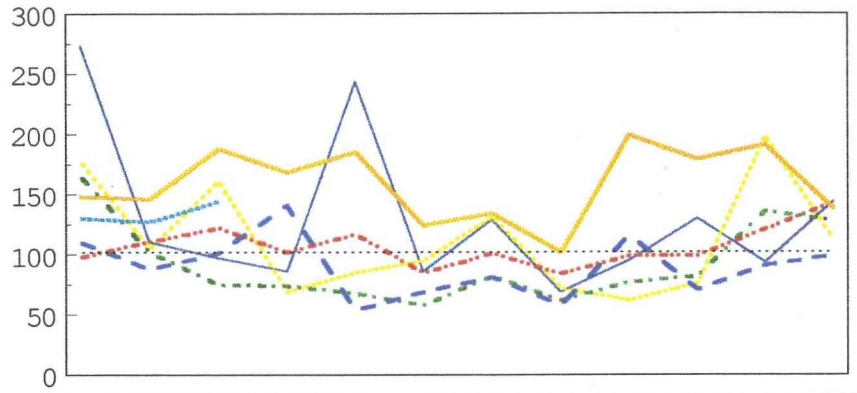
	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
1986	151	156	151	82	90	63	109	43	80	84	107	104
1987	132	122	109	146	93	71	55	56	62	111	154	125
1988	114	108	88	107	99	104	113	56	76	97	116	126
1989	97	110	109	100	85	57	85	92	89	115	120	150
1990	139	112	118	104	100	76	82	104	103	85	101	106
1991	102	97	125	98	102	76	60	68	122	100	115	108
1992	97	92	107									



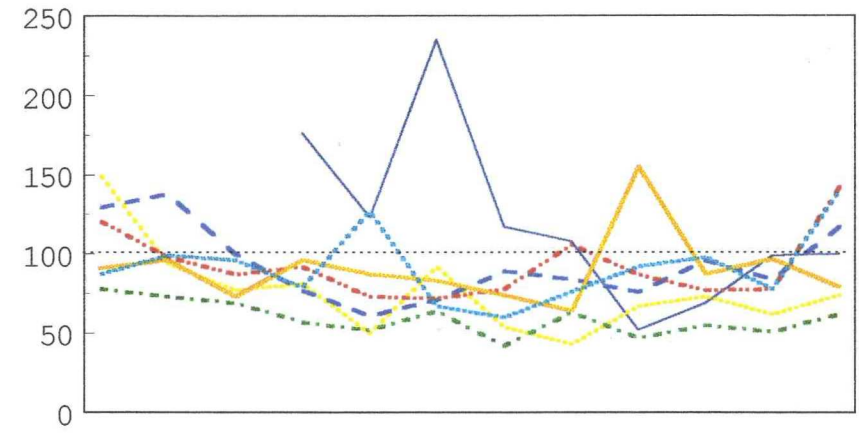
	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
1992				83	86	72	95	65	78	99	102	115
1993	108	107	111	91	98	91	64	63	81	106	122	119
1994	140	96	107	114	99	81	77	65	87	132	106	111
1995	111	118	97	70	83	86	74	76	86	101	118	152
1996	157	141	125	113	104	104	89	75	111	127	153	137
1997	153	95	115	111	107	109	105	87	73	116	132	109
1998	106	147	109	118	121	100	61	64	67	90	79	109

fuente: Red Automática de Monitoreo Atmosférico.

Cuadro 7. **Niveles máximos mensuales de monóxido de carbono.**



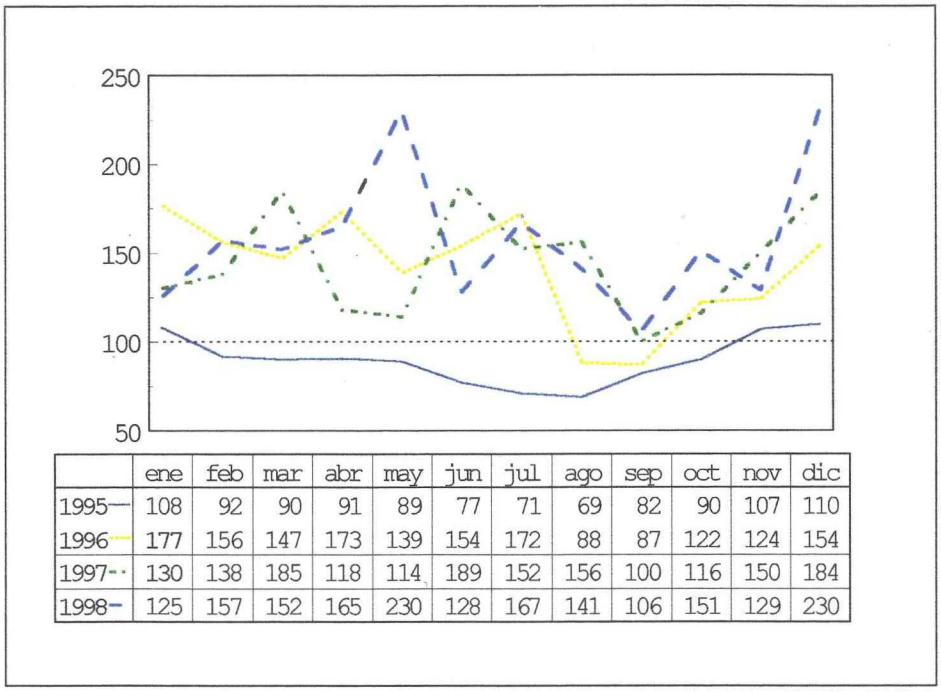
	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
1986	273	110	97	86	243	86	129	69	95	130	93	144
1987	177	105	161	69	85	95	131	72	62	76	198	112
1988	165	102	75	74	68	58	82	62	77	82	136	128
1989	110	88	101	141	54	69	81	58	116	71	91	99
1990	98	111	122	102	117	85	101	84	99	99	121	143
1991	148	146	188	168	185	124	134	102	199	179	191	138
1992	130	127	144									



	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
1992				176	123	235	117	108	52	69	99	100
1993	150	94	77	81	50	92	54	43	67	73	62	74
1994	78	73	69	57	52	64	42	63	47	55	51	62
1995	129	138	100	77	61	71	89	84	76	96	84	117
1996	121	98	87	92	73	72	78	106	87	77	78	142
1997	91	96	73	96	87	83	74	64	155	87	97	79
1998	87	99	96	79	127	67	60	76	92	98	78	140

fuente: Red Automática de Monitoreo Atmosférico.

Cuadro 8. **Niveles máximos mensuales de PM10.**



	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
1995	108	92	90	91	89	77	71	69	82	90	107	110
1996	177	156	147	173	139	154	172	88	87	122	124	154
1997	130	138	185	118	114	189	152	156	100	116	150	184
1998	125	157	152	165	230	128	167	141	106	151	129	230

fuente: Red Automática de Monitoreo Atmosférico.

La distribución de contaminantes, no obstante, es diferenciada al interior de la cuenca atmosférica, debido tanto a las condiciones geográficas como a la concentración de fuentes de emisión en ciertos puntos de la mancha urbana. Así, mientras que en la zona norte y noreste de la ciudad suelen registrarse altos niveles de partículas suspendidas y bióxido de sulfuro debido a la concentración de industrias en la zona, el monóxido de carbono muestra mayores concentraciones cerca de la zona central, donde el número de automóviles presentes es mayor. El ozono, resultante de reacciones fotoquímicas entre varios contaminantes, tiende a concentrarse en el suroeste del valle, debido a que los vientos dominantes provienen generalmente del noreste (Aguilar et al, 1995:336).

Además de esta distribución espacial diferenciada, los contaminantes presentan también variaciones horarias y estacionales, pues las actividades cotidianas y las

condiciones climatológicas dominantes influyen en la situación del aire en cada momento. Se ha detectado que las concentraciones de CO más altas coinciden con las horas de mayor tráfico vehicular, mientras que las de SO_2 alcanzan un máximo por las mañanas, antes de que se rompa la inversión térmica. La concentración máxima de ozono, en cambio, se da entre las 12 y las 14 horas, cuando la radiación solar y la temperatura influyen para hacer reaccionar a los precursores (Quadri y Sánchez, 1994). En lo que respectá a las variaciones estacionales, se ha detectado que la época más crítica es el invierno, pues la mayoría de los contaminantes rebasan la norma en esta temporada. Los meses de lluvia suelen ser los más benignos en casi todos los casos, a excepción del ozono, que viola la norma de concentración máxima casi todo el año (Quadri y Sánchez, 1994).

La medición de contaminantes y el Programa de Contingencias Ambientales

Dice Riveros (1996:287) que "un primer paso para prevenir la contaminación es medir las concentraciones de los contaminantes en la atmósfera de la ciudad". Con este afán de conocer y medir los contaminantes que se pretenden controlar, surgen desde los años sesenta los primeros intentos por medir en forma sistemática la concentración de los principales contaminantes en la ZMVM. Desde 1966 la red de monitoreo atmosférico (a cargo entonces de la Secretaría de Salubridad y Asistencia) contaba con 4 estaciones y para 1974 se integró la primera red automática (DDF, 1996:3).

La consolidación del sistema se da en la década de los ochenta, tras la adquisición de equipo nuevo y el inicio formal de operaciones de la Red Automática de Monitoreo Atmosférico en 1984, con 25 estaciones interconectadas a un

centro de operaciones (DDF, 1996:3). Hoy en día, la operación de la RAMA está a cargo de la Dirección General de Prevención y Control de la Contaminación de la Secretaría de Medio Ambiente del Gobierno de la Ciudad de México, y se guarda registro de las lecturas diarias realizadas desde 1986 a la fecha.

La red automática está integrada por 37 estaciones de monitoreo en las que se miden las concentraciones de ozono, óxidos de nitrógeno (NOx, NO y NO_2), bióxido de azufre, monóxido de carbono y partículas suspendidas totales fracción respirable (PM10). También existen 19 estaciones manuales de monitoreo que contienen analizadores de partículas suspendidas totales (PST), partículas fracción respirable (PM10), plomo, metales pesados (cobre, hierro, cadmio, níquel), nitratos y sulfatos. Dos estaciones móviles para realizar muestreos puntuales de contaminación completan la red de monitoreo (DDF:1996).

La RAMA reporta cada hora la lectura máxima de concentración de contaminantes (O_3, NO_2, SO_2, CO y PM10) para cada una de las cinco zonas en que agrupa las 37 estaciones de monitoreo, según la escala de evaluación IMECA. Este sistema de reporte facilita el manejo de información, pero tal vez distorsiona un poco los datos pues se pierde el carácter puntual de la medición (Riveros, 1996:295). De cualquier modo, si en la RAMA se reporta que algún contaminante rebasa la norma indicada, la Secretaría del Medio Ambiente del DF, a través del secretariado técnico de la Comisión Ambiental Metropolitana, declara la contingencia ambiental en la fase correspondiente del Programa de Contingencias Ambientales.

De acuerdo a este programa, existe una fase de precontingencia (al alcanzar entre 200 y 239 IMECA de ozono, o entre 160 y 174 IMECA de PM10) en la que se recomienda limitar las actividades al aire libre, aunque las acciones concretas se toman al aplicarse la fase I de contingencia ambiental, determinada de acuerdo al siguiente cuadro:

Cuadro 9. **Determinación de la fase I de contingencia ambiental.**

CONTINGENCIA POR:	INICIO (IMECA)	SUSPENSIÓN (IMECA)
Ozono	Niveles mayores a 240	Niveles menores a 180
PM10	Niveles mayores a 175	Niveles menores a 150
Ozono y PM10	Que se alcancen de manera simultánea, niveles mayores a 225 de ozono y 125 de PM10	Niveles de ozono menores a 180

fuente: Programa de Contingencias Ambientales (consultado en la página electrónica de la Secretaría del Medio Ambiente del DF, http://www.df.gob.mx).

En esta fase se suspenden las actividades al aire libre en todos los centros escolares y guarderías, los vehículos con holograma de verificación "2" dejan de circular según el día calendario de su placa[19], el 50% de los vehículos oficiales dejan de circular, las gasolineras que no tienen sistema de recuperación de vapores suspenden sus actividades, las termoeléctricas reducen sus operaciones, las actividades de las industrias se reducen del 30 al 40%, a la vez que se realizan algunas acciones de inspección y vigilancia[20].

Si llega a aplicarse la fase II del programa (declarada al llegar los niveles de ozono o de PM10 a 300 puntos del IMECA), además de lo señalado para la fase I, se restringe la circulación de todos los vehículos con holograma de verificación "2", se suspende la circulación del 80% de los vehículos oficiales, se reduce el 50% de las actividades de las fuentes fijas de jurisdicción local y federal y se suspende la actividad para algunas oficinas públicas y para escuelas, instalaciones culturales y recreativas gubernamentales.

[19] Excepto los destinados a servicios médicos, seguridad pública, bomberos y rescate, transporte escolar, servicio público o mercantil, y los de carga que utilizan combustibles alternos.

[20] Tomado de http://www.df.gob.mx .

El plan de contingencias ambientales (fase I) se aplicó 29 veces entre 1993 y 1998[21], y en diversas ocasiones se mantuvo por varios días. Pese al descontento y la preocupación que la aplicación de las contingencias despiertan en la población, las críticas que se expresan no suelen dirigirse hacia la RAMA como herramienta de monitoreo, pues aparentemente el sistema cuenta con una cierta legitimidad.

Esto se debe tal vez, a que por una parte, la RAMA es auditada semestralmente por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos, con el fin de mantener la confiabilidad de los datos obtenidos por el sistema (DDF, 1996). Por otra parte, el Centro de Información del Medio Ambiente (CIMA) que complementa la RAMA permite fluir constantemente la información respecto a la calidad del aire, con lo que los medios de comunicación, dependencias oficiales y universidades que reciben el reporte de la RAMA no se sienten excluidos en la contingencia. Ambos hechos han influido para consolidar al menos un punto de confianza en el manejo gubernamental del problema del aire, pues si bien los estudiosos de la ZMVM suelen cuestionar varios aspectos de la acción gubernamental en torno a la contaminación del aire, es raro encontrar críticas consistentes a la RAMA como sistema de medición y monitoreo de contaminantes.

El papel del automóvil

En la atribución de causalidades, los vehículos de combustión interna han sido señalados como la principal fuente contaminante en el área, sobre todo en los últimos años, cuando las grandes industrias parecen haber mejorado su desempeño ambiental. Si bien es cierto que el porcentaje del

[21] Anteriormente, el plan se aplicaba al alcanzar 250 puntos de ozono, y a partir del 29 de mayo de 1998 se aplica el criterio de 240 puntos para ozono y de 175 puntos para PM10.

volumen total de contaminantes que se atribuyen a los autos varía entre el 65% (González, 1996) y el 85% (Bauer y Quintanilla, 1995:196), convendría también manejar estas cifras con precaución, pues dan pie a pensar que la masa total de contaminantes es indiferenciada, cuando la realidad es que "cada contaminante tiene una carga tóxica y/o un potencial reactivo distinto. De este modo es incorrecto establecer la importancia relativa de sustancias con propiedades tóxicas y de reactividad fotoquímica esencialmente diferentes mediante la comparación de las masas emitidas respectivas" (Quadri y Sánchez, 1994:118).

De cualquier modo, tanto en los programas oficiales de combate a la contaminación atmosférica como en otras fuentes, se atribuye al transporte a gasolina (público y privado) la mayor parte de las emisiones de óxidos de nitrógeno, hidrocarburos, monóxido de carbono y, antiguamente, plomo[22] (véanse por ejemplo, DDF, 1990; Quadri y Sánchez, 1994; Bauer y Quintanilla, 1995). Para varios investigadores, la relación directamente proporcional entre el crecimiento del consumo de gasolinas en el Valle de México y el aumento de la contaminación, es signo indudable de que el sector transporte constituye en esta ciudad, como en muchas otras, el principal contaminante del aire urbano (Bauer y Quintanilla, 1995; Legorreta, 1991; Quadri y Sánchez, 1994; entre otros).

Sin embargo, conviene señalar que las características del parque vehicular predominante en la ZMVM le confieren rasgos particulares a los problemas de contaminación. No se trata únicamente de que el automóvil particular ocupe el 70% de la vialidad a pesar de transportar tan solo el 19% de los viajes-persona-día (Legorreta, 1991:55), sino que además se trata de vehículos antiguos y generalmente en malas condiciones mecánicas, lo que ocasiona que sus emisiones sean mucho

[22] Hoy ha cobrado mayor relevancia la exposición de la población al plomo proveniente de pinturas y pigmentos, de tuberías de agua potable, de latas y recipientes de barro vidriado e incluso de algunos cosméticos y del cigarro (Palazuelos et al, 1992).

mayores que si se tratara del mismo número de vehículos pero con tecnología reciente y en buen estado (Legorreta y Flores, 1992).

Así, con medidas en unas ocasiones acertadas y en otras bastante contraproducentes, los vehículos automotores se han convertido en el principal foco de atención cuando se habla de la contaminación en el Valle de México. En los capítulos siguientes se tratarán con mayor profundidad las estrategias que se han seguido para controlar la calidad del aire en la ZMVM, y particularmente, los intentos realizados por mitigar los efectos nocivos del uso de combustibles fósiles para el transporte.

LA POLÍTICA DEL AIRE EN EL VALLE DE MÉXICO

ANTECEDENTES: LA POLÍTICA AMBIENTAL EN MÉXICO Y EL SURGIMIENTO DE LA POLÍTICA DEL AIRE.

La atención de las cuestiones ambientales desde el ámbito de las políticas públicas en México es en realidad un fenómeno reciente. Al igual que en muchos otros países, los problemas del medio natural no fueron considerados como importantes hasta las últimas décadas, por lo que la intervención estatal en estos asuntos data de los últimos treinta años aproximadamente, y continúa sin duda en un proceso de aprendizaje y búsqueda sobre la mejor manera de incidir en la relación sociedad-medio ambiente.

Hasta la década de los setenta, lo ambiental no constituía en nuestro país un asunto de relevancia política (Godau, 1985), y fuera de algunas preocupaciones externadas por académicos e instituciones de investigación, las demandas populares no incluían cuestiones ambientales (Mumme et al, 1988), de modo que no existía la suficiente presión interna como para elevar estas cuestiones a la agenda política del país. Sin embargo, en el ámbito internacional se generaba, ya desde los años sesenta, una preocupación creciente en torno a los estragos causados por la actividad humana sobre el entorno natural. La adopción en Estados Unidos de la Ley Nacional de Política Ambiental (*National Environmental Policy Act, NEPA*) en 1969 y la Conferencia de Estocolmo sobre Medio Ambiente en 1972, se convirtieron en presiones externas que orillaron al gobierno mexicano a prestar atención a los problemas de contaminación en el país. Aparentemente, la política ambiental en México se ha desarrollado en buena medida como una respuesta a las presiones internacionales (Mumme et al, 1988;

Husted y Logsdon, 1997), tal vez respondiendo a lo que algunas interpretaciones llaman "efecto demostración"[23].

En México, no obstante, hubo inicialmente cierta resistencia a implementar acciones importantes en pro del ambiente. La preocupación primordial de los proyectos de gobierno la constituía el crecimiento económico del país, y difícilmente se deseaba obstaculizar el proyecto industrializador con la imposición al sector privado de medidas que buscaran minimizar el impacto de las actividades económicas sobre el entorno (Mumme, 1992). Sin embargo, el visible nivel de deterioro ambiental, principalmente en la Ciudad de México, ocasionó que la población se preocupara más por la contaminación y que, en una coyuntura política propicia, el gobierno evaluara como conveniente ejercer alguna acción en materia ambiental.

La primera postura que se adoptó respecto a los problemas ambientales consistió en definirlos como problemas de contaminación. Así, surge en marzo de 1971 la Ley Federal para Prevenir y Controlar la Contaminación Ambiental, de la cual se desprenden el Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica Originada por Humos y Polvos (septiembre de 1971) y el Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación de Aguas (marzo de 1973). Se crea también la Subsecretaría de Medio Ambiente en 1972, dependiente de la Secretaría de Salubridad y Asistencia, aunque sin una definición bien clara sobre sus atribuciones en materia de aplicación de los reglamentos expedidos.

Para Godau (1985), la definición de la política en estos términos no es en modo alguno casual. Dice este autor que

> "Era obvio, desde el inicio, que el simple hecho de legislar sobre el medio ambiente tendría un enorme potencial de conflicto cuyas consecuencias eran difíciles de prever en toda su magnitud. ...,tal legislación generaría suficiente impulso para modificar los cánones del desarrollo nacional vigentes hasta ese momento. Lo anterior causaría malestar y resistencia entre todos

[23] Este concepto hace referencia a la adopción de políticas en países del tercer mundo por imitación de lo realizado en las naciones industrializadas.

aquellos intereses privados y públicos que acordes con el sistema tradicional habían encontrado su acomodo." (p. 57).

Reducir el problema ambiental a una cuestión de salud, continúa Godau, permitió al gobierno obtener por lo menos dos ventajas:

"Primero, nadie podía oponerse al propósito de mejorar la salud de los mexicanos. Este giro definitorio facilitó la adopción de una política novedosa y compleja, aunque potencialmente conflictiva, porque la asentaba sobre una base legítima. En segundo lugar, la perspectiva limitada a la salud posibilitaba dar un contenido sumamente restrictivo al propósito de "sanear" dicho ambiente, lo cual permitía pactar con los intereses establecidos, incluyendo los del aparato estatal. En cuanto a quién llevaría la batuta en esta política, sería uno de los organismos más débiles de la burocracia estatal, en recursos, prestigio e importancia: la Secretaría de Salubridad y Asistencia " (p. 58).

Aunque la Subsecretaría de Medio Ambiente (SMA) fungió durante varios años como la autoridad principal en problemas ambientales, en la práctica contaba con serias limitaciones puesto que no tenía injerencia en todas las áreas que tenían que ver con el medio ambiente y tampoco poseía ninguna autoridad real sobre otras dependencias que contravenían sus disposiciones. Así, la vaguedad de la legislación y la disgregación de la política crearon serias ambigüedades en jurisdicciones y funciones (Mumme et al, 1988), por lo que la política ambiental permanecía más como discurso simbólico que como verdadera intención de incidir en cuestiones ambientales.

Al inicio del sexenio 1976-1982 se reorganiza la SMA en tres subunidades para atender contaminación del aire, agua y suelo, a la vez que en 1978 se establece la Comisión Intersecretarial de Saneamiento Ambiental[24], la cual expide las primeras líneas de regulación para reducir la contaminación del aire en el Valle de México. Referencias ambientales empiezan a aparecer durante este periodo en distintos documentos oficiales, como el Plan Nacional de Desarrollo Urbano de 1978, el Plan

[24] Según Mumme et al (1988), el establecimiento de esta comisión por la administración de López Portillo se debió en parte a presiones de los Estados Unidos hacia el gobierno mexicano.

Nacional de Desarrollo Industrial de 1979 y el Plan Global de Desarrollo de 1980 (Mumme et al, 1988). Aunque aún no se adoptaban medidas contundentes, al menos el discurso oficial tomaba cada vez más en consideración los asuntos ambientales.

A principios de 1982 se expide la nueva versión de la Ley Federal Ambiental, que supuestamente sería ejecutada por la SMA, aunque con la anterior creación de la Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas (SAHOP) y de su Dirección General de Ecología Urbana, las atribuciones y responsabilidades para la observancia de la ley siguieron sin quedar claramente definidas.

Es hasta el sexenio 1982-1988 que desaparece la SMA y empiezan a tomarse con mayor seriedad las cuestiones ambientales (Mumme et al, 1988). La ecología se introduce en el gabinete con la creación en 1983 de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE). Adscrita a ésta se crea la Subsecretaría de Ecología, que se encarga de elaborar el Programa Nacional de Ecología 1983-1988 y "cuya labor más importante fue la de promover la inclusión de una variable ambiental en planes y programas de desarrollo" (Chávez, 1996).

Uno de los avances más importantes en la nueva revisión de la ley que entró en vigor en enero de 1984, fue el especificar que todas las dependencias de gobierno debían cooperar con la SEDUE para prevenir los problemas relacionados con la contaminación. Con ello se aclara la autoridad de la Secretaría, aún cuando la administración permaneció fragmentada, pues algunas funciones subsidiarias aún se designaron a las secretarías de Salubridad y Asistencia, de Comercio y Fomento Industrial, de Comunicaciones y Transportes, de Agricultura y Recursos Hidráulicos, de Energía, Minas e Industria Paraestatal, de Marina, de Pesca y de Gobernación (Mumme et al, 1988).

El bajo presupuesto asignado por SEDUE para la atención de la contaminación condicionó también la forma en que se atendió

este problema: en lugar de actuar mediante sanciones o costosos programas de abatimiento, el gobierno optó por la negociación, la planeación y la recolección de datos. La SEDUE pudo ciertamente lograr que algunas paraestatales como PEMEX y CFE firmaran acuerdos de colaboración, pero no estaba en disposición de penalizar seriamente a los particulares que infringieran la legislación ambiental (Mumme et al, 1988).

En 1988 se expide la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección Ambiental. En la campaña presidencial de ese mismo año, las preocupaciones ambientales se hallaban ya en el discurso de los candidatos y en el siguiente sexenio se atendieron las cuestiones ambientales en respuesta tanto a las crecientes presiones de la comunidad nacional como a las de organismos internacionales.

En este periodo, la Subsecretaría de Ecología se modifica para dar paso al Instituto Nacional de Ecología (INE) y la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), el primero encargado de la reglamentación en materia ambiental, y la segunda de vigilar la observación de ésta (Husted y Logsdon, 1997). Tras la creación de la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) en 1992, ambos organismos pasaron a formar parte de ella.

En el Distrito Federal se conforma una Coordinación General para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental (que se transformó en Secretaría del Medio Ambiente al cambiar el estatuto del DDF) y en el Estado de México se instaura la Secretaría de Ecología (Chávez, 1996). En 1990 se elabora el Programa Integral Contra la Contaminación Atmosférica de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (PICCA) y, continuando con la idea de atender los asuntos ambientales de la zona desde un enfoque metropolitano e intersectorial, se constituye en 1992 la Comisión Metropolitana para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental (Chávez, 1996) en la que participan representantes de varias

secretarías de estado, del gobierno de la Ciudad de México y del Estado de México.

Para el sexenio 1994-2000 se eleva la cuestión ambiental a nivel del gabinete con la creación de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP). A esta dependencia se le encarga coordinar la administración y aprovechamiento de los recursos naturales, y su proyecto se inscribe en el discurso del desarrollo sustentable. La SEMARNAP cuenta con tres subsecretarías, mientras que el INE y la PROFEPA son ahora órganos desconcentrados de la secretaría, al igual que la Comisión Nacional del Agua, el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua y el Instituto Nacional de la Pesca[25]. El INE queda como encargado del diseño de la política ecológica en general y la aplicación de sus diversos instrumentos de regulación y gestión ambiental[26]. Este instituto elabora programas para las diversas áreas que tienen que ver con la gestión ambiental, y se convierte en coordinador de las diferentes entidades que participan en cada caso.

Así, la política ambiental se construye cada vez más en un marco de especialización del conocimiento. Aunque la existencia de aparatos burocráticos profesionalizados no necesariamente implica una atención más real de los problemas ambientales, sí puede indicar una intención de generar las instancias necesarias para incidir en una buena parte de los factores que generan el deterioro ambiental.

En términos generales, puede pensarse que la política ambiental en México fue impulsada en un principio por presiones externas que obligaron al gobierno a adoptar una postura más participativa en la gestión ambiental. Una teoría comúnmente manejada afirma que "en los países menos desarrollados las cuestiones ecológicas y la protección ambiental surgieron 'desde fuera'. El engranaje del sistema

[25] tomado de: http://www.semarnap.gob.mx
[26] tomado de: http://www.ine.gob.mx

económico nacional con el global, así como su participación en los mismos organismos internacionales, obligaron a estos países a adoptar una política ambiental concebida y apoyada internacionalmente" (Godau, 1985:52). Los alcances de este "efecto demostración", no obstante, difícilmente logran que en estos países se desarrolle una política ambiental efectiva.

México, como otros países latinoamericanos, ha estado constreñido por las presiones que el subdesarrollo económico conlleva y por tanto, la cuestión ambiental ha quedado relegada a segundo término y, en último caso, condicionada a la recuperación económica del país (Mumme, 1992). Aunque las primeras legislaciones en materia ambiental datan de hace más de tres décadas, el apoyo real que han tenido para su aplicación tanto en términos de presupuesto como de definición de autoridades ha sido característicamente pobre (Godau, 1985).

Algunos analistas incluso afirman que la política ambiental mexicana raya más bien en lo simbólico, pues se define pensando en fortalecer una imagen conveniente al exterior, pero con una muy débil intención de intervenir significativamente en mejorar la situación de deterioro ambiental en el país (Mumme, 1992; Husted y Logsdon, 1997). El proceso de conformación de la política ambiental ha coincidido siempre con los proyectos presidenciales de industrialización del país y de apertura a la inversión extranjera, contexto en el cual difícilmente se pueden implementar acciones en pro del ambiente que necesariamente afectan los intereses del desarrollo económico.

No obstante, aún si la política ambiental mexicana se inicia por presiones exteriores, la conciencia ambiental de la comunidad nacional ha evolucionado también. Al captar las ideas que se han desarrollado en el ámbito internacional, y analizando a la vez la situación interna, diferentes sectores de la sociedad mexicana han logrado que las cuestiones ambientales se posicionen como prioridades en la agenda

política y social, de modo que cada vez resulta más difícil para el gobierno evitar la atención de los problemas ambientales.

Una vez posicionado como asunto político, la cuestión ambiental en México se atiende con una profesionalización cada vez mayor, desde estructuras burocráticas más adecuadas y con proyectos transexenales aparentemente más consolidados, aunque en muchos casos sin lograr aún trascender el ámbito de lo fenoménico para incidir sobre las estructuras sociales que originan el deterioro ambiental. Las características de esta evolución se reflejan también en los programas propuestos para atender problemas ambientales particulares, como se presenta a continuación en el caso de los programas del aire para el Valle de México.

LOS PROGRAMAS OFICIALES DE COMBATE A LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

Programa Coordinado para Mejorar la Calidad del Aire en el Valle de México (PCMCA) 1979-1982

Si el programa emitido en el año de 1979 ha de ser evaluado por su consistencia y eficacia como rector de las acciones conducentes a solventar los problemas de contaminación atmosférica, difícilmente podría considerársele como una herramienta clara y adecuada, puesto que la vaguedad de sus diagnósticos y propuestas imposibilita la instrumentación de acciones específicas para cualquiera de los supuestos responsables de hacerlo.

Este carácter difuso del programa puede observarse desde las primeras páginas del documento, cuando se afirma, como parte del diagnóstico, que "estas causas que determinan el problema son bien conocidas y no se ve la necesidad de detallar su descripción. Los efectos, en cambio, no siempre son comprendidos" (p. 13). Encontrarnos con una frase en este tenor seguramente no alienta muchas esperanzas sobre las virtudes del programa, al tiempo que revela la inexistencia de un diagnóstico completo del problema.

Para el PCMCA, el nivel de contaminantes todavía no alcanza un grado de peligrosidad, y "los efectos cotidianos o regulares de los contaminantes atmosféricos sobre la población, tienen carácter de molestia sanitaria con tendencia a acentuarse cada vez más e inciden negativamente en el bienestar de la población". Es de resaltar aquí el carácter vago del marco conceptual del diagnóstico, en tanto que no se define lo que "molestia sanitaria" significa, o en qué consiste la incidencia negativa en el bienestar de la

población. En este programa, a diferencia de los subsecuentes, es notable la pobreza del diagnóstico en que se sustentan las propuestas de acción, aunque sí se presentan algunas causalidades explicativas del problema.

En este rubro, resulta curioso el orden en que se presentan las causas originarias de los problemas de contaminación atmosférica en el Valle de México. El primer factor mencionado, por ejemplo, es la ubicación geográfica del valle y el segundo, sus condiciones climatológicas. Le siguen la tasa de crecimiento de la población, las actividades socio-económicas que se desarrollan en el valle, el aumento en el uso de vehículos de motor y la expansión industrial. Para Lezama (1997), la inclusión en el PCMCA de algunos factores sociales y económicos no es suficiente puesto que en el programa los "factores que bajo otro marco interpretativo pudieran aparecer como de naturaleza social y cualitativa, se reducen a un agregado más, con la lógica de añadir factores y no con la de explicar fenómenos" (p. 445). Se trata entonces, de un planteamiento que no permite establecer las interrelaciones entre los diferentes elementos involucrados y que por tanto dificulta otro tipo de intervención que no sea puntual y aislada para cada factor detectado como causal.

Para conseguir cumplir con su propósito, en el PCMCA se enlistan las líneas estratégicas de política que conducirán las metas y acciones específicas. Además de adscribirse a los dictados del Plan Global de Desarrollo, el programa pretende ser el eje rector de acciones simultáneas sobre todas las fuentes de contaminación, las cuales serán ejecutadas por la dependencia pertinente en cada caso según sus atribuciones y competencias. La Comisión Intersecretarial de Saneamiento Ambiental sería entonces responsable de establecer un sistema permanente de coordinación entre agentes involucrados, incluyendo la participación de los sectores privado y social. Sin embargo, al interior de la comisión se presentaron fricciones entre los funcionarios de las dependencias

representadas, pues nadie estaba en disposición de someter sus intereses a los dictados de entidades políticamente menos fuertes (como la SSA). De hecho, el programa del aire fue prácticamente el único producto de esta comisión, puesto que en el resto de los asuntos que se supone debía atender no hubo forma de lograr consenso entre los participantes (Godau, 1985).

El PCMCA se plantea metas a corto, mediano y largo plazo, aunque esto resulta más bien un eufemismo, puesto que la diferencia entre las metas a mediano y a largo plazo consiste únicamente en que primero se desea evitar que la calidad del aire sea "mala", y después tratar de mantenerla en "buena". Si bien se alude aquí a que estos calificativos de buena o mala, satisfactoria o no satisfactoria calidad del aire corresponden a la escala del IMEXCA[27], no se presentan cifras o datos que permitan al lector conocer cuáles son las magnitudes y escalas que observa dicho índice. Manteniendo su carácter abstracto, el programa se plantea como objetivo "evitar el deterioro de la calidad del aire y mejorar la limpieza de la atmósfera del Valle de México" (p. 18). En este caso tampoco se especifica con claridad qué es lo que puede considerarse una mejoría, o qué nivel de contaminación significaría un deterioro de la calidad del aire. Como se comentará más adelante, un objetivo tan vagamente definido da lugar a propuestas de acción igualmente imprecisas.

En realidad, la única meta a corto plazo que se define es la de aplicar el Plan de Atención a Emergencias, el cual existía previamente como proyecto de la Secretaría de Salubridad y Asistencia, y aunque se habla de que contiene medidas para abatir de forma eficaz e inmediata los niveles peligrosos de contaminación, no se aclara en qué consisten dichas medidas ni cuales serán los instrumentos de acción del plan o las responsabilidades de cada uno de los involucrados en su

[27] Índice Mexicano de la Calidad del Aire, formulado por la Secretaría de Salubridad y Asistencia, y establecido el 1° de diciembre de 1977. Después se transformó en el índice IMECA.

implementación. Lo que sí se menciona es la necesidad de optimizar y extender las redes de monitoreo para vigilar las condiciones atmosféricas y aplicar oportunamente acciones de emergencia.

Líneas de acción del PCMCA

En busca de obtener mejorías en la calidad del aire, las acciones propuestas por el programa consideran la prevención y control de la contaminación proveniente de vehículos, de la industria, de fuentes naturales y de la contaminación por ruido, además de algunas medidas de apoyo que se comentarán más adelante.

En lo concerniente al transporte, se habla de establecer un límite de emisiones permisibles para vehículos nuevos más estricto al existente, cuya observancia quedaría a cargo de la SSA, aunque no se mencionan cuáles serían estos límites permisibles tras la promulgación del programa. Se pretende igualmente implantar un sistema de inspección para exigir a los vehículos visiblemente contaminantes su reparación, antes de permitirles circular nuevamente. En una etapa más avanzada, la revisión del estado de los vehículos se realizará en centros de medición y diagnóstico especializados.

Para taxis y autobuses, la expedición de la licencia anual requeriría una revisión previa de emisiones de HC y CO. Nuevamente, no se especifican los límites permisibles, ni la dependencia particular que deberá realizar las inspecciones o los procedimientos que ésta seguirá.

A los combustibles utilizados en el Valle de México se les asigna importancia especial como precursores de la contaminación atmosférica, y por tanto se estipula que Petróleos Mexicanos añadirá paulatinamente metanol a la gasolina, con objeto de mejorar la mezcla gasolina-aire en los

vehículos de combustión interna. Igualmente, la paraestatal garantizará la disponibilidad de gas LP para ser utilizado como carburante en vehículos de propiedad pública, los cuales se pretendía fueran modificados para cambiar de combustible. Aunado a ello, a PEMEX le correspondería poner a disposición de los transportistas diesel con bajo contenido de azufre, y aunque existen razones justificadas para adoptar esta medida, lo relevante es que en el PCMCA no se establece el porqué de reducir el contenido de azufre, ni cuál es el porcentaje deseable del elemento en el diesel. El carácter del programa es en realidad tan superficial que no permite esclarecer cuáles son las metas específicas que corresponderían a cada uno de los involucrados, de modo que éstos podrían actuar según su criterio para considerar que cumplieron con lo establecido en el programa.

Con un carácter voluntarista se menciona también la importancia de hacer eficientes los diferentes sistemas de transporte, para lo cual se deberían sincronizar semáforos en vías importantes, aumentar el número y capacidad de trolebuses y metro, así como construir paraderos en las terminales del metro para evitar la entrada de corridas al centro de la ciudad.

La industria, por su parte, y en vista de lo antieconómico que resultaría adoptar otras medidas, sería estimulada a utilizar gas natural como combustible. Se dice que en un plazo de entre 3 y 7 años se realizarían los cambios pertinentes en el equipo de combustión, aunque no se menciona cómo ha de lograrse esta medida. A este sector no se le pretende aún regular con fuerza, sino que más bien se le conmina a actuar voluntariamente en pro del ambiente.

Mientras tanto, se vigilaría el funcionamiento y mantenimiento de los equipos de combustión, aparentemente por parte de la SSA, quien revisaría la reglamentación existente y observaría su aplicación. Además, de acuerdo al programa se pretende reorientar la ubicación de la industria hacia polos

de desarrollo fuera del valle y exigir, para la apertura de nuevas industrias, la presentación ante SSA de una manifestación de impacto ambiental.

En lo que respecta a las fuentes "naturales" de contaminación, se considera como tales a los polvos presentes en la atmósfera por causa de la erosión de los suelos, de los tiraderos de basura a cielo abierto, de la explotación de minas y del transporte y manejo inadecuado de materiales pétreos. Aunque cabría cuestionarse sobre la pertinencia de denominar "naturales" a fuentes de contaminación emergidas de la actividad humana, en el programa se consideran como tales y las acciones que propone consisten en la promoción por parte de las autoridades locales de la expansión de zonas boscosas y parques, así como del barrido de calles y su pavimentación. Además, se pretende emitir alguna regulación para la explotación de minas de arena y de materiales pétreos a la vez que se implantan sistemas de reconversión de desechos sólidos en los tiraderos existentes en el Estado de México. Sin embargo, en este rubro el programa se lamenta de que el control de estas fuentes es tarea a muy largo plazo.

Por lo que refiere a la contaminación por ruido, la estrategia principal consiste en regular los usos del suelo y se supone que las autoridades locales vigilarían y controlarían las actividades ruidosas, pero no se menciona la existencia de algún reglamento al respecto.

Tras mencionar estas acciones específicas, el programa señala como medidas de apoyo el impulso a la investigación y a la preparación de profesores y alumnos en temas ambientales, a la vez que destaca la importancia de dar a conocer este documento a la población en general para promover su colaboración.

Programa Integral Contra la Contaminación Atmosférica de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (PICCA) **1990**

Más de una década después del PCMCA, y tras haberse implementado diferentes medidas disgregadas para combatir el problema de la contaminación atmosférica, surge el PICCA en un intento más serio por integrar las actividades de los diversos sectores involucrados en la problemática del aire. El programa se ufana de recoger opiniones de ciudadanos, grupos ecologistas e instancias de gobierno, lo cual garantizaría la posibilidad de construir una visión más integral del problema y de actuar multisectorialmente en la búsqueda de soluciones.

Y en efecto, aquí se realiza un diagnóstico mucho más completo de la situación de la calidad del aire en el Valle de México, aunque con un marcado enfoque hacia la detección de causalidades cuya solución se encuentra en el ámbito de lo técnico-científico. Esto es, el programa identifica que la calidad del aire depende de variables vinculadas a la actividad social, económica y urbana y de variables vinculadas con las características naturales, lo cual es indudablemente cierto. La limitación del diagnóstico se revela cuando se enlistan las variables que tienen que ver con la actividades socio-económicas de la urbe, puesto que se denotan únicamente los aspectos técnicos, cuantificables y medibles de este tipo de actividades que, evidentemente, poseen una configuración mucho más compleja que lo señalado en el documento.

Entonces, las variables que se piensa controlar son la consecuencia de las actividades socio-económicas y no su origen. Por ejemplo, en este grupo de variables se consideran el volumen de combustibles consumidos; la calidad y tipo de combustibles empleados; el tipo, estado y operación de los equipos de combustión y de los procesos industriales prevalecientes; las tecnologías existentes de control de

combustión y de emisiones; y el estado de la cubierta vegetal de los suelos en las zonas que rodean a la ciudad. Se está hablando por tanto de las secuelas de los modelos prevalecientes de consumo y producción, pensando en tomar medidas para matizar sus efectos sobre la calidad del aire, pero no se habla de modificar dichos modelos, o de las conductas y relaciones sociales que, directa o indirectamente, inciden en la reproducción del problema.

En consecuencia, la base de la que parten las acciones propuestas en el programa la constituye un estudio de identificación de contaminantes atmosféricos y las fuentes emisoras de los mismos. Dentro de los principales contaminantes, se identifican el monóxido de carbono, el bióxido de azufre, los óxidos de nitrógeno, el ozono, las partículas suspendidas totales y el plomo. Es de reconocer que la distribución de concentraciones y los horarios de mayor presencia de cada uno de estos contaminantes criterio se encuentran ya tipificados, lo cual representa un significativo avance respecto al programa anterior. Toda vez que la información disponible a la fecha era bastante más completa, en el programa se mencionan las consecuencias que sobre la salud tiene la mala condición de la atmósfera en el Valle de México.

Sin embargo, aún en el nivel científico, quedan vacíos del conocimiento. De ello se deriva que las propuestas de acción se enfoquen a combatir la emisión de aquellos tipos de contaminantes que se tienen identificados con mayor amplitud aunque el rasgo común a las medidas adoptadas es que son específicas para cada uno de los elementos detectados, con acciones que actúan "al final del tubo" y que por tanto no se modifican las relaciones primarias que dan lugar a la generación de conjuntos más amplios de contaminantes atmosféricos.

Para el Secretariado Técnico Intergubernamental que elabora el PICCA, "la contaminación del aire es producida a través de

complejos procesos que involucran las variables fundamentales del comportamiento social y económico, tales como la forma e intensidad en que se consume la energía, la cual a su vez depende de la manera en que se realizan los movimientos, la producción idustrial y los servicios que requiere la ciudad" (p. 19). La variable más importante a atacar será por tanto el consumo energético, principalmente en términos de los combustibles fósiles que se queman. La justificación para ello radica en que "los procesos de combustión en vehículos, industrias y establecimientos de servicio contribuyen con alrededor del 90% del volumen de las emisiones contaminantes a la atmósfera" (p. 19).

Es en este punto donde el programa establece un parteaguas, pues en adelante se aboca a diagnosticar y caracterizar el consumo de energéticos fósiles por sector y las emisiones contaminantes de cada uno, realizando en consecuencia propuestas que tienen que ver con modificaciones en los combustibles y regulación de los niveles de emisiones en transporte, industria y servicios. Se desecha de este modo la posibilidad de considerar otras alternativas de solución que sí tengan incidencia en las variables vinculadas con la actividad social y económica, y se determina que el problema es cuestión de la intensidad energética y calidad de los combustibles.

A este respecto, se incluye una descripción de los combustibles utilizados en la ZMCM, el porcentaje de elementos contaminantes que poseen y el nivel de consumo a la fecha. Esta información se ordena bajo el rubro de "procesos urbanos y emisión de contaminantes" de acuerdo a los sectores sobre los cuales se piensa incidir: industria; servicios; generación de energía eléctrica; producción, almacenamiento y distribución de combustibles; transporte; uso del suelo. Excepto en el último, en el resto de los apartados se diagnostica a cada sector según el número de establecimientos o vehículos existentes, la cantidad de combustibles que

consumen y el volumen de contaminantes que arrojan a la atmósfera.

Cuadro 1.

BALANCE ENERGÉTICO POR SECTORES (Coeficientes normalizados al 100% respecto del consumo total en la ZMCM)						
	TRANSPORTE	**TERMOELÉCTRICAS**	**INDUSTRIA**	**SERVICIOS**	**OTROS**	**TOTAL**
Gasolina	35.66					**35.66**
Diesel	8.24	0.02	5.21	0.39		**13.96**
Combustóleo		8.12	1.56	0.34		**10.04**
Gas LP				0.83	9.09	**9.93**
Gas Natural		5.61	13.93		0.51	**20.07**
Electricidad	0.49		4.77	1.66	4.38	**10.32**
Total	44.48	13.77	25.49	3.23	12.99	100.00

fuente: Programa Integral Contra la Contaminación Atmosférica de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. p. 21.

Se presenta también un inventario de emisiones por actividad y sector (ver Cuadro 2), del cual se infiere que los automóviles particulares son la principal fuente de contaminación, que los vehículos concesionados generan también una alta contaminación, que la contribución de la industria es importante tan sólo en uno o dos elementos, y por último, se revela la importancia de las PST, originadas principalmente por la "degradación ecológica". Al parecer, este último contaminante no había sido reconocido con anterioridad y se le atribuyen aún orígenes tan dispares como la deforestación, por un lado, y la actividad industrial, por otro, lo cual dificulta una estrategia de acción común.

Como se observa en el inventario, el sector transporte es responsable de una parte importante de las emisiones que se arrojan a la atmósfera de la Ciudad de México. Siendo así, no resulta extraño que se considere como prioridad la regulación de este sector por sobre los otros. De hecho, el inventario sirve también para señalar a los vehículos a gasolina (y sobre

todo a los autos privados) como los mayores emisores de NOx, HC, CO y PST.

Cuadro 2. **PICCA: Resumen del inventario de emisiones por sector y toxicidad.**

INVENTARIO DE EMISIONES POR SECTOR
TONELADAS / AÑO

Sector	SO_2	NOx	HC	CO	PST	Total
Energía	73,028	9,846	31,843	53,205	4,699	172,621
Industria y servicios	**87,792**	32,871	40,102	16,282	12,711	189,758
Transporte	44,774	**133,691**	**600,380**	**2,853,778**	9,549	**3,342,172**
Degradación ecológica	131	931	199,776	27,362	**423,640**	651,840
Totales	205,725	177,339	872,101	2,950,627	450,599	4,356,391

INVENTARIO DE EMISIONES POR SECTOR
PORCENTAJES EN PESO

Sector	SO_2	NOx	HC	CO	PST	Total
Energía	35.5	5.6	5.6	1.8	1.0	4.0
Industria y servicios	**42.7**	18.5	7.0	0.6	2.8	4.4
Transporte	21.8	**75.4**	**52.5**	**96.7**	2.1	**76.7**
Degradación ecológica	0.1	0.5	34.9	0.9	**94.0**	15.0
Totales	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

INVENTARIO DE EMISIONES POR SECTOR
PONDERADO POR TOXICIDAD (PORCENTAJES)

Sector	SO_2	NOx	HC	CO	PST	Total
Energía	7.2	1.1	1.3	0.2	1.0	10.8
Industria y servicios	**8.6**	3.7	1.7	0.0	2.8	16.9
Transporte	4.4	**14.9**	**12.6**	**8.4**	2.1	**42.4**
Degradación ecológica	0.0	0.1	8.4	0.1	**21.3**	29.9
Totales	20.2	19.8	23.9	8.7	27.3	100.0

Nota: se remarcan las cifras que representan el dato mayor en cada columna.

fuente: Programa Integral Contra la Contaminación Atmosférica de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. p. 33.

El esfuerzo de realizar un inventario de emisiones resulta entonces verdaderamente importante para comprender el estado de la calidad del aire, aunque habría que considerar con más reserva si efectivamente es el instrumento que permite identificar responsabilidades y prioridades, tal como lo afirma el documento. Considerando que sea así, y buscando "que cada quién contribuya según las emisiones que genere y su grado de toxicidad" (p. 35), en el programa se suscriben compromisos entre los "causantes de la contaminación", a saber: la industria petrolera, el sector transporte, la industria privada y los establecimientos de servicios, las termoeléctricas; mientras que como "áreas prioritarias" se identifican la reforestación y restauración ecológica, y la investigación, educación ecológica y comunicación social. En base a estos seis componentes se construye la estrategia integral de acción y se generan los compromisos y estrategias acciones que en cada apartado se adoptarán.

Líneas de acción del PICCA

Siendo Petróleos Mexicanos la paraestatal responsable de producir los combustibles que se consumen en México, y puesto que a éstos se les ha identificado como los mayores precursores de la contaminación, la industria petrolera recibe una carga importante de tareas por realizar. El llamado "Paquete Ecológico" de PEMEX consiste en:

1. Elaboración de gasolinas de calidad ecológica internacional
2. Elaboración de diesel con bajo contenido de azufre
3. Elaboración de combustóleo con bajo contenido de azufre
4. Elaboración de los compuestos oxigenados TAME y MTBE
5. Suministro de gasolina sin plomo a los vehículos 1991 y con convertidor catalítico

6. Continuar con el suministro de gasolinas oxigenadas en la ZMCM
7. Recuperación de azufre en la Refinería 18 de Marzo
8. Recuperación de vapores de HC y cambio de quemadores en la Refinería 18 de Marzo
9. Monitoreo de emisiones en chimeneas de la Refinería 18 de Marzo
10. Instalación de membranas flotantes en los tanques de almacenamiento de combustibles
11. Instalación de equipos para la recuperación de vapores en terminales de recibo y distribución de combustibles, y gasolinerías.

Cabe mencionar que éste es uno de los apartados mejor definidos del programa, puesto que en cada una de las once medidas se ofrece una explicación del porqué es necesario realizar una acción, el procedimiento general para llevarla a cabo, el presupuesto requerido y el tiempo límite para su conclusión. Los avances más importantes que se lograrían con estas disposiciones serían reducir las emisiones de plomo (por la utilización de gasolina sin plomo) y las de dióxido de azufre (por la reducción del contenido de azufre en diesel y combustóleo), así como otras reducciones menores en emisiones de HC y CO.

Si agrupamos las medidas propuestas según su área de incidencia, vemos que cinco de ellas tienen que ver con cambiar la composición de los combustibles para el transporte (gasolina y diesel), tres más con la Refinería 18 de Marzo, dos con el almacenamiento y distribución de combustibles, y sólo una con mejorar el combustible para la industria. La estrategia de reformulación de gasolinas resalta entonces como la principal responsabilidad de PEMEX en su contribución al combate de la contaminación atmosférica.

Por lo que respecta al sector transporte, en cambio, las medidas planteadas presentan menos definición en su justificación y objetivos. Esta impresión de debilidad se incrementa cuando se anota que una buena parte de las medidas no son atributo del PICCA, sino que en realidad son responsabilidad del Programa Integral de Transporte preparado por la Secretaría de Comunicaciones y Transporte. Entre ellas, se encuentra el mejoramiento de vialidades, semaforización, organización de estacionamientos y la realización de diversas obras viales.

Se habla, no obstante, de la necesidad de otorgar mayor peso al transporte público que al particular, por lo que se recomienda ampliar las líneas del Metro, otorgar concesiones para autobuses, reestructurar el sistema de transporte eléctrico y modernizar la flota vehicular de R-100. En cuanto a los vehículos particulares, se menciona que a partir de 1991 todos los vehículos a gasolina contarán con convertidor catalítico y seguirán siendo sujetos de la verificación obligatoria. El programa Hoy No Circula, iniciado en 1989, se mantiene entre las medidas adoptadas por los impactos positivos logrados[28].

Para la industria privada y los establecimientos de servicios, en cambio, las medidas propuestas parecen ser menos restrictivas y más orientadas hacia el acuerdo entre empresarios y gobierno. Es en este sector donde se habla por primera vez de convenios entre las industrias y la SEDUE para apoyar la lucha contra la contaminación preservando la productividad y competitividad, lo cual implica que el gobierno federal participará con el sector privado en la firma de convenios, simplificará trámites para la reconversión industrial, facilitará créditos para la modernización

[28] El PICCA considera que, a dos años de su implementación, el programa Hoy No Circula ha tenido impactos positivos, aún si posteriormente se ha cuestionado bastante la efectividad del programa para reducir la contaminación: mientras que para algunos no se logra una disminución real de los contaminantes (Jáuregui, 1992), para otros el programa posee valor al menos como referente simbólico para concientizar a la población sobre los problemas de contaminación (CESPEDES, 1998).

tecnológica y otorgará asesoría sobre procesos y tecnologías de baja emisión de contaminantes y residuos.

Aunque se fijan plazos para el cumplimiento de la normatividad relativa a emisiones contaminantes, las empresas particulares pueden participar más activamente en la reducción de emisiones, a diferencia del resto de los señalados "responsables", quienes poseen un rol más pasivo en tanto sujetos de las restricciones gubernamentales. Tal vez esto contribuya al hecho de que en los últimos años la industria grande y mediana sea uno de los sectores que mejor desempeño ambiental presenta (CESPEDES, 1998).

Pero aún en términos del PICCA, parece que los problemas con la industria se refieren más a la situación de la pequeña industria, los establecimientos de servicios y la industria no registrada legalmente. Y es que se trata de entidades con recursos económicos limitados para aspirar a un cambio de procesos o tecnologías, cuyos equipos de combustión son poco eficientes y producen grandes cantidades de contaminantes. En el programa se propone para estos establecimientos, cambiar combustibles e ir mejorando paulatinamente los procesos productivos para optimizar la eficiencia de equipos actuales de combustión. Al igual que en la gran industria, aquí se planea ir estableciendo acuerdos rama por rama para definir las condiciones en que deben operar.

El siguiente conjunto de medidas propuesto en el PICCA se refiere a las termoeléctricas que se encuentran en el Valle de México. Puesto que estas dos centrales consumen importantes cantidades de combustible, se plantea la urgencia de sustituir el combustóleo por gas natural en sus procesos, además de reducir sus tiempos de operación. Aparentemente, en esta área se puede reducir considerablemente la emisión de azufre a la atmósfera.

Las medidas que se presentan posteriormente son las que se dirigen a reforestar y restaurar el valle. A diferencia de

otros apartados, en este rubro se mencionan sólo dos tareas: la reforestación urbana y la reforestación del Valle de México y su área de influencia ecológica. Se trata de arborizar el área urbana de la ciudad a través del programa Cada Familia un Árbol y de sembrar 100 millones de árboles en un programa de reforestación rural.

El último grupo de medidas presentadas hace referencia a la investigación, educación ecológica y comunicación social. Dado que, como se mencionó con anterioridad, el programa parece centrarse más en la solución inmediata y directa de problemas que en la transformación de patrones de conducta, no es de extrañar que este conjunto de propuestas resulte más vago que los anteriores. A excepción de algunos proyectos específicos que se encomiendan a PEMEX y el Instituto Mexicano del Petróleo y de la ampliación de la red automática de monitoreo atmosférico (RAMA), el resto de las medidas permanecen más bien en el plano discursivo pues no se acotan con claridad y no se denota una voluntad real de actuar en el ámbito de la educación.

Se menciona en el programa la importancia de establecer contactos permanentes con las universidades y centros de investigación, así como de capacitar e informar sobre las cuestiones ambientales a niños y adultos. Sin embargo, no se profundiza en el tema más allá de este argumento, ni se asignan responsabilidades particulares e incluso, al momento de presentar los costos del programa desglosados por medida, los programas de capacitación y de formación profesional no tienen señalado ningún costo, lo que denota que no se planea seriamente implementar ningún tipo de proyecto especial en esta área. Otorgar tan poca relevancia a un grupo de estrategias que podrían contribuir significativamente al cambio de patrones de conducta, con las implicaciones positivas que a largo plazo tendrían sobre el medio ambiente, constituye sin duda una de las deficiencias más graves del PICCA.

Al analizar la inversión que cada una de las metas propuestas requiere, destaca nuevamente el hecho de que las mayores asignaciones se hacen a las medidas que son responsabilidad de Petróleos Mexicanos. De la información que presenta el programa en el rubro de inversiones y financiamento, se ha elaborado el cuadro siguiente, agrupando por áreas prioritarias de acción, según la misma clasificación del PICCA:

Cuadro 3. **Inversiones y financiamiento del programa por áreas de acción.**

	financiamiento en millones. de dólares			
	Nacional	**Externo**	**Total**	**% del Total**
Industria Petrolera	859.62	778.08	1637.70	**67%**
Transporte	271.90	18.00	289.90	**12%**
Ind. Privada y Servicios	96.40	0	96.40	**4%**
Termoeléctricas	30.25	28.25	58.50	**2%**
Reforestación y Restauración Ecológica	134.20	215.00	349.20	**14%**
Investig., Educ. Ecológica y Comunicación Social	13.10	7.42	20.52	**1%**
TOTAL	1405.47	1046.75	2452.22	**100%**

fuente: Elaboración propia en base a datos del Programa Integral Contra la Contaminación Atmosférica de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México.

Como se observa, la mayor parte de las inversiones se dedicarán a la industria petrolera, para actuar en sus áreas de refinación, distribución y calidad de combustibles, mientras que rubros como la educación o la industria privada reciben una parte mínima de los recursos presupuestados. Dichos recursos provendrán, aproximadamente en partes iguales, de financiamiento nacional y externo. En este último caso, las entidades que proporcionarían financiamiento son el Fondo para la Cooperación Económica a Ultramar y el Eximbank (ambos japoneses), el Banco Mundial, el Banco Interamericano de Desarrollo y el Departamento de Energía de EU.

En el primer grupo de estrategias referidas a la Industria Petrolera, PEMEX permanece como ejecutor y el financiamiento se planea en partes aproximadamente iguales entre fuentes nacionales y externas. Al interior de este grupo de acciones, las medidas relacionadas con el cambio de combustibles para el transporte (medidas 1, 2, 4, 5 y 6 del listado) recibirían 1119 millones de dólares, de los 1637.70 que suman las 11 medidas asumidas por PEMEX, representando alrededor del 68% de la inversión en el área y poco más del 44% del costo total del programa, que asciende a 2,520.5 millones de dólares. Así, la estrategia de reformulación de combustibles para el transporte se erige aparentemente como la línea más fuerte de acción para el PICCA, puesto que es el área con un planteamiento de instrumentación más detallado y al que se le asigna una proporción importante de la inversión total del programa.

Programa para Mejorar la Calidad del Aire en el Valle de México (Proaire) **1995-2000**

El capítulo de presentación del Proaire es realmente mucho más alentador que el de los programas anteriores. En las primeras líneas se da a entender que se tiene en las manos un documento de alcances más amplios, puesto que se sostiene que "las soluciones de fondo empiezan por la inducción de un cambio cultural profundo y duradero que modifique de raíz nuestra relación con la ciudad y con el medio ambiente" (p.9). La intención sería entonces inducir un cambio paulatino en los esquemas de valores y de prioridades de la población en concordancia a un proyecto de desarrollo sustentable.

Siendo que se plantea como propósito general del programa el mejorar la salud de la población en la ZMCM, en Proaire se reconoce que ello es alcanzable sólo en la medida en que se logre el consenso y la participación de los miembros de la

sociedad. Esto implica la negociación entre actores y la distribución de costos en proporción a la responsabilidad que cada uno posea en la generación del problema. El proyecto de Proaire sería el considerar a la ciudad como un sistema abierto y dinámico, donde el medio ambiente es afectado por la dinámica económica del mercado, la organización espacial de la ciudad, los hábitos y costumbres de la población, etc. Siguiendo esta línea de discurso, el programa dice inscribirse en un nuevo marco de políticas, según el cuál la conjunción de voluntades en un proceso de planeación es condición indispensable para transformar el fenómeno urbano.

Hasta este momento, el discurso de Proaire permite imaginar que los objetivos y estrategias del programa trascenderán el aspecto fenoménico del problema de la contaminación atmosférica para indagar sobre las relaciones estructurales sobre las cuales se puede incidir en la búsqueda de soluciones efectivas. Sin embargo, esto no ocurre. En Proaire se recurre nuevamente al dato tangible para definir objetivos y metas: el propósito a largo plazo es encontrar la combinación de estrategias que permitan reducir los niveles de contaminación por día y el número de contingencias por año, esto es, desplazar la media de la distribución de probabilidad de los índices de calidad del aire hacia un nivel inferior en la escala del IMECA.

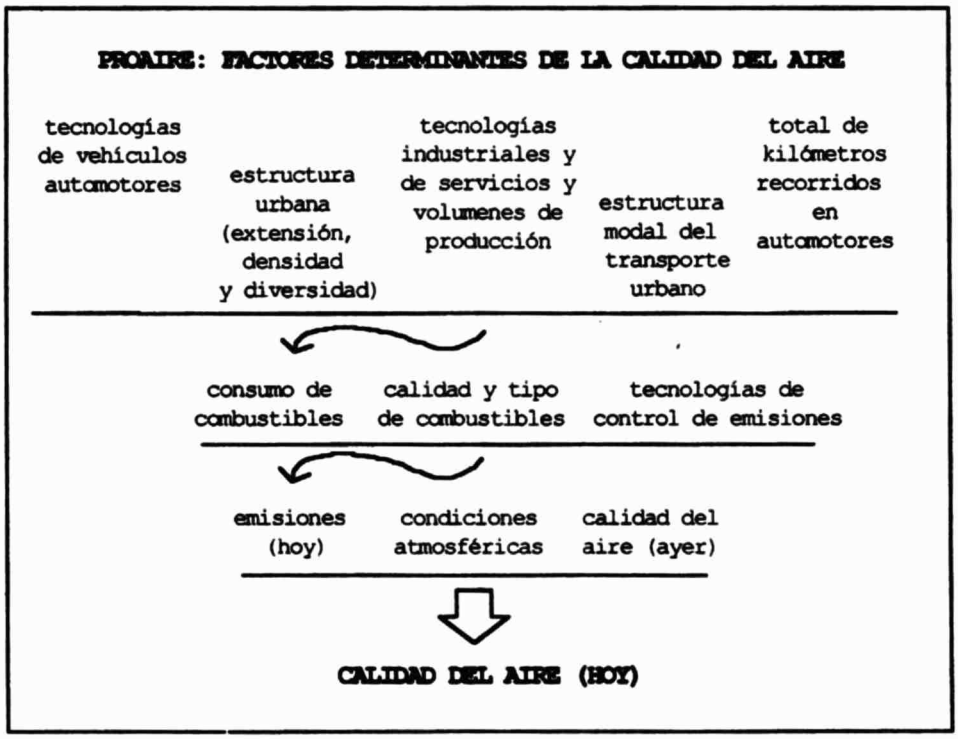
Se definen acorde a ello cuatro metas generales, que en realidad difieren poco a las planteadas en el PICCA. En primer lugar, lograr tener una industria limpia por la reducción en sus emisiones; después, disminuir las emisiones por kilómetro recorrido en vehículos automotores; en tercer lugar, e introduciendo un elemento nuevo, se propone crear un nuevo orden urbano y un transporte limpio a través de la regulación del total de kilómetros recorridos por vehículos automotores; y finalmente, la recuperación ecológica, principalmente abatiendo la erosión.

Los propósitos del programa, entonces, no plantean diferencias sustanciales respecto a los casos anteriores, y por tanto las estrategias propuestas son similares en términos generales. Se vuelven a considerar como prioridad el mejoramiento e incorporación de nuevas tecnologías en industria y transporte, así como la sustitución de energéticos en ambos sectores. Las únicas innovaciones se refieren a la integración de políticas metropolitanas, que en realidad no termina de concretarse, y a la introducción de incentivos económicos para que los diversos sectores acaten las disposiciones del programa.

El diagnóstico de la calidad del aire se fundamenta principalmente en los datos obtenidos de la RAMA, y se identifican como contaminantes principales el ozono, el monóxido de carbono, las partículas suspendidas, el bióxido de azufre, los óxidos de nitrógeno, el plomo, los compuestos orgánicos volátiles, el benceno, el formaldehído y los hidrocarburos policíclicos aromáticos. Como se observa, en comparación al diagnóstico del PICCA, en esta ocasión se identifica un espectro más amplio de contaminantes y se analizan con mayor profundidad los efectos en la salud humana de los mismos.

Proaire está conservando entonces el enfoque de los programas anteriores, puesto que a pesar de argumentar que los problemas de contaminación atmosférica son el reflejo de cuestiones estructurales, funcionales y territoriales del lugar en que se generan, reduce nuevamente las causalidades a su expresión fenoménica. Para este programa, la calidad del aire depende de las tecnologías existentes en vehículos y en industrias, de la estructructura urbana, de la estructura modal del transporte, factores que ha su vez determinan el volumen de combustibles consumidos, por lo que la calidad de éstos últimos junto con las condiciones atmosféricas serán el elemento explicativo de una determinada condición de la atmósfera.

Figura 1.



fuente: Programa para Mejorar la Calidad del Aire en el Valle de México 1995-2000, p. 45

Puesto que en el diagnóstico de Proaire éstos son los factores explicativos de la calidad del aire, la consecuencia inevitable es que el inventario de emisiones y el balance energético sigan siendo los instrumentos principales para detectar prioridades y asignar responsabilidades. Tal y como se menciona en el marco conceptual del programa respecto a la necesidad de esclarecer la responsabilidad de los costos en el uso de la cuenca atmosférica, los resultados arrojados por el inventario señalan al automóvil particular como el gran culpable de la emisión de contaminantes (ver Cuadro 4) y por tanto, el grueso de las estrategias se dirigen a regular este sector.

Lo que resulta curioso respecto al nuevo inventario de emisiones que se presenta, es que no se evalúa el porqué de la permanencia de ciertos contaminantes en determinados sectores. Por ejemplo, el ozono sigue siendo generado principalmente por

las emisiones vehiculares, mientras que la industria aún produce bióxido de azufre. Salvo algunas excepciones, y pese a que este inventario no es comparable con el realizado anteriormente por cuestiones metodológicas, los porcentajes de responsabilidad para cada sector son similares, lo cual permitiría cuestionar los avances obtenidos con el programa anterior.

Cuadro 4. **Proaire: inventario de emisiones 1994.**

INVENTARIO DE EMISIONES (ton/año)

Sector	PST	SO2	CO	NOx	HC	Total	%
Industria	6,358	26,051	8,696	31,520	33,099	105,724	3%
Servicios	1,077	7,217	948	5,339	398,433	413,014	10%
Transporte	18,842	12,200	2,348,497	91,787	555,319	3,026,645	75%
Vegetación y suelos	425,337	0	0	0	38,909	464,246	12%
Total	**451,614**	**45,468**	**2,358,141**	**128,646**	**1,025,760**	**4,009,629**	**100%**

INVENTARIO DE EMISIONES (% peso por contaminante)

Sector	PST	SO2	CO	NOx	HC
Industria	1.4	57.3	0.4	24.5	3.2
Servicios	0.2	15.9	0.1	4.2	38.9
Transporte	4.2	26.8	99.5	71.3	54.1
Vegetación y suelos	94.2	0.0	0.0	0.0	3.8
Total	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**

INVENTARIO DE EMISIONES: SECTOR TRANSPORTE (ton/año)

Tipo de fuente	PST	SO2	CO	NOx	HC	Total
Auto particular	10,321.00	6,061.50	1,044,008.00	31,913.00	253,865.70	1,346,169.20
Pick-up	1,049.00	353.80	73,419.40	2,675.30	19,373.64	96,871.14
Microbús	397.00	827.40	224,077.60	9,395.70	66,472.89	301,170.59
Combi	42.00	650.40	134,954.00	4,918.00	35,108.70	175,673.10
Taxi	612.36	3,072.70	529,530.00	15,982.00	126,574.80	675,771.86
Autobús (R-100)	1,900.00	366.00	5,655.00	6,751.30	2,337.20	17,009.50
Foráneos, suburbanos	120.00	102.20	57,332.70	2,485.60	2,055.10	62,095.60
De carga	360.00	37.00	271,321.10	5,867.60	46,099.68	323,685.38
De carga (más de dos ejes)	1,902.00	266.00	4,735.80	7,204.00	2,079.50	16,187.30
Autobús municipal	2,075.00	400.00	1,777.70	2,591.40	781.60	7,625.70
Locomotoras	38.52	26.28	50.52	414.00	16.84	546.16
Locomotoras de patio	24.91	36.50	52.12	293.96	29.59	437.08
Aeropuerto	0.00	0.00	1,583.23	1,294.89	523.43	3,401.55

fuente: Programa para Mejorar la Calidad del Aire en el Valle de México 1995-200, pp.74-77

Aparentemente, sí se lograron avances en la reducción del plomo y el SO_2, pero otros contaminantes como el ozono y las partículas suspendidas muestran nuevos matices cada día, por lo que las estrategias implementadas hasta la aparición de Proaire parecen no haber sido totalmente eficaces.

Tal vez esta dependencia del diagnóstico en los inventarios de emisiones se constituye finalmente en una limitación para el Proaire, puesto que un instrumento de este tipo no permite trascender en la indagación de las causalidades últimas de las emisiones que reporta. Esto es, un inventario posibilita ciertamente identificar responsabilidades en las emisiones contaminantes, pero a partir de él resulta difícil reconstruir en sentido inverso cuáles son las relaciones que se expresan finalmente en una actividad contaminante. A Proaire esta definición del problema en su dimensión fenoménica le resulta bastante útil para definir las estrategias de actuación en este ámbito, pero la preocupación por desvelar los aspectos técnico-científicos del fenómeno no es acompañada de un interés por definir lo que en el área de lo social, político y económico está originando comportamientos adversos al ambiente.

Así, las estrategias de acción se definen nuevamente en una búsqueda por incidir más bien en la expresión final del problema ambiental. A pesar de reconocer que

> "algunas de las tecnologías utilizadas presentan ya rendimientos marginales decrecientes, en tanto instrumentos para resolver los problemas ambientales de la urbe. Por ello puede ser cada vez más difícil y costoso abatir volúmenes adicionales de contaminación, y mitigar otros impactos sobre el ambiente sólo por la vía tecnológica de al final del tubo (convertidores catalíticos, vialidades, mejores combustibles, recuperadores de vapores, etc.), dejando intacta la estructura de organización espacial de la ciudad, e ignorando las posibilidades de interacción sectorial de las políticas" (p. 123),

en Proaire se vuelven a proponer muchas de las medidas del PICCA, aunque con un mayor grado de especificación. El soporte teórico del Proaire puede haber avanzado, pero la expresión de éste en las estrategias adoptadas queda aún bastante lejos de concretarse.

Líneas de acción de Proaire

En Proaire se define como propósito general tener menos contaminantes por día y menos contingencias al año. De ahí, se establecen cuatro metas generales: industria limpia, vehículos limpios, transporte eficiente y nuevo orden urbano, y recuperación ecológica. Cada una de estas metas se pretenden alcanzar a través de un número variable de estrategias, las cuales se encuentra bien definidas en términos de sus objetivos, descripción específica de implementación y de las metas particulares que se persiguen.

Para el caso de la industria, la reducción de emisiones contaminantes se lograría mediante acciones que pretenden la incorporación de nuevas tecnologías en los procesos productivos, el mejoramiento y sustitución de los combustibles industriales, el diseño de instrumentos diversos que funcionen como incentivos económicos para que la industria y los establecimientos de servicios tengan un mejor desempeño ambiental, y el establecimiento de un sistema de vigilancia industrial. En el caso de los vehículos, se pretende disminuir las emisiones por kilómetro recorrido mediante la incorporación de nuevas tecnologías en vehículos automotores, por el mejoramiento y sustitución de energéticos, por la construcción de incentivos económicos, y por el establecimiento de sistemas de inspección y vigilancia y de información ambiental.

Proaire sigue asignando una enorme importancia al sector transporte como responsable de la contaminación atmosférica, pero sus estrategias de intervención son diferenciales en la repartición de derechos y deberes. En este programa se exacerba la satanización del automóvil privado, diciendo incluso que su preeminencia no es justificable socialmente, pero se ataca el problema con las mismas herramientas que en el pasado. Esto es, se les atribuye la cualidad de constituir

la principal fuente de emisiones contaminantes en el Valle de México, pero se entiende que el problema debe abordarse mediante el mejoramiento de combustibles, el control de emisiones, la restricción a circular mediante el programa Hoy No Circula, etc., pero sin cuestionar el porqué de la antigüedad del parque vehicular, o cuál es la razón por la que los ciudadanos eligen el transporte privado sobre el público, por ejemplo. Se habla de que cerca de la mitad de los vehículos tienen más de 10 años de uso, pero no se plantea como un problema cuyo origen recae más bien el ámbito de lo económico, sino que se ataca la consecuencia última de una falla estructural: las altas emisiones de un auto viejo. Se denota aquí, como en otras áreas, que la voluntad expresada de integrar sectores en la construcción de políticas públicas permanece como un elemento discursivo con pocas repercusiones en la elección de estrategias e instrumentos.

Dentro del conjunto de estrategias referentes a la disminución de emisiones vehiculares, a Petróleos Mexicanos, junto con otras instancias, le corresponde:

- Revisión progresiva de normatividad para gasolinas y diesel con base en estudios de emisiones, reactividad fotoquímica y de eficiencia en los automotores.
- Reducción en el segundo semestre de 1996 de los componentes tóxicos y reactivos en las gasolinas:
    - Aromáticos de 30% a 25% vol.
    - Olefinas de 15% a 10% vol.
    - Benceno de 2% a 1% vol.
    - Presión de Vapor Reid de 8.5 a 7.8 psi.
- Retiro del mercado de la gasolina con plomo y sustitución por gasolina Magna Sin en la ZMVM.
- Reducción progresiva del contenido de azufre en la gasolina para extender la vida media de los convertidores catalíticos y disminuir emisiones de bióxido de azufre.
- Fortalecimiento del sistema de vigilancia sobre calidad de combustibles.
- Diseño e integración de una nueva política de largo plazo de precios de combustibles que tome en cuenta costos aplicables.

- Cambio en la relación de precios de las gasolinas Nova y Magna Sin.
- Aplicación de un sobreprecio equivalente a dos centavos en las gasolinas, para alimentar el Fideicomiso Ambiental de la ZMVM.

El costo de los instrumentos propuestos en la meta Vehículos Limpios asciende a 4,694.4 millones de dólares, de los cuales el 61% proviene de inversión pública. Las estrategias relativas al mejoramiento y sustitución de energéticos requerirían de aproximadamente el 60% de la inversión en esta meta, con la cual se pretenden alcanzar una disminución de 23.5% en las emisiones de NOx, de 21.8% en las de HC, de 15.0% en las de SO_2, de 60.8% en las de CO y de 1.2% en las de PST.

Al revisar la programación de la meta Vehículos Limpios, resalta el que la inversión más fuerte (2,600 millones de dólares) se destina a la reformulación de gasolinas para eliminar algunos componentes tóxicos, mientras que algunas estrategias que tienen que ver con la vigilancia del cumplimiento de normas, de revisión de normatividad, o de fomento al desarrollo de nuevas tecnologías vehiculares, simplemente no cuentan con una estimación de costos, ni con un cálculo del impacto esperado en la reducción de emisiones.

Dentro de la meta que busca un Nuevo Orden Urbano y Transporte Limpio, la estrategia que más inversión requiere es el Plan de ampliación del Sistema de Transporte Colectivo Metro, que absorbería alrededor del 66% de las inversiones en este rubro. La Recuperación Ecológica, en cambio, resulta una meta que requiere poca inversión, pero cuyos beneficios en la reducción de emisiones no se han estimado.

Al asignar recursos, Proaire sigue dando una importancia superior al control de las emisiones vehiculares puesto que es en esta área donde se espera alcanzar mayores resultados. El problema del transporte en la ciudad continúa como la preocupación más grave, pero aparentemente no se cuestiona el porqué de la problemática, sino más bien se desea atacar su expresión final. Así, aún cuando en el programa se menciona

que ya se ha obtenido una calidad superior en las gasolinas que se expiden en la ZMVM, se destina cerca del 20% de la inversión total a este rubro. Sin llegar al nivel de recursos asignados en el PICCA, para el Proaire la estrategia de reformulación de combustibles sigue siendo primordial, a pesar de reconocerse en su planteamiento teórico que los avances en esta materia serán marginales.

Cuadro 5. **Resumen del costo total del programa**

Inversión estimada
(en millones de dólares)

	Públicos	**Privados**	**% respecto al total**
Industria	865.20	248.60	**8.28 %**
Vehículos	2,870.80	1,823.60	**34.90 %**
Transporte	6,547.20	801.50	**54.64 %**
Erosión	292.00	NE	**2.17 %**
Total	10,575.20	2,873.70	**100 %**

Reducción total de emisiones debido al programa

(ton/año)	**NOx**	**HC**	**SO_2**	**CO**	**PST**
Industria	17,700	252,525	14,460	270	2,220
Vehículos	30,221	223,700	6,801	1,433,331	5,214
Transporte	5,656	40,598	773	193,219	500
Erosión	NE	NE	NE	NE	195,630
Total (ton/año)	**53,577**	**516,823**	**22,034**	**1,626,820**	**203,564**
Total (%)	41.6 %	50.4 %	48.5 %	69.0 %	45.1 %

fuente: Programa para Mejorar la Calidad del Aire en el Valle de México 1995-2000, p. 231

La impresión general que deja el programa es que, si bien se presenta un marco conceptual que pretende contextualizarlo en el paradigma del desarrollo sustentable, concebiendo que la política ambiental debe ser expresada a través de la política urbana e introducirse, por tanto, en todas las áreas cuyo desarrollo incide en el ambiente, las estrategias planteadas

parecen estar desligadas con lo que se predica en el sustento teórico del programa.

Ciertamente se introducen conceptos nuevos, como lo son el considerar la movilidad urbana en tanto factor causal de la generación de contaminantes, o el señalar los costos externos que el uso del automóvil tiene para la ciudad. Sin embargo, las estrategias planteadas para construir un "nuevo orden urbano" no son competencia de este programa puesto que las inversiones requeridas son atribución del Programa Integral de Transporte y Vialidad en el D.F. y de los planes del Estado de México en materia de transporte y vialidad. La injerencia que podrían tener las propuestas de Proaire quedan seguramente nulificadas si no se le asigna una posición más predominante en el conjunto de las políticas urbanas de la ZMVM.

Las medidas planteadas quedan por tanto muy por debajo de las ambiciones del programa, pues mientras que se desea mantener un esquema de desarrollo económico en armonía con el entorno natural, pensando en un esquema de urbanización que asuma los costos ambientales generados, las propuestas de política para lograrlo no trascienden el plano de las soluciones puntuales y directas. Esto es, pareciera que se profundiza en la construcción teórica del problema, pero que no se visualiza la manera de realizar propuestas acordes a esta idea de ofensiva integral por parte de todos los agentes involucrados.

Proaire puede contar con algunos elementos conceptuales para sustentar estrategias de acción que pretendan incidir en la modificación de patrones de conductas y en la construcción de una visión social más integral de la problemática ambiental, aunque lamentablemente, no lo hace y decide seguir actuando con los mismos instrumentos utilizados desde años atrás, con los reducidos efectos que ello tiene. Esta falta de coherencia entre el discurso y la propuesta de acción revela la débil voluntad de negociar y consensuar entre agentes el proceder cotidiano de los usuarios de la cuenca atmosférica, de todos

los que, al interactuar en lo económico, en lo político y en lo social, están contribuyendo a agravar los problemas de contaminación del aire en el Valle de México.

RACIONALIDAD PREDOMINANTE Y DESARROLLO DE LÍNEAS DE ACCIÓN EN LOS PROGRAMAS DEL AIRE

Para los fines de este estudio, el parámetro principal desde el cual se evalúan los programas oficiales de combate a la contaminación atmosférica, lo constituye la medida en que cada programa logra un desarrollo integral de las líneas de acción que propone y la capacidad que presentan para incorporar las diferentes racionalidades involucradas en la generación de la contaminación del aire.

Se han mencionado ya las grandes carencias del Programa Coordinado para Mejorar la Calidad del Aire en el Valle de México de 1979, en tanto sus propuestas de acción son sumamente superficiales y fraccionadas. Algunos autores lo califican más bien como un instrumento simbólico emitido para atender el reclamo que unos cuantos agentes hacían respecto a la necesidad de solucionar los problemas de contaminación del aire en la ZMVM. Pero si bien este programa no llega a constituirse como directriz de las acciones en pro del ambiente, con él se sienta un precedente en la definición del problema que permanecerá vigente en los programas posteriores.

Así, la contaminación del aire se abordará desde entonces y hasta hoy, como un problema predominantemente técnico, con origen y solución en el ámbito de la tecnología. A pesar de que el PICCA y el Proaire mencionan a los agentes socio-económicos como factores primigenios de la contaminación, sus propuestas de acción no pretenden incidir seriamente en la transformación de las relaciones sociales que se expresan en el fenómeno de la contaminación.

El PICCA, que constituye el primer programa importante para atacar el problema del aire, elabora un diagnóstico de la situación bastante más completo en términos de la descripción

del fenómeno. Se detectan aquí las fuentes emisoras de contaminantes y los efectos que sobre la salud ocasiona la mala calidad del aire. De este modo, se asignan responsabilidades a diferentes sectores como causantes de la emisión de cierto tipo de contaminantes y se les exige por tanto reducir dichas emisiones.

Actuar sobre la etapa final de la actividad contaminante, implementando lo que los textos ambientalistas llaman acciones "al final del tubo", es sin duda necesario cuando se aborda un problema de contaminación, pero no es en modo alguno suficiente. El problema con el PICCA y el Proaire es precisamente que proponen actuar sólo en este nivel, a través de la regulación de las emisiones contaminantes de los diferentes sectores, modificando los sistemas productivos sólo en la medida suficiente para reducir la cantidad de contaminantes arrojados a la atmósfera, pero sin pretender transformar las relaciones sociales entrañadas por las actividades productivas cotidianas de la metrópolis.

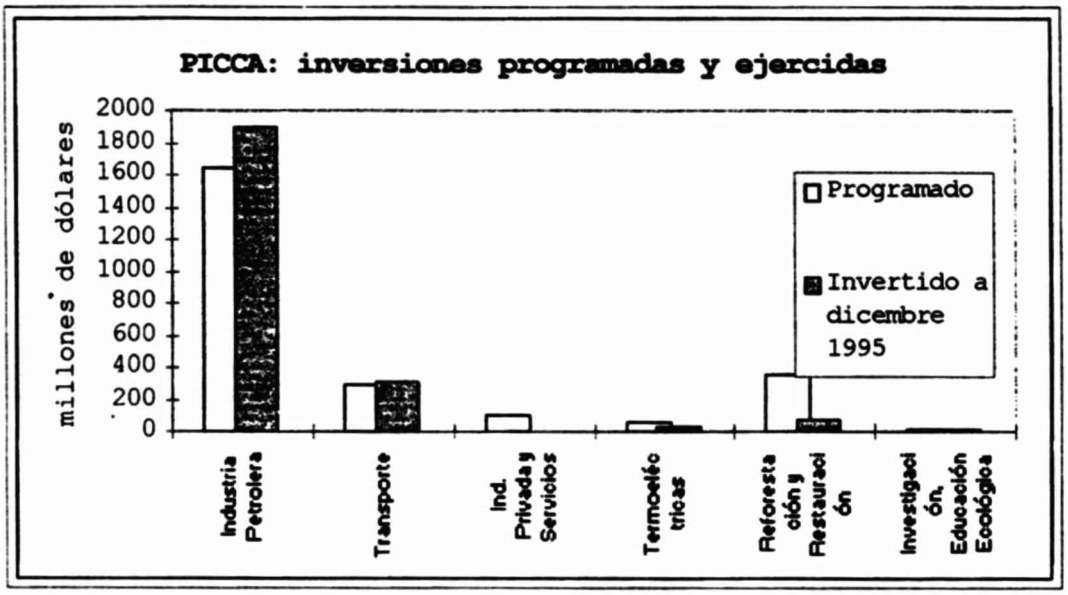
No resulta extraño entonces que una perspectiva de este tipo desemboque en la propuesta de estrategias que tienen que ver más bien con atacar los aspectos técnico-científicos del problema. Desde el PICCA, las estrategias más favorecidas, tanto en profundidad de estudio como en recursos asignados, tienen que ver con el desarrollo de tecnologías que permitan al transporte y a la industria reducir sus emisiones nocivas. Aún más, se identifica a los combustibles utilizados en estos sectores como la veta más importante para mejorar su comportamiento ambiental.

Así, en el PICCA se define la instrumentación de una estrategia tan costosa como es la reformulación de combustibles y se le asigna una parte importante de los recursos totales invertidos en el programa. Tal como se reporta después en Proaire, la estrategia de combustibles resultó ser más costosa de lo planeado, y absorbió la mayor

parte de los recursos gastados entre 1991 y 1995 como inversiones del PICCA (ver cuadro 6).

Las inversiones de la Industria Petrolera resultaron ser, por mucho, las más grandes del programa. En este grupo de estrategias y en las del transporte se hicieron inversiones ligeramente superiores a las programadas, mientras que en el área de industria y servicios, y en reforestación y restauración ecológica se cumplió con mucho menos de lo pactado (se realizaron 5% y 19% respectivamente de las inversiones planeadas).

Cuadro 6. **Inversiones del Programa Integral Contra la Contaminación Atmosférica (octubre de 1990 a diciembre de 1995).**



fuente: Elaboración propia en base a las inversiones reportadas en el Programa para Mejorar la Calidad del Aire en el Valle de México (Proaire), pp. 110-112.

El cierre de la Refinería 18 de Marzo tuvo un costo estimado de 500 millones de dólares, según lo reportado en Proaire, y aún cuando esta medida no estaba considerada originalmente en el PICCA, suele atribuírsele como uno de sus logros más importantes. Se avanzó entonces de manera importante en los

compromisos que Petróleos Mexicanos adquirió en el programa de 1990, puesto que mejoró la fórmula de las gasolinas, redujo el contenido de azufre en éstas y en el diesel, suministró gasolina sin plomo, instaló equipos de recuperación de vapores en gasolinerías y estaciones de recibo y distribución de combustibles, e instaló membranas internas en los tanques de almacenamiento.

Aparentemente, los objetivos del PICCA se cumplen en buena medida gracias a estos importantes avances. En Proaire se reporta que con el PICCA "se consiguieron reducciones significativas en las emisiones de bióxido de azufre, plomo, partículas y monóxido de carbono" (p. 112). Sin embargo, parece que no se refuerzan de forma significativa otro tipo de estrategias que apoyarían los cambios en la industria petrolera.

Baste mencionar como ejemplo una de las paradojas de este desarrollo dispar de estrategias: Se dice en los programas que el transporte genera alrededor del 75% de las emisiones contaminantes. En consecuencia, se reformulan las gasolinas para disminuir las emisiones, y se pone a disposición de los automovilistas la gasolina sin plomo. Sin embargo, esta gasolina sólo se usa en autos de fabricación posterior a 1991, que incluyen convertidor catalítico, los cuales representan en 1997 el 38% de los vehículos en la ZMVM (CESPEDES, 1998). Se está dejando de lado entonces el 62% de los vehículos, que son, por otra parte, los más contaminantes debido precisamente a su edad, pues además del mal estado en que generalmente se encuentran los vehículos viejos, anteriormente no incorporaban los tecnología anticontaminante con que cuentan hoy los vehículos nuevos.

Se ataca de este modo una de las facetas del problema, pero no se le acompaña con otras medidas que permitan un avance integral en las alternativas de solución. La reformulación de combustibles es importante y necesaria como estrategia para abatir las emisiones contaminantes, pero en un contexto en el

cual la cantidad de vehículos que pueden utilizar el combustible "limpio" es proporcionalmente menor a el número de vehículos antiguos, no resulta del todo útil. Esta estrategia rendiría seguramente más frutos si se intentara a la vez incentivar la renovación del parque vehicular, desarrollar una alternativa real de transporte público, mejorar la fluidez del tráfico vehicular, etc. El problema es que los programas del aire no pasan del nivel discursivo en la implementación de medidas alternas.

En Proaire se retoma la estrategia de reformulación de combustibles, pero ahora con la definición de otras especificaciones para las gasolinas, aparentemente porque para el año de 1995 se contaba ya con un mayor avance en el conocimiento de los aspectos físico-químicos del problema de la contaminación. Así, la estrategia no cambia de sentido, simplemente incorpora los nuevos hallazgos técnicos que se realizan.

Toda vez que para esta fecha se cumplían mejor las normas de concentración de plomo y de azufre en la atmósfera, en Proaire se establecen parámetros de calidad de las gasolinas que intentan reducir los componentes reactivos y la Presión de Vapor Reid en ellas. Nuevamente se designa una proporción importante de las inversiones a este conjunto de estrategias, a diferencia de aquellas que se presentan para el área de participación social o educación.

En una evaluación de avances del Proaire publicada en 1998 por el Centro de Estudios del Sector Privado para el Desarrollo Sustentable (CESPEDES) del Consejo Coordinador Empresarial, se verifica el cumplimiento de PEMEX en las tareas asignadas. Para ese año, la paraestatal ya había consolidado el sistema de recuperación de vapores en las terminales de distribución de gasolinas y llenaderos de autotransporte, tenía a la venta la gasolina Pemex Magna Reformulada, la gasolina Premium y el Diesel Sin, que cumplen

las especificaciones señaladas, a la vez que había retirado de la ZMVM la gasolina con plomo.

En términos generales, lo que este reporte de avances deja ver es que se desarrollaron las medidas que tienen que ver con el mejoramiento e incorporación de nuevas tecnologías, tanto en industria como en vehículos, al menos a nivel normativo. La mayor parte de los avances reportados refieren a la publicación de normas o proyectos que pretenden regular las emisiones contaminantes de ambos sectores, aunque no se precisa la introducción de otros instrumentos para lograr su cumplimiento.

Quedan muy por detrás en la evaluación aquellas estrategias que pretenden el desarrollo de incentivos económicos para fomentar un mejor desempeño de los instrumentos propuestos para cada sector y sobretodo las que refieren a la participación social.

Así, la intervención gubernamental en el combate a la contaminación del aire ha apostado por acciones que inciden en el ámbito de lo tecnológico, descuidando las áreas que tienen que ver con las relaciones entre los sistemas económico, social y político, y que constituyen la causalidad primigenia de los problemas de contaminación.

La incorporación de estas otras racionalidades en los programas del aire ha quedado en lo discursivo, sin ninguna intención real de incidir en transformaciones estructurales importantes. Las estrategias elegidas han resultado ser muy costosas en términos monetarios, pero la persistencia de una mala calidad del aire en la ZMVM hace pensar que no es redituable invertir millones de dólares en reformular los combustibles si no se invierte también en el cambio de relaciones sociales cuya expresión fenoménica es nociva al ambiente.

Toda el área de participación social en las acciones de combate a la contaminación del aire ha quedado relegada en los

programas oficiales, debido en parte a que el gobierno se ha hecho con todos los deberes en este tema, pero también a que la sociedad no ha internalizado la cuestión ambiental como un asunto cuya responsabilidad le compete. Dice Lezama (1997) que

> "Las limitaciones de los programas gubernamentales no expresan necesariamente una incapacidad de este agente y únicamente su falta de voluntad política para actuar a fondo. Dan cuenta también de una incapacidad analítica extragubernamental para pensar la cuestión ambiental, una falta de voluntad social para aceptar que el rubro ambiental es más prioritario que otros, y da cuenta también de una situación social en la que los agentes que generan la contaminación no encuentran suficientes frenos sociales o gubernamentales, lo que les da un margen amplio para transferir sus costos al conjunto de la sociedad" (p. 467).

La carencia de concientización social respecto a la cuestión ambiental se vuelve entonces un factor explicativo del porqué la planeación gubernamental permanece en un plano no transformacional. En tanto los individuos no interioricen los problemas ambientales como un asunto en el cual tienen tanto derechos como deberes, no pasarán de ser sujetos de la normatividad gubernarental para convertirse en entes activos de la lucha por mejorar la calidad del ambiente en que se desenvuelven cotidianamente.

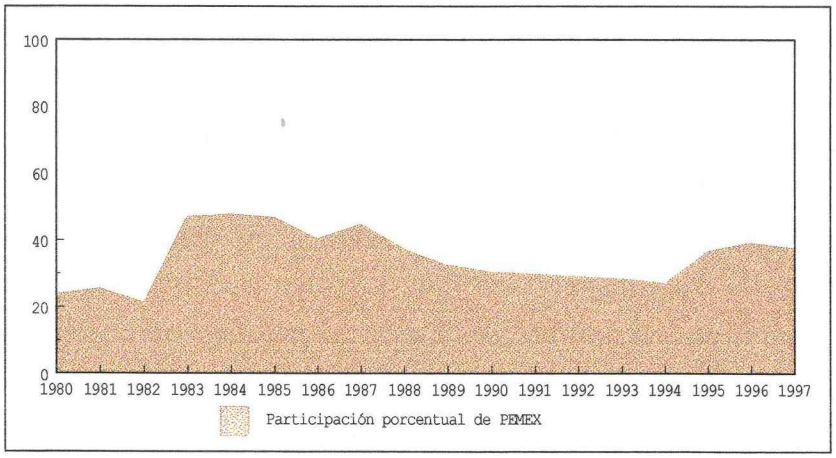
Mientras esto no suceda, se puede esperar que las alternativas de solución propuestas desde el ámbito gubernamental sigan siendo condicionadas por el grado de avance en el conocimiento de los aspectos científicos del problema, tal como parece haber ocurrido hasta ahora.

LOS COMBUSTIBLES PARA EL TRANSPORTE EN EL VALLE DE MÉXICO

Petróleos Mexicanos, empresa energética creada en 1938, posee "carácter monopólico en la exploración, explotación, producción, refinación y distribución del petróleo crudo y gas natural, y es, también por decreto constitucional, el único productor en la rama de la petroquímica primaria" (Gutiérrez, 1988:21). Los combustibles (producto de la refinación del crudo) son por tanto competencia de PEMEX en todo el territorio nacional, y las decisiones que respecto a ellos se toman no han permanecido ajenas a las características de la evolución propia de la política petrolera mexicana.

La industria del petróleo tuvo algunas dificultades para mantenerse a flote tras su nacionalización, pero una vez superada esta etapa, PEMEX logró convertirse en la empresa más grande del país, siendo sin duda uno de los soportes más importantes para las políticas industrial y económica, además de constituir la principal fuente de ingresos del gobierno federal por muchos años.

Cuadro 1. **Participación de PEMEX en los ingresos fiscales del Gobierno Federal.**



fuente: Secretaría de Energía con datos del Anuario Estadístico de PEMEX y Síntesis Estadísticas Económicas de S.H.C.P. (tomado de http://www.energia.gob.mx)

Así, la línea de políticas que adopte el gobierno en turno resulta afectar en buena medida las decisiones que en materia de petróleo se toman en México. La política petrolera se ha convertido en materia de negociación entre los diferentes actores políticos involucrados y, como empresa estatal, "sus programas de desarrollo siempre han sido subordinados a los lineamientos económicos y políticos fijados a principios de cada sexenio por la administración gubernamental en turno" (Snoeck, 1989:164).

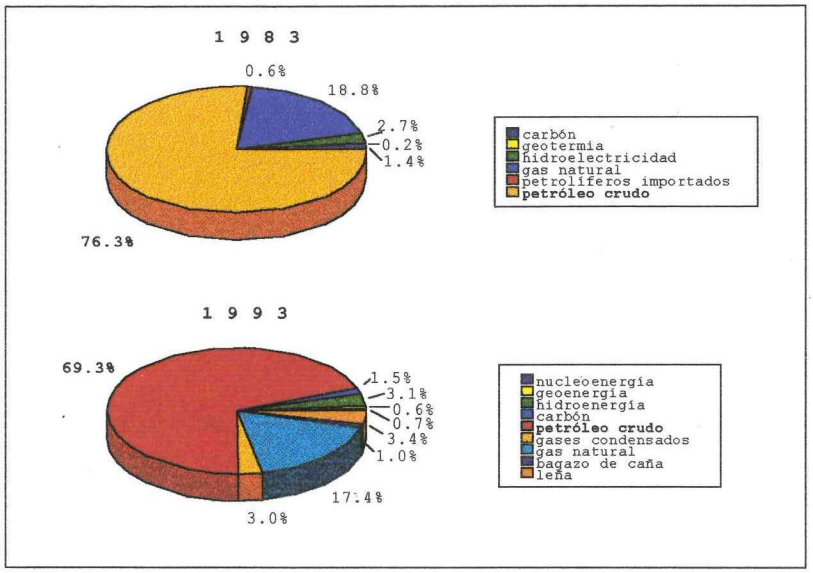
En una época, los objetivos prioritarios marcados a la empresa por el Estado fueron dos: la satisfacción de la demanda interna y la conservación de precios bajos de venta en productos petroleros y gas natural (Gastelum, 1983:95). Aunque ambas estrategias pudieron contribuir al crecimiento económico del país, tuvieron a la vez algunos efectos negativos no esperados que se revelaron en diversos ámbitos al paso de los años.

Uno de estos efectos es la fuerte orientación del sector energético en México hacia los hidrocarburos (ver cuadro 2). La propiedad estatal del petróleo y la abundancia del recurso, aunados a la decisión de mantener estables los precios de productos petroleros por más de 30 años, desincentivaron el desarrollo de tecnologías para la explotación de otras fuentes de energía, aprovechadas hasta ahora de forma marginal (Wionczek, 1982).

Si bien la política de precios bajos favoreció la instalación de nuevas industrias y la ampliación del sistema de transporte (Guzmán y Snoeck, 1988), también ocasionó el deterioro de los precios reales de los productos de PEMEX, y con ello la creación de una cultura de derroche de energéticos e incluso una ineficiencia importante en el consumo del propio sector energía. Aunque hubo un aumento de precios en 1958 y otro en 1973, el periodo de estabilización en los precios de PEMEX termina hasta 1980, y a partir de entonces se dieron varios aumentos que finalmente no favorecieron tanto a PEMEX

como al fisco, pues la mayor parte de los aumentos pasaron a incrementar los ingresos del gobierno federal (Wionczek, 1983).

Cuadro 2. **Composición de la oferta total de energía: 1983 y 1993.**



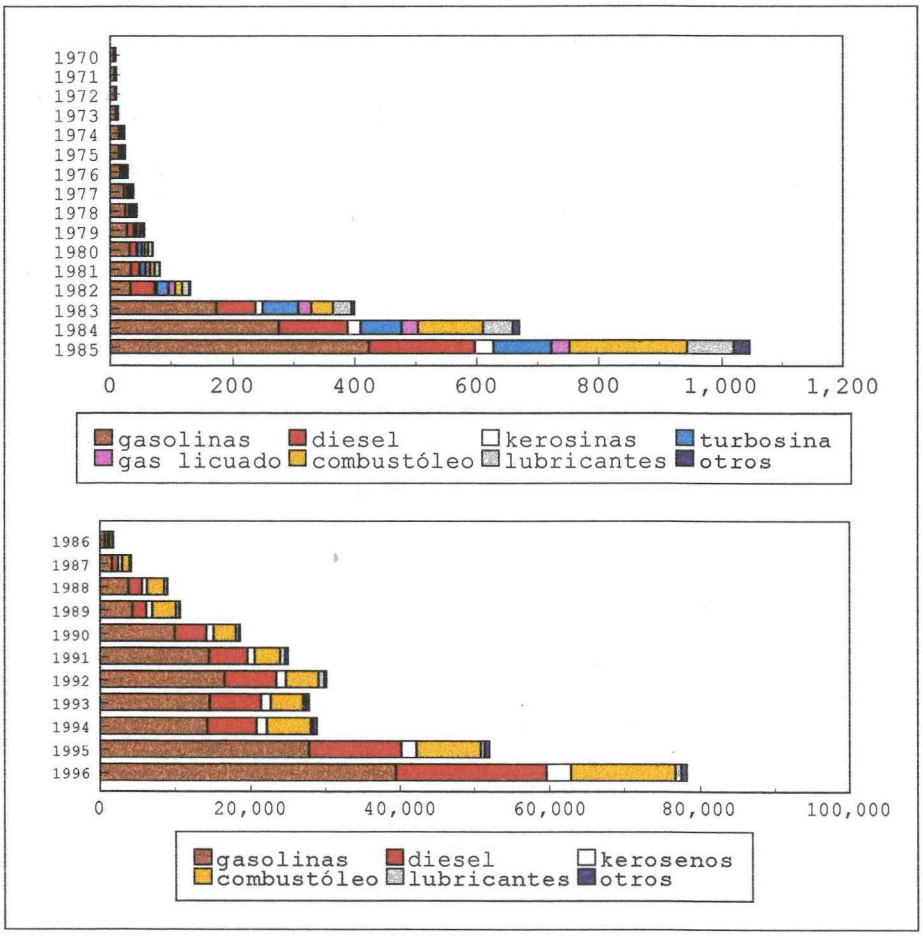
fuente: Elaboración propia con base en datos del Balance Energético 1983 y del Balance Nacional de Energía 1993.

Pensando en una estrategia de fomento a la industrialización del país, el Estado apoyó la instalación y crecimiento de la industria automotriz en los años cincuenta, además de haber impulsado la implantación de una red de caminos desde la década anterior (Guzmán et al, 1985). La conjunción de estas condiciones promovió un crecimiento considerable en el consumo de combustibles por el sector transporte, el cual llegó a convertirse en un sector poco eficiente debido al predominio del transporte privado sobre el público y al bajo rendimiento que por mucho tiempo tuvieron los automóviles (Gutiérrez, 1988).

El crecimiento constante de la demanda de productos petroleros generó en un momento presiones importantes sobre la capacidad de producción de PEMEX. Dado que la empresa se había propuesto como prioridad la satisfacción de la demanda interna, sus planes de crecimiento estaban en buena medida

sujetos a los requerimientos de ésta. La industria de refinación, por ejemplo, pasó por etapas en las que su capacidad instalada no le permitía satisfacer la demanda de gasolinas y tuvo que importar una parte de sus insumos, aunque debió vender a los precios establecidos, resultando así que PEMEX importaba productos a un precio más alto del que podía vender en el mercado nacional (Snoeck, 1989). Las gasolinas y el diesel se convierten en los productos petrolíferos de mayor venta en el mercado interno, así como en una fuente importante de ingresos una vez que se inicia la escalada de aumento en los precios internos.

Cuadro 3. **Composición del valor de las ventas internas de algunos petrolíferos**

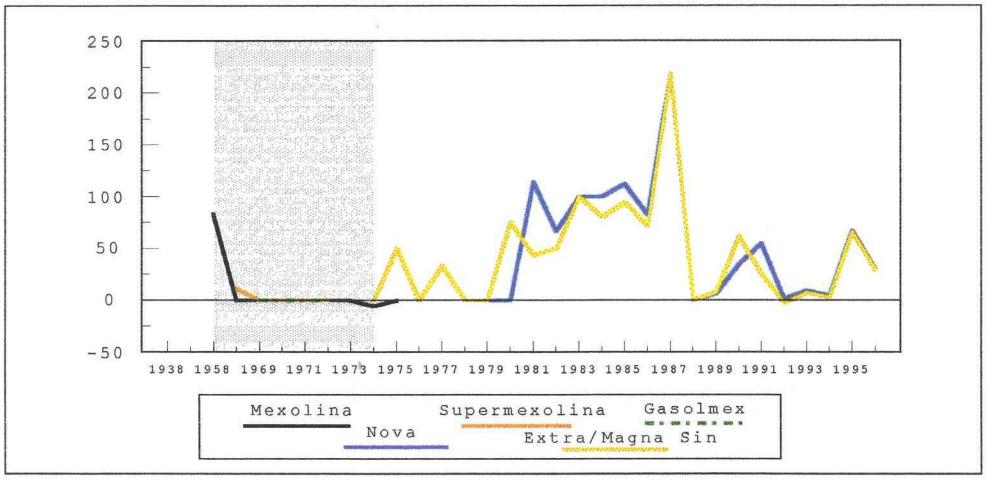


fuente: Elaboración propia con datos de PEMEX, Anuario Estadístico 1985, y PEMEX, Anuario Estadístico 1997.

Aunque después de 1980 se abandona la idea de mantener estables los precios de venta al mercado interno, la organización del sistema energético del país ya estaba dada, y parece que ha conservado como rasgo principal la predominancia de los hidrocarburos sobre otras fuentes de energía.

El consumo de combustibles para el transporte ha crecido de manera constante desde la creación de Petróleos Mexicanos, y a pesar de que los precios de venta al público empiezan a incrementarse en forma importante después de 1973, la demanda no ha decrecido proporcionalmente. Esto se debe, en parte, a que los precios aumentaron en una época en que la inflación era superior a dichos aumentos, por lo que el precio real de los petrolíferos decaía en forma importante, aunque factores como el efecto demostración en el uso del transporte privado y el alto gasto del propio sector energético[29] también afectan los niveles de consumo.

Cuadro 4. **Variación porcentual en los precios de venta al público de las gasolinas.**

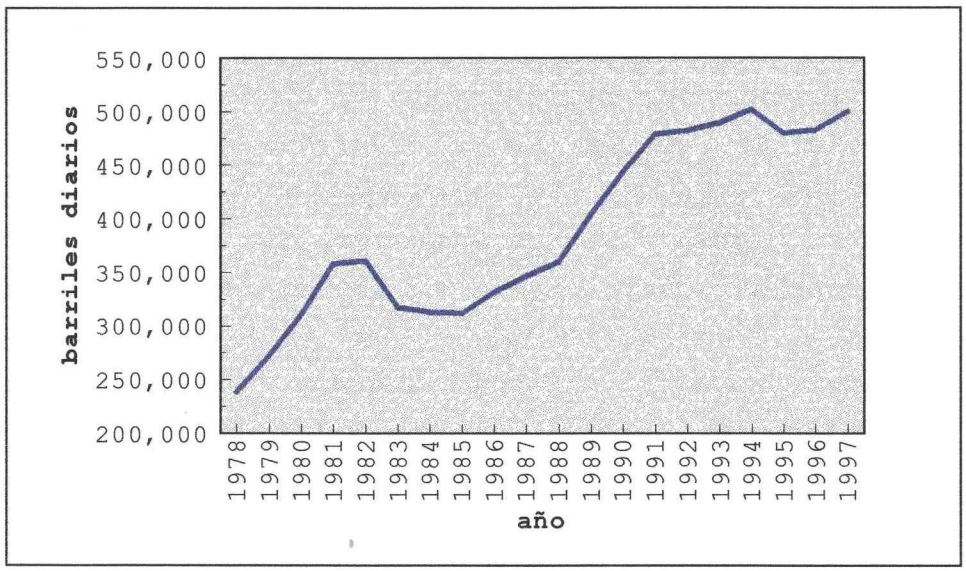


fuente: Elaboración propia con datos tomados de: Snoeck, La industria de refinación en México; PEMEX, Memorias de Labores 1983-1988 y PEMEX, Anuario Estadístico 1997.

[29] El sector energía utiliza recursos durante el proceso de transformación de energía primaria a energía secundaria, así como en la elaboración de productos de la petroquímica básica. El transporte, distribución y almacenamiento son actividades importantes en las que el sector gasta una parte de la energía de autoconsumo. En los momentos de mayor dispendio, el sector energía llegó a ser el mayor consumidor en el país. Por ejemplo, en 1970 consumió el 35% del consumo nacional de energía, en 1976 el 33.4% y en 1982 llegó a consumir el 46.4% del total. (Guzmán, 1985:37).

Como se mencionaba anteriormente, los incrementos de precios en los productos de PEMEX durante la década de los setenta buscaban más bien aumentar la recaudación para el gobierno federal. Es hasta 1983 que la política de precios pretende incorporar un criterio de racionalización del consumo de petrolíferos. La crisis económica y financiera de este año impactaron de manera importante tanto en la industria de refinación como en los consumidores, por lo que las ventas internas de petrolíferos descendieron en 4%, y particularmente las de gasolinas y diesel se redujeron en 12% y 13.5% respectivamente (Guzmán y Snoeck, 1988:291).

Cuadro 5. **Volumen de ventas internas de gasolinas.**



fuente: Elaboración propia con datos tomados de: Snoeck, La industria de refinación en México; PEMEX, Memorias de Labores 1983-1988 y PEMEX, Anuario Estadístico 1997.

Aunque el manejo de la política de precios como instrumento para racionalizar el consumo de combustibles ha sido pobremente utilizado por parte del gobierno, ciertamente sí se ha aprovechado como herramienta para permitir una cierta redistribución del ingreso. Al generar ingresos para el

gobierno federal, la política de precios de PEMEX ha permitido gravar el consumo de los hogares de más alto ingreso que consumen la mayor parte de la gasolina vendida a particulares, para eventualmente distribuirlos a los grupos de más bajos ingresos a través de nuevos subsidios, empleos y servicios (Gastélum, 1983:101). PEMEX se adscribe así al patrón característico de las empresas estatales, quienes se subordinan a las políticas generales y específicas del gobierno. Para Snoeck (1989), hasta principios de los ochenta "las directrices de precios del gobierno respondieron invariablemente a tres objetivos principales: promoción del desarrollo económico, estabilidad de precios y distribución del ingreso" (p.87).

Así, la determinante más importante en la definición de la política de combustibles, al menos hasta los años ochenta, parece haber respondido a una racionalidad económica, pues el papel de PEMEX como generador principal de ingresos para el gobierno federal le convirtió en la herramienta idónea para impulsar el crecimiento económico del país. Incluso si desde fines de la década de los setenta se empieza a pensar más seriamente en mejorar la calidad de los productos, esta medida responde al cambio en la orientación de política de Petróleos Mexicanos, pues se pensaba impulsar la exportación de productos con elevado valor comercial, como las gasolinas y el diesel (Guzmán y Snoeck, 1988).

La introducción de consideraciones ambientales en las políticas de Petróleos Mexicanos, y particularmente en lo que refiere a los combustibles, tendría aún que esperar hasta mediados de los ochenta, cuando empieza a cobrar importancia y a ganar espacio entre las determinantes de carácter tecnológico y, sobre todo, económico-social que históricamente han poseído un peso relativo sumamente fuerte en las decisiones adoptadas en materia de energéticos.

Incorporación de la variable ambiental

Los primeros indicios de la incorporación de lo ambiental en las acciones de PEMEX se presentan a comienzos de la década de los setenta, aunque más bien con un carácter similar al del resto de los sectores de gobierno, es decir, a nivel de expedición de legislaciones y creación de ciertas oficinas, pero sin acciones concretas a favor del ambiente.

Esto no resulta extraño si se considera la importancia que se asignó a PEMEX como soporte de la economía mexicana, de modo que a pesar de calificársele como empresa contaminante, su actividad era valorada sobre todo en términos de los beneficios económicos que proporcionaba. De cualquier modo, el impacto ecológico de PEMEX fue, hasta mediados de los años setenta, considerado como restringido a aquellas zonas en las que existían instalaciones de la empresa, cuya población aceptaba la presencia de PEMEX en tanto generadora de empleo y progreso (Márquez y López, 1988).

A raíz de la promulgación de la Ley Federal para Prevenir y Controlar la Contaminación Ambiental en 1971, en Petróleos Mexicanos se crea la Comisión de Protección Ambiental, encabezada por los subdirectores y gerentes, cuyas tareas principales eran: capacitar en protección ambiental al personal de los principales centros de trabajo; realizar un inventario de las fuentes de contaminación y de contaminantes; y concertar convenios y acciones con organismos públicos descentralizados y Secretarías de Estado (Márquez y López, 1988:493). Esta comisión se convierte en 1972 en la Oficina de Protección Ambiental, para 1979 se eleva a nivel de subgerencia y más tarde (en septiembre de 1981) a Gerencia de Protección Ambiental. Desde la reorganización de Petróleos Mexicanos en 1992, cada uno de los cuatro organismos subsidiarios de PEMEX (PEMEX Exploración y Producción, PEMEX Refinación, PEMEX Gas y Petroquímica Básica y PEMEX

Petroquímica) cuenta con un área de Seguridad Industrial y Protección Ambiental, vinculada directamente a la Dirección General[30].

Durante la etapa de expansión de PEMEX, la localización de sus instalaciones no consideraba el impacto ecológico que se producía en la región. La decisión de instalarse en una localidad respondía más bien al interés de optimizar recursos al emplazar los centros de producción cerca de los centros de consumo y al aprovechar las economías de aglomeración (Snoeck, 1989)[31]. Aunque hubo algunos manifestaciones aisladas de oposición a la actividad petrolera en ciertas zonas debido al negativo impacto ambiental que generaba, el hecho que sin duda abrió espacio para la discusión pública respecto a la dimensión ecológica de la política de PEMEX fue el accidente del pozo IXTOC I, ocurrido el 3 de junio de 1979 en la sonda marina de Campeche, y en el cual se derramó petróleo durante casi diez meses (Márquez y López, 1988). La efervescencia política que este accidente propició, derivó en reestructuraciones importantes al interior de PEMEX, creándose así nuevas oficinas y reglamentos internos que pretendían generar cambios importantes en el desempeño ecológico de las actividades petroleras.

La coyuntura política propiciada por el accidente del IZTOC I vino a reforzar las presiones que ya se ejercían sobre PEMEX en cuanto a su comportamiento ambiental como empresa y a la calidad de sus productos. Además de las denuncias que algunos grupos locales realizaron en torno a la contaminación generada por las instalaciones de PEMEX (véase Márquez y López, 1988), el mercado internacional exigía que los productos petrolíferos mexicanos evolucionaran para mantenerse competitivos. Por ejemplo, a fines de 1973 PEMEX coloca en el mercado la gasolina Extra (exenta de tetraetilo de plomo), pero su

[30]Según el organigrama presentado en la página electrónica de PEMEX (http://www.pemex.com.mx).

[31] La excepción a esta lógica fue la refinería de Azcapotzalco, que no fue ampliada en los años setenta a pesar de que la demanda de combustible en la zona centro lo requería, pues los problemas de contaminación en la Ciudad de México y la falta de espacio presentaban ya obstáculos a la actividad de PEMEX en la zona (Snoeck,1989:66).

producción no respondió necesariamente a una preocupación ambiental, sino más bien a que en Estados Unidos comenzó a distribuirse una gasolina sin plomo, de modo que la gasolina Extra se vendía principalmente en la franja fronteriza para fomentar el turismo[32] (Snoeck, 1989). Se inicia así la transformación de los combustibles, aún sin sustraerla de la racionalidad económica que orienta las decisiones en esta materia, pues lo que se buscaba con los cambios en la composición de los productos era competir en el plano comercial internacional e incrementar de ese modo los ingresos de PEMEX.

Surge también la idea de racionalizar el consumo de energía, expresada en el Programa de Energía publicado a fines de 1980, como uno de los primeros intentos por romper la dinámica de consumo desmesurado de combustibles que habían generado las políticas mantenidas entre 1940 y mediados de los setenta. La administración de José López Portillo emitió el "Decreto que establece rendimientos mínimos de combustibles para automóviles", que entre otros puntos señalaba:

- Los automóviles, dependiendo de su peso vehicular y carga útil, debían alcanzar rendimientos mínimos de combustible; para 1982 el promedio tendría que ser de 7.5 km/l y para 1990 11 km/l.
- Las empresas, a su vez, debían alcanzar un promedio de rendimiento mínimo de combustible (PREMCE) en todos sus modelos de automóviles. De acuerdo con los valores fijados para el PREMCE de 1982 a 1990, México alcanzaría en 1987 el nivel de rendimiento mínimo exigido en Estados Unidos para 1985.
- Las empresas cuyo promedio de rendimiento de combustible superara en 1981 el valor de 11 km/l, no podrían disminuir dicho valor.
- A partir del año modelo 1985, no se podrían fabricar automóviles con motores de ocho cilindros.

[32]La producción de esta gasolina fue marginal, pues apenas alcanzó alrededor del 7% del volumen global de gasolinas elaboradas en 1976 (Snoeck, 1989).

> La Sepafin[33] podría cancelar la fabricación de determinados modelos para asegurar el cumplimiento de los valores del PREMCE.
>
> (Snoeck, 1989:130).

Aunque, como se mencionó en capítulos anteriores, las intenciones ambientalistas de este periodo quedaron más bien en lo discursivo, la suma de los factores mencionados, además de los evidentes problemas de contaminación atmosférica que padeció la Ciudad de México en los años ochenta, y de los cuales diversos estudios culpaban al automóvil (específicamente a los combustibles), generaron una dinámica de discusión pública respecto a los problemas ambientales ocasionados por la utilización de hidrocarburos. Petróleos Mexicanos difícilmente podría haberse sustraído de las responsabilidades que el debate ambiental le atribuía, de modo que empezó a incorporar la variable ambiental (sin que por ello se olvidaran las consideraciones económicas) en el conjunto de elementos a considerar en el diseño de los combustibles que ofertaría. Es a partir de mediados de la década de los ochenta que se inicia una etapa de cambios considerables en la composición de los combustibles para el sector transporte en la ZMVM, atendiendo con mayor énfasis al desempeño ambiental de los mismos.

[33]Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial.

EVOLUCIÓN DE LOS COMBUSTIBLES[34] PARA LA ZONA METROPOLITANA DEL VALLE DE MÉXICO.

Los criterios de racionalidad que han predominado en la selección de cada uno de los combustibles que se han puesto a la venta en la ZMVM ha variado con el transcurso del tiempo. Mientras que en los inicios de la producción nacional la preocupación principal consistía en satisfacer los requerimientos de los vehículos automotores, más adelante adquirieron relevancia los factores económicos y, en los últimos años, los relacionados a su papel como generadores de contaminantes atmosféricos.

Al momento de la creación de Petróleos Mexicanos, en nuestro país se producía un sólo tipo de combustible automotriz, llamado Gasolina, del que se especificaba, por ley, que debía tener 57 octanos (Heredia y Cibrián, 1996). Este carburante satisfacía las necesidades de los motores de la flota vehicular existente y requería la adición de tetraetilo de plomo para lograr elevar su octanaje. Es precisamente en esa época cuando empieza a producirse este compuesto en el país, pues tras la nacionalización de la industria petrolera, las compañías extranjeras se negaron a venderlo a México. Así, después de varios intentos de mezcla con gasolinas de baja calidad, técnicos nacionales lograron desarrollar la tecnología para producir el TEP en el país (Snoeck, 1989).

Posteriormente, la industria automotriz desarrolló motores de mayor relación de compresión que requerían utilizar gasolina con mayor octanaje, por lo que en 1940 se introdujo al mercado la primera gasolina formulada por PEMEX, a la que

[34]Los combustibles utilizados por los vehículos automotores incluyen: gasolinas, diesel, gas licuado de petróleo, gas natural licuado y gas natural comprimido (Rodríguez y Rosas, 1996). Los dos primeros se consideran como combustibles convencionales, y los tres últimos se clasifican como energéticos alternos. Aquí nos centraremos únicamente en las gasolinas y el diesel, pues son los combustibles de mayor consumo cuyo impacto ambiental los ha convertido en objeto de sucesivas reformulaciones.

se llamó Mexolina. Este carburante tenía un índice de octano RON de alrededor de 70 (Heredia y Cibrián, 1996; Rosas y Rodríguez, 1997). En 1950 empieza a distribuirse también la Supermexolina, cuya principal diferencia respecto a la Mexolina consistía en tener un octano de 80 mínimo, aunque para lograr este aumento se requirió aumentar el contenido de tetraetilo de plomo hasta 4 ml/gal (Heredia y Cibrián, 1996).

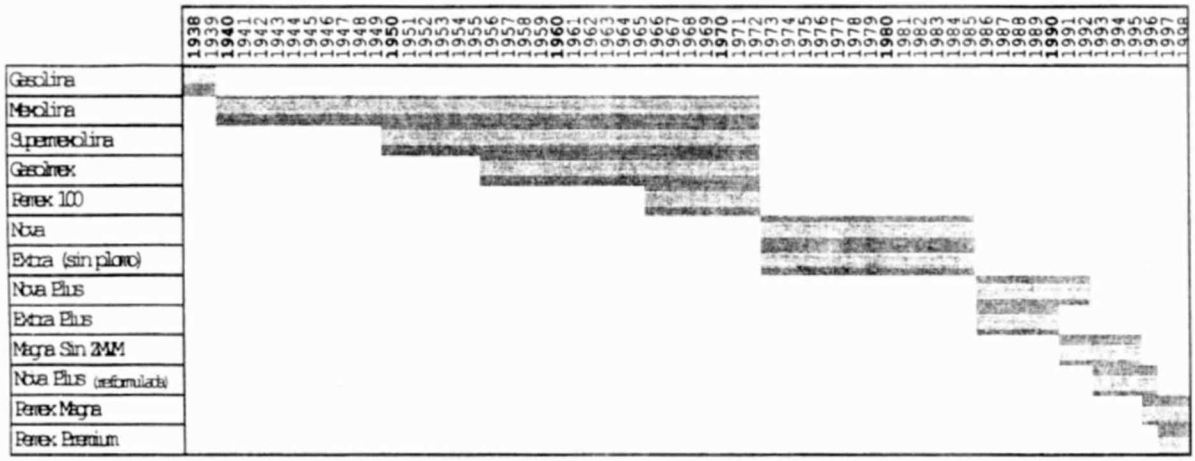
La evolución de los automóviles vendidos en el territorio nacional generó la necesidad de introducir nuevos carburantes que funcionaran adecuadamente en los motores con mayor relación de compresión, de modo que se ofertaron al público las gasolinas Gasolmex, en 1956, y la Pemex 100, en 1966 (Heredia y Cibrián, 1996). Estos nuevos productos eran de mejor calidad que los existentes con anterioridad, e incluso, la gasolina Pemex 100 tuvo buena acogida en la frontera norte del país, pues era en algunos aspectos equiparable a la gasolina *Premium* norteamericana (Snoeck, 1989).

Así, por más de una década existieron cuatro tipos de gasolinas en el mercado, lo cual dificultaba tanto la producción como la distribución. Esta diversidad de productos respondía a la idea de proporcionar un combustible adecuado para cada necesidad del parque vehicular existente en aquella época, aunque para inicio de los setenta la industria automotriz transforma sus tecnologías a raíz de la crisis energética mundial (Rosas y Rodríguez, 1997), y produce nuevos automóviles diseñados con menor peso y tamaño, pero con una mayor economía de combustible, es decir, con capacidad para recorrer un mayor número de kilómetros por litro de gasolina consumida.

La nueva tecnología cambió los requerimientos de los vehículos hacia gasolinas con alto octano pero sin plomo, por lo que en México se desarrollaron dos nuevas gasolinas, la Nova con 81 octanos y la Extra con 94 octanos RON. Ambas gasolinas tenían en 1973 un contenido de TEP de 3.5 ml/gal, pero la Extra se transforma en 1974 al bajar su contenido de

plomo a 0.05 gr Pb/gal, con lo cual satisfacía las especificaciones de la gasolina norteamericana sin plomo. En realidad, la gasolina Extra exenta de plomo tenía demanda casi exclusivamente en la franja fronteriza norte del país, mientras que en el resto del territorio la Nova era la gasolina más vendida (Guzmán et al, 1985).

Cuadro 6. **Gasolinas distribuidas en la Zona Metropolitana del Valle de México.**



fuentes: Heredia,(1996), Evolución de las gasolinas automotrices en Pemex a partir de la expropiación petrolera y Rodríguez, (1997), Nueva calidad de gasolinas en la zona metropolitana del Valle de México.

El diesel sufre cambios por primera vez también en esta época. A partir de 1973 PEMEX produce Diesel Especial, con un contenido de azufre reducido (Guzmán y Snoeck, 1988), aunque seguía ofreciéndose al mercado el Diesel Nacional, cuyas especificaciones se ajustaban a los requerimientos de los motores del parque vehicular existente.

Así, no es sino hasta los años ochenta cuando empiezan a presentarse consideraciones respecto al desempeño ambiental de los combustibles. Desde la primera gasolina con tecnología nacional en 1940, los cambios en la composición de los combustibles respondieron a las necesidades de la industria

automotriz, pues las innovaciones tecnológicas incorporadas a los vehículos exigían ciertas características en los combustibles.

Si bien la gasolina Nova se reformula desde 1982 para reducir su contenido de tetraetilo de plomo (Heredia y Cibrián, 1996), la etapa de reformulaciones importantes en los combustibles inicia en 1986 a raíz de la expedición del decreto publicado el 14 de febrero del mismo año. Este decreto pretendía controlar las fuentes de emisión de contaminantes, "sin poner en peligro la planta productiva y el empleo y sin menoscabo de derechos y necesidades de la población". En él, se asignan tareas a diferentes dependencias, bajo la coordinación de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, y respecto a la entonces Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal se señala que (entre otras tareas) "procederá a:

- Instrumentar lo necesario para que a partir de junio de 1986, PEMEX suministre para uso principal en automotores en el Valle de México, únicamente "Diesel especial" con un contenido de 0.5% de azufre como máximo.
- A partir de la fecha antes señalada, se abastecerá el área metropolitana del Valle de México de gasolina con bajo contenido de tetraetilo de plomo, manteniéndolo entre 0.5 y 1.0 ml/gal.
- Se incluirán aditivos premezclados en las gasolinas del área metropolitana del Valle de México que reduzcan, las emisiones a la atmósfera de hidrocarburos y monóxido de carbono, de los vehículos de gasolina."[35]

Este mandato dio lugar a la revisión de la especificación de las gasolinas existentes y a la distribución de dos nuevos carburantes: la Nova Plus, con menos plomo, y la Extra Plus, sin plomo. Ambas gasolinas incorporaron a su fórmula el

[35]El decreto se publicó en el Diario Oficial de la Federación el 14 de febrero de 1986. Además de lo referente a combustibles, en otros apartados se estipula poner en servicio autobuses que utilicen combustibles alternos, realizar verificaciones de emisiones a vehículos particulares y oficiales, sustituir combustóleo por diesel en algunas industrias, incorporar dispositivos anticontaminantes en vehículos nuevos, realizar campañas de educación ambiental y otras medidas. La SEDUE vigilaría la aplicación de sanciones, normas y programas en el seno de la Comisión Nacional de Ecología.

aditivo detergente[36] IMP-DG-2A, pero la innovación más importante parece haber sido la reducción en su contenido de plomo, pues la presencia de este contaminante en la atmósfera de la ZMVM se atribuía principalmente a la calidad de las gasolinas vendidas en la región. En un reporte del Instituto Mexicano del Petróleo (1987) se dice de la gasolina Nova Plus:

> "Mientras en 1982 se agregaban en promedio 1.98 mililitros de tetraetilo de plomo por galón de gasolina Nova, y 1 ml/gal durante 1985 y los meses de 1986 en que se contó con gasolina Nova, de junio de 1986 a la fecha, la Nova Plus ha promediado un contenido de 0.64 ml/gal. Las cifras anteriores indican que de 1982 a 1985 se logró una reducción de 50% en la gasolina Nova y que se alcanzó una ulterior reducción de 36% al pasar de la Nova a la Nova Plus en junio de 1986."

Según el IMP, la realización de pruebas prolongadas de flotilla utilizando la nueva gasolina permitió comprobar un rendimiento de combustible ligeramente superior (IMP, 1987), además de una reducción en las emisiones de monóxido de carbono en 38% y de hidrocarburos no quemados en 40% (Heredia y Cibrián, 1996).

Por tanto, las nuevas gasolinas disminuyeron sensiblemente su contenido de TEP, pero seguían incluyendo plomo en su fórmula, puesto que los motores existentes en la época requerían del elemento para lubricar los asientos de las válvulas de los motores. Para PEMEX era clara la necesidad de realizar fuertes inversiones tanto en la transformación de combustibles como en el desarrollo de nuevas tecnologías automotrices, de modo que a mediano plazo pudiera eliminarse el uso del plomo en los autos (véase IMP, 1987).

La gasolina Nova redujo en varias ocasiones su especificación máxima de contenido de plomo entre 1986 y 1990,

---

[36]La función de los aditivos detergentes es reducir los depósitos gomosos que se forman en el interior del carburador. Su calidad depende de la eficiencia que tengan para remover los depósitos ya formados (*clean up*) y para evitar la acumulación de depósitos debido a la baja tensión superficial del detergente (*keep clean*). El IMP realizó pruebas en 20 aditivos diferentes y encontró al IMP-DG-2A como el mejor en la evaluación, por lo que PEMEX decidió incorporarlo a las gasolinas Nova y Extra desde junio de 1986 (López Vidal, s.f.).

y adicionalmente se incorporó a su formulación el compuesto oxigenado MTBE[37] (éter metilterbutílico) y se sustituyó el aditivo detergente por uno de tipo detergente dispersante, a fin de mejorar el proceso de combustión, y prevenir y controlar la formación de depósitos (Rosas y Rodríguez, 1997).

Cuadro 7. **Algunos cambios en las gasolinas distribuidas en la ZMVM.**

	octanos (RON)	**contenido de plomo**
Gasolina	57	3 ml TEP/Gal
Mexolina	70	-
Supermexolina	80	4 ml TEP/Gal
Gasolmex	90	-
Pemex 100	100	-
Nova	81	3.5 ml TEP/Gal
Nova (1981)	81	2.49 ml TEP/Gal
Nova (1987)	81	0.78 ml TEP/Gal
Extra (sin plomo)	92	0.05 gr Pb/gal
Nova Plus	81	0.5 a 1.0 ml TEP/Gal
Extra Plus	92	0.05 gr Pb/gal
Magna Sin ZMVM	87	0.01 gr Pb/gal
Nova Plus (reformulada)	81	0.2 a 0.3 ml TEP/Gal
Pemex Magna	87	0.01 gr Pb/gal
Pemex Premium	92	0.01 gr Pb/gal

fuentes: Heredia,(1996), Evolución de las gasolinas automotrices en Pemex a partir de la expropiación petrolera y Rodríguez, (1997), Nueva calidad de gasolinas en la zona metropolitana del Valle de México.

En 1990 se distribuye en el territorio nacional la gasolina Magna Sin, similar a la *Unleaded Regular 87 Fungible* de Estados Unidos. La gasolina sin plomo (su especificación indica un contenido máximo de 0.01 gr Pb/gl), resultaba ya indispensable para poder introducir al mercado vehículos que contaran con convertidores catalíticos, pues estos dispositivos para control de emisiones automotrices sufren daños irreversibles si se utilizan aditivos con plomo (Schifter y López, 1998). La Magna Sin (la partícula Sin

[37]El MTBE mejora la combustión de la gasolina dentro del motor, bajando la emisión de hidrocarburos no quemados a la atmósfera, además de aumentar el octano en la gasolina (Heredia y Cibrián, 1996). Desde 1989, PEMEX oxigena toda la gasolina distribuida en el Valle de México con la adición (5% en volumen) de este oxigenante (Bazán et al, s.f.).

indica que es una gasolina sin plomo) tiene una nueva formulación que incluye el uso de MTBE y de Alquilado ligero, con lo que se controla el contenido de aromáticos a 30% máximo, el de olefinas a 15% y el de benceno a 2% (Rosas y Rodríguez, 1997).

Para el Valle de México en particular se reformuló también la Nova Plus con MTBE y Alquilado ligero y un contenido de plomo menor (entre 0.2 y 0.3 ml TEP/gal). En el invierno de 1993 aparece la Magna Sin ZMVM para Periodo Invernal, con una especificación diferente y aplicable entre diciembre de 1993 y marzo de 1994 (Rosas y Rodríguez, 1997). En esta misma fecha se ofrece la Nova Plus ZMVM para Periodo Invernal, con variaciones en la especificación de aromáticos, olefinas, benceno y contenido de TEP.

En el caso del diesel, la preocupación más importante ha sido reducir su contenido de azufre, por lo que a partir de 1986 se inició el proceso de sustitución del Diesel Nacional por Diesel Especial, identificado como Diesel Desulfurado. La sustitución concluyó en 1993, de modo a partir de esa fecha sólo se comercializa diesel con un contenido máximo de azufre de 0.5% (Rodríguez y Rosas, 1996).

Cuadro 8. **Fecha de introducción del diesel desulfurado en algunos países.**

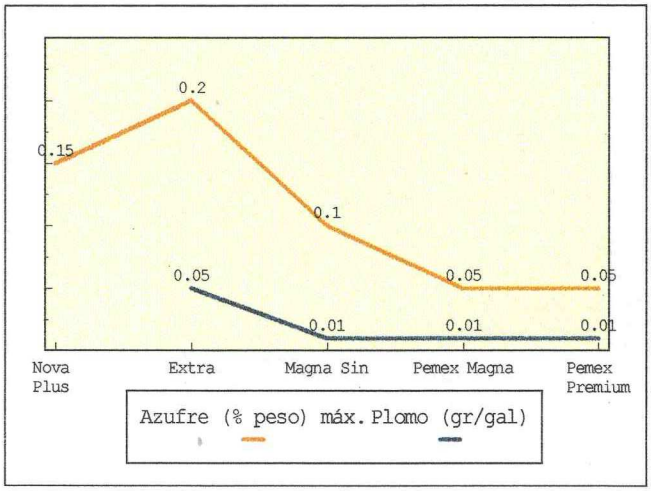
país	fecha de implantación
Suecia	enero de 1991
Dinamarca	julio de 1992
Finlandia	julio de 1993
Estados Unidos	octubre de 1993
México (ZMVM)	octubre de 1993
Suiza	enero de 1994
Noruega	enero de 1995
Canadá	octubre de 1994
Austria	octubre de 1995
Taiwan	enero de 1997
Japón	mayo de 1997
Corea del Sur	enero de 1998

fuentes: Leyva y Rodríguez,(1999), El diesel.

Para la ZMVM se maneja desde octubre de 1993 el Diesel Sin, del contenido de azufre del Diesel Desulfurado. De acuerdo a documentos de PEMEX Refinación, las características del diesel elaborado en México han permitido calificarlo como uno de los mejores del mundo (Leiva y Rodríguez,1999).

Los últimos cambios en las gasolinas disponibles al público en la ZMVM consisten en el retiro de la Nova Plus, en diciembre de 1996, y en la introducción de las gasolinas Pemex Magna[38] (octubre de 1996) y Pemex Premium (diciembre de 1996). Estas nuevas gasolinas responden al requerimiento de las autoridades ambientales (INE, SEMARNAP y CAM) de proporcionar una nueva calidad de gasolina sin plomo con nuevos límites en lo relativo a compuestos fotorreactivos y tóxicos (Rodríguez, 1997).

Cuadro 9. **Especificación del contenido de azufre y plomo en las gasolinas**



fuente: Hoja técnica de especificaciones.

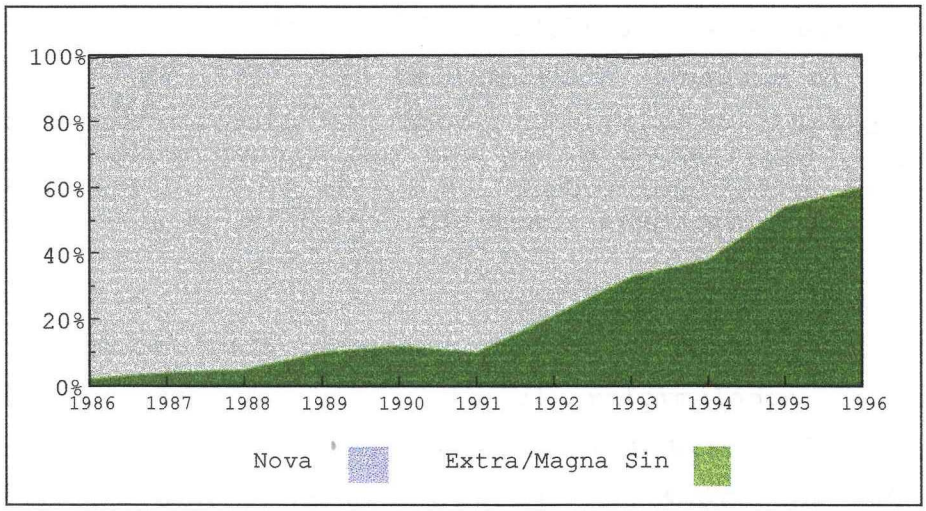
La Pemex Premium, de 92 octanos, tiene en realidad un desempeño ambiental muy similar al de la Pemex Magna, pues en evaluaciones realizadas por el IMP se comprobaron disminuciones en las emisiones de CO, HC y NOx de 3.2%, 7.1% y

[38]El cambio de nombre entre Magna Sin y Pemex Magna se debió a cuestiones de registro de marca.

4.3% respectivamente (IMP, 1998). La gasolina Pemex Premium es necesaria para los vehículos de alta relación de compresión comercializados en el país en años recientes, por lo que su producción muestra que los combustibles mexicanos evolucionan de acuerdo a los requerimientos de la tecnología automotriz, pero sin reducir su calidad en términos ambientales.

Actualmente, en México se distribuyen tres tipos de gasolinas. La Nova Plus, con plomo y octano 81 RON, que se comercializa sólo en algunos regiones y que está destinada a desaparecer, la Pemex Magna, sin plomo y octano 87, y la Pemex Premium, también sin plomo y octano 93. Evidentemente, la tendencia del consumo es hacia las gasolinas sin plomo, cuya reformulación ha permitido reducir las emisiones contaminantes de los vehículos automotores.

Cuadro 10. **Composición de las ventas internas de gasolinas.**



fuente: Petróleos Mexicanos, Anuario 1997.

CALIDAD ACTUAL DE LAS GASOLINAS MEXICANAS

La reformulación de gasolinas

Las gasolinas producidas actualmente por Petróleos Mexicanos son el resultado de sucesivas reformulaciones realizadas a partir de los años ochenta. Si bien no es la única vía para lograr un mejor comportamiento ambiental de las gasolinas, PEMEX ha optado por la reformulación para lograr cumplir con las especificaciones exigidas por las autoridades ambientales y con las necesidades de la flota vehicular existente en el país.

La gasolina reformulada[39] tiene la ventaja de no requerir modificaciones costosas en los automóviles, a diferencia de otros combustibles alternos (Adler, 1992:30). De acuerdo a una definición del IMP (1997), la reformulación consiste en

> "elaborar una gasolina con menor contenido de compuestos tóxicos o cancerígenos, con una menor volatilidad y que se quema mejor. Por ello, su combustión emite menos contaminantes y en su manejo hay menor evaporación."

PEMEX reconoce como opciones de combustibles alternos, además de la gasolina y el diesel reformulados, al gas natural, el gas licuado, el etanol y el metanol (IMP,1997). Sin embargo, la utilización masiva de ellos no se ha propiciado por diversas razones. Para PEMEX, por ejemplo, el etanol y el metanol resultan poco recomendables para su uso en la ZMVM puesto que son alcoholes con alta volatilidad (IMP, 1997). En el caso del gas licuado, por otra parte, la producción nacional no siempre ha sido suficiente para

[39]El término gasolina reformulada se originó en los Estados Unidos. Comercializada en California desde 1989, la gasolina reformulada se incluye en la Ley del Aire Limpio de 1990 dentro del grupo de combustibles alternos limpios (Rodríguez, 1997).

satisfacer la demanda interna (Snoeck, 1989; Chow, 1990), por lo que parece improbable que se estimule su uso para el transporte particular. La elección de la gasolina reformulada sobre otro tipo de combustibles "limpios" también ha sido influida por la dinámica de evolución de las gasolinas en el ámbito internacional, particularmente en los Estados Unidos, donde se ha optado más por la reformulación que por la sustitución de combustibles[40].

Así, la reformulación de gasolinas se ha convertido en la estrategia principal de PEMEX para mejorar sus combustibles, y a través de ella ha logrado disminuir la emisión de algunos contaminantes atribuida a los combustibles de origen fósil, como son el butano, los aromáticos (en especial el benceno y los xilenos) y las olefinas (Leiva et al 1996), además de controlar su volatilidad a través de la presión de vapor (Rodríguez, 1996).

Igualmente, se ha buscado variar la composición de la gasolina de acuerdo a la zona en que se vende, pues las variaciones en altura afectan el desempeño de los motores. Por ello, la gasolina distribuida en la ZMVM tiene especificaciones ligeramente distintas a la de otras regiones del país, principalmente en lo referente a la utilización de aditivos oxigenados (se incorpora un 5% de MTBE), que permiten aumentar el octano y el contenido de oxígeno para compensar la menor concentración de este elemento en la atmósfera de la ZMVM debida a la altitud (Bauer y Quintanilla, 1995).

Los cambios en la composición de los combustibles han requerido también de adecuaciones a las plantas de refinación existentes e incluso la construcción de nuevas plantas,

[40]Adler (1992) realiza un interesante recuento de los acontecimientos políticos que llevaron a la reformulación de gasolinas a situarse como la mejor alternativa para cumplir los estándares norteamericanos de calidad del aire. Según el autor, lejos de tratarse de un asunto meramente técnico, la opción por la reformulación derivó de un enfrentamiento entre industrias productoras de gas, de etanol y de metanol, y la decisión final fue un asunto eminentemente político. Siendo que la regulación norteamericana no pretende especificar la calidad de los combustibles, sino más bien establecer estándares de emisiones para asegurar una cierta calidad del aire, dice Adler que "en tanto todos los combustibles generan *ciertas* emisiones, cualquier requerimiento de emisiones tenderá a ser una decisión por unos combustibles sobre otros" (p. 26).

acciones programadas en el llamado "paquete ecológico" de PEMEX de 1990. Puesto que las instalaciones de PEMEX que tienen que ver con la producción de gasolinas y sus aditivos para la zona centro se encuentran en varios puntos del país, el paquete ecológico de proyectos requirió de inversiones en prácticamente todas las refinerías del país (Bauer y Quintanilla, 1995). El cierre de la refinería de Azcapotzalco en 1991 generó también gastos importantes para PEMEX, pues las gasolinas que dejaron de producirse en la zona centro tuvieron que "importarse" de otros centros de producción. El Sistema Nacional de Refinación requirió entonces de fuertes transformaciones, pues el estado en que se encontraba hace algunos no años no hubiera permitido la elaboración de volúmenes importantes de gasolina reformulada (Willars, 1992).

A la par de la transformación de los combustibles, el IMP ha desarrollado técnicas para evaluar su impacto ambiental. Para ello, el instituto cuenta con laboratorios donde se prueban los combustibles, componentes y aditivos en motores, así como equipos y sistemas de control de emisiones (González et al, 1999). El Área de Control de Energéticos y Emisiones Vehiculares del IMP evalúa corrientes de gasolinas de las diferentes refinerías de PEMEX, y tras pruebas de laboratorio y en flotillas de vehículos, recomienda o no su introducción al mercado en base a los resultados comparativos respecto a las gasolinas existentes. La decisión de sustituir una gasolina depende de que se haya demostrado un mejor desempeño ambiental, según las normas ambientales vigentes[41].

La normatividad que rige las evaluaciones se ha transformado igualmente, de modo que la Norma Oficial Mexicana que en 1980 establecía el uso del procedimiento de prueba FTP-75, cambia en 1993 para precisar la adopción de la actualización del FTP-87[42]. Ambos procedimientos de prueba utilizados por el IMP

[41]De entrevista con el Ing. Mario Vera, del Laboratorio de Motoquimia del Instituto Mexicano del Petróleo.

[42]En este procedimiento de prueba se realizan pruebas para caracterizar las emisiones de escape y de economía urbana de combustible. Se realizan mediciones con arranque en frío y en caliente, bajo condiciones controladas de

provienen del *Federal Test Procedure* aplicado en Estados Unidos por la EPA (*Environmental Protection Agency*) para evaluar las emisiones de escape de automóviles de pasajeros y camiones ligeros, así como motores prototipo y sistemas de control de emisiones (IMP, s.f.).

Así, aún cuando las consideraciones ambientales no siempre entraron en juego al momento de diseñar los combustibles que se ofertarían en México, la tendencia actual en su transformación parece ser de mejoría comparativa entre cada combustible disponible y la introducción de uno nuevo en el mercado. Una vez que se inició la búsqueda de un mejor desempeño ambiental en los carburantes, se impulsó también la creación de todo un aparato de investigación (tanto en PEMEX como en otras instituciones) enfocado a evaluar y proponer mejorías en la formulación de los combustibles, de modo que estos se reformen en la medida en que el conocimiento sobre sus repercusiones ambientales avanza.

Comparativo con gasolinas en otros países

Aparentemente, las gasolinas producidas por PEMEX cumplen con las especificaciones más estrictas vigentes a nivel internacional. Aunque, como se ha mencionado, existen requerimientos específicos según las condiciones geográficas de cada sitio, el interés se ha centrado en los últimos años en las concentraciones de oxígeno, azufre, benceno, aromáticos y olefinas así como en la Presión de Vapor Reid de las gasolinas.

---

laboratorio. En una de las diferentes etapas de la prueba se simulan también las velocidades y cargas típicas del manejo urbano y en carretera para así medir emisiones y calcular la economía de combustible del vehículo.
Los autos que se utilizan en las pruebas se eligen en base a las ventas reportadas por los diferentes fabricantes del país, de modo que se trabaje con una flotilla representativa del parque vehicular existente.
El procedimiento y especificaciones completas del FTP mexicano se encuentran en la Norma Oficial Mexicana NMX-AA-II-1993.

Una vez eliminado el plomo, la atención se ha vertido hacia la reducción de precursores de ozono en los vehículos, tanto por la tecnología de éstos como por los componentes de los combustibles, de modo que el control de los elementos antes mencionados se ha convertido en el centro de los esfuerzos de desarrollo de innovaciones tecnológicas en los últimos años.

A este respecto, Petróleos Mexicanos parece tomar como modelo las especificaciones de los combustibles norteamericanos, pues aparentemente la normatividad estadounidense suele ser la más estricta y definirse con anterioridad a otras partes del mundo. Es común que en documentos de PEMEX se compare la calidad de la gasolina mexicana con la permitida en Estados Unidos, y particularmente en California, como muestra de que las cualidades de las gasolinas Pemex Magna y Pemex Premium las ubican como similares a las de mejor desempeño ambiental en el mercado internacional. Por ejemplo, un documento de PEMEX de 1998 reporta como cada vez más las gasolinas mexicanas se acercan a los estándares norteamericanos tras su reformulación, y presenta el siguiente cuadro:

	PEMEX Magna	Convencional Estados Unidos	PEMEX Premium ZMVM	PEMEX Magna ZMVM	Estados Unidos EPA'95
Oxígeno (% peso)	n.d.	n.d.	1.0 - 2.0	2.0 máx.	2.7-3.5
Octano (R+M)/2 (mín.)	87	87	92	87	87
Presión de Vapor Reid (psi)	6.5-9.5	8.0-9.2	6.5-7.8	6.5-7.8	7.2-8.1
Azufre (% peso)	0.10	0.10	0.05	0.05	0.03
Benceno (% vol. máx.)	4.9	4.9	1.0	1.0	1.0
Aromáticos (% vol. máx.)	30	35	25	25	235
Olefinas (% vol. máx.)	15	10	10	10	9.2-11.9

fuente: Petróleos Mexicanos, Documentos, consultado en la página electrónica http://www.pemex.com/magna.html en agosto de 1998.

La pertinencia de validar la calidad de la gasolina mexicana por su similitud a la norteamericana no se discutirá aquí, pues la preocupación no es tanto determinar si el contenido permitido de un componente u otro es el adecuado, sino más bien apuntar que las gasolinas producidas en México actualmente han ya incorporado las innovaciones tecnológicas disponibles a nivel internacional, de modo difícilmente se puede acusar a Petróleos Mexicanos de no producir gasolinas "ecológicas", siendo que el estado actual del conocimiento en la materia no parece permitir adelantos sustanciales en la obtención de combustibles "limpios" a partir de los hidrocarburos.

Cuadro 12. **"Comparación de la calidad de la gasolina Pemex Magna con estándares internacionales".**

	aromáticos*	**olefinas***	**benceno***	**RVP** (psi máx.)	**azufre** (ppm. máx.)	**oxígeno** (% peso mín.)
Pemex Magna (Valle de México)	30	15.0	2.00	8.5	1000	1.0'
Pemex Magna '96 (Valle de México) 2° semestre	25	10.0	1.00	7.9	500	1.0'
EPA ' 90	32**	11.9**	1.64**	11.5	339	0.0
EPA ' 95	32	11.9**	1.00	8.1	339	2.0
EPA ' 98	27**	7.0	1.00	7.3	240	2.0
CARB ' 96	25	6.0	1.00	7.0	40	1.8
Europa	38	7.0	2.00	9.9	200	n.e.
Japón	47	33.0	5.00	11.2	100	1.3

** porcentajes en volúmenes máximos*
*** especificación de invierno*
' en evaluación el incremento del contenido de oxígeno
psi= libras por pulgada² máx.

fuente: folleto publicitario de Petróleos Mexicanos.

ALGUNOS EFECTOS Y LIMITACIONES DE LA ESTRATEGIA DE COMBUSTIBLES

Las variaciones en la calidad del aire atribuibles a las transformaciones introducidas en los combustibles no han sido claramente definidas. Mientras que la información de Petróleos Mexicanos y de la Red Automática de Monitoreo Atmosférico reporta una situación relativamente estable respecto a la concentración de la mayoría de los contaminantes, otros estudiosos del tema detectan mejorías en el cumplimiento de las normas de plomo y azufre, pero también un incremento en la presencia de contaminantes fotoquímicos imputable, en su opinión, a algunos de los nuevos componentes de las gasolinas.

Desde la primera reformulación importante, cuando a mediados de 1986 se disminuye el contenido de plomo en la gasolina Nova, investigadores del Centro de Ciencias de la Atmósfera de la UNAM reportaron un incremento sensible en el número de días al mes en que se rebasaba la norma de ozono, respecto al comportamiento que desde 1984 se registraba en la estación de monitoreo de dicho centro (véase Bravo et al., 1987). De acuerdo a los estudios realizados en el CCA, la concentración de ozono aumentó a raíz de la introducción de la gasolina Nova Plus en el Valle de México.

Esto se debe, según los investigadores, a que las únicas alternativas existentes para disminuir el contenido de plomo en las gasolinas y mantener a la vez su octanaje, consistían en:

a. Reducir el factor de compresión en los motores nuevos, y
b. cambiar la formulación de la gasolina con un mayor porcentaje de hidrocarburos de cadena corta y aromáticos.

Puesto que la primera opción no tuvo lugar en esa fecha, y ante la poca información proporcionada por PEMEX a investigadores externos, se concluye que los cambios en la gasolina Nova Plus consistieron en la adición de aromáticos o hidrocarburos de cadena corta, y se advierte que:

> "Sin embargo, se debe considerar que, si se elimina plomo de la gasolina y se cambia su formulación para mantener el índice de octano, y no se emplean los convertidores catalíticos en los automóviles que consumen esa gasolina, se emitirán a la atmósfera hidrocarburos reactivos adicionales y posiblemente concentraciones mayores de óxidos de nitrógeno" (Bravo et al., 1987).

Lo ocurrido en esta primera etapa de reformulaciones a las gasolinas constituye tema de controversia también para otros investigadores (véanse por ejemplo, García-Colín, 1990 y Riveros, 1996), pues la información que PEMEX proporcionó en la época resultaba insuficiente para determinar los efectos que la gasolina reformulada tendría en la calidad del aire. En el documento de presentación de las gasolinas Plus (IMP, 1987), PEMEX analiza el comportamiento de éstas, y reporta que la reducción del contenido de plomo se ha logrado manteniendo la misma mezcla de hidrocarburos (bases) que en las gasolinas anteriores, aunque se acepta la introducción de un aditivo detergente, sin especificar su composición. La queja de los investigadores citados radica precisamente en que no se ha explicitado cuáles son los componentes con que se sustituyó el tetraetilo de plomo, ni cuáles son las sustancias resultantes de su combustión.

Lamentablemente, la información sobre concentraciones de contaminantes en la atmósfera de la ZMVM no se encontraba bien sistematizada antes de 1986, por lo que resulta difícil establecer comparaciones entre la información de diferentes fuentes. Como se mencionaba anteriormente, mientras que unas lecturas reportan un incremento constante en la concentración de ozono, los reportes del nivel máximo mensual del contaminante por parte de la RAMA no indican variaciones

importantes tras la introducción de las primeras gasolinas reformuladas.

Aunque los automóviles no son la única fuente emisora de precursores de ozono, diversos autores coinciden en señalarlos como los emisores más importantes de óxidos de nitrógeno y de hidrocarburos reactivos, por lo que las lecturas de concentraciones de ozono (a diferencia de otros contaminantes) en la atmósfera están fuertemente relacionadas a los factores de emisión de los vehículos. Es por ello que en el caso de este contaminante atmosférico se han realizado ejercicios para comprobar la relación existente entre los índices reportados por la RAMA y los cambios introducidos en las gasolinas. De un estudio hecho por Riveros (1996) para el periodo enero de 1986 a mayo de 1993, se desprende que la tendencia en el promedio mensual pico diario de ozono (en escala del IMECA) ha respondido de la siguiente manera a las medidas introducidas:

- Reformulación de gasolinas (1986): incremento constante en la lectura de ozono entre 1986 y 1988.
- Oxigenación de la gasolina (finales de 1988): estabilización en las lecturas, con un ligero decremento, hasta 1990.
- Programa Hoy No Circula (finales de 1989): ligero incremento, con tendencia a mantenerse estable.
- Introducción de la gasolina Magna Sin (finales de 1990): aumento muy importante en la lectura de ozono entre 1990 y 1991, con tendencia a estabilizarse entre 1991 y 1993, pero con niveles superiores a los del periodo 88-90.

Diversos autores coinciden en señalar que el aumento en la concentración de ozono tras la introducción de la gasolina sin plomo, no se relaciona tanto con deficiencias propias de esta gasolina, como con su utilización en una flota de vehículos antiguos que no cuentan con convertidor catalítico (véase, por ejemplo, Bravo et al., 1990; Chow, 1990), pues los modelos anteriores a 1991 requerían del plomo en la gasolina para que sus motores funcionaran adecuadamente. El incremento en la

reactividad fotoquímica de las emisiones es un hecho reconocido por distintas investigaciones, que lo atribuyen al uso inadecuado de la estrategia de combustibles[43].

Puesto que las concentraciones de los demás contaminantes monitoreados en la ZMVM por la RAMA no se relacionan de manera tan directa a las fuentes móviles, resulta más difícil observar los cambios experimentados una vez efectuadas las transformaciones en los combustibles para el transporte. No obstante, se coincide en distintas fuentes en señalar que el cambio de gasolina con plomo a gasolina sin plomo logró abatir los niveles de concentración de este elemento en el aire, por lo que tanto el plomo como el bióxido de azufre ya no constituyen un problema importante de salud ambiental (Bauer y Quintanilla, 1995; CESPEDES, 1998).

Lo que resulta preocupante es que los efectos reales sobre la calidad del aire se detectan, generalmente, una vez que el combustible reformulado ya se introdujo al mercado. Aparentemente, el estado del conocimiento se encuentra siempre rezagado respecto al fenómeno de contaminación atmosférica, de modo que cada nueva especificación que se hace a una gasolina pretende subsanar un problema ya detectado, pero con insuficiencias importantes en la predicción de los efectos colaterales que su desempeño ambiental pueda generar. Así, el plomo constituyó en su tiempo la preocupación principal de las autoridades ambientales (y de la opinión pública) por lo que se exigió su eliminación de las gasolinas. Una vez que esto se logra, se descubre que los nuevos combustibles generan la emisión de precursores de ozono, y las frecuentes violaciones a la norma de concentración del contaminante lo convierten en el punto focal de las acciones de combate a la contaminación atmosférica. En fechas más recientes, las partículas

[43]Chow (1990:330) enlista como fenómenos observados al disminuir el TEP de la gasolina:
1. Incremento en el contenido de poliaromáticos (cancerígenos).
2. Mayor cantidad de hidrocarburos en las emisiones.
3. Incremento en la reactividad fotoquímica de las emisiones.
4. Un costo mayor de producción en las gasolinas.

suspendidas (primero las PST y ahora las PM10) han empezado a atraer la atención de autoridades y científicos pues recién comienzan a conocerse sus efectos en la salud.

Mientras que en una época la estrategia de reformulación de combustibles fue fundamental para reducir la presencia de plomo en el aire, las últimas modificaciones de las gasolinas pretenden mejorar la combustión en los motores y reducir las emisiones evaporativas. En fechas recientes, las autoridades locales han anunciado su intención de introducir combustibles alternos como el gas natural (Bermeo y Martínez, 1998) y aditivos como el etanol en vehículos oficiales (Bermeo,1998) para intentar abatir la contaminación fotoquímica, aunque en opinión de Bravo (1998) estas medidas carecen de los estudios necesarios para determinar los efectos que podrían tener en la ZMVM, dadas las características del parque vehícular y la reactividad de la atmósfera.

Se ha detectado también que el aditivo MTBE ocasiona un incremento en las concentraciones de formaldehído en el aire (Bravo et al., 1991), además de que el gobierno de California, en Estados Unidos, a prohibido su uso en las gasolinas a partir del año 2003, pues se ha detectado que es altamente soluble en agua y que constituye un problema de contaminación del agua subterránea (Adalid, 1999). El uso de este aditivo oxigenante empezará seguramente a cuestionarse en México, por lo que es de esperar que próximamente la discusión en materia de combustibles se enfoque al papel del aditivo en los problemas de contaminación de la ZMVM.

La detección de estos y otros efectos laterales de la reformulación seguirán sin duda presentándose a medida que avance el conocimiento, tanto del fenómeno de la contaminación atmosférica en la ZMVM, como de las repercusiones ambientales del uso de combustibles de origen fósil. Lo que resultaría importante es que las estrategias de administración ambiental se refuercen integralmente, de modo que no se pretenda resolver el problema de contaminación del aire desde un solo

frente, como se ha hecho hasta ahora. Los combustibles han mejorado, no cabe duda, pero los rendimientos que pueda ofrecer una estrategia tan costosa como la reformulación son cada vez menores, sobre todo si no se refuerzan al menos las áreas sobre las que incide directamente.

No pueden esperarse beneficios inmediatos de la introducción de gasolinas sin plomo, si estas deben utilizarse en automóviles posteriores a 1991, y en el caso de la ZMVM más del 60% de los vehículos son mucho más antiguos. PEMEX ha realizado fuertes inversiones en el desarrollo de combustibles más "limpios", pero ha sido poco el apoyo que se ha dado a otras áreas para que puedan obtenerse los máximos beneficios de estos combustibles. En un documento publicitario de Pemex Refinación se estima que para introducir una gasolina de calidad similar a la más estricta gasolina californiana (CARB-RFG2), se requeriría una inversión de 5 mil millones de dólares. Esta inversión, sin modificaciones en el parque vehicular lograría una disminución de los niveles pico de ozono entre 4 y 6%, mientras que con esta misma inversión podrían instalarse convertidores catalíticos en 800 mil vehículos modelos 1986 a 1990, o para sustituir 500 mil vehículos de los más contaminantes (IMP, 1997).

La reformulación de gasolinas ha sido entonces la estrategia más desarrollada, pero parece estar llegando a un punto de agotamiento en el cual convendría enfocar los esfuerzos hacia áreas suplementarias que permitan maximizar los beneficios que ofrece, tanto por obtener el mejor provecho de las inversiones y acciones ya realizadas, como por lograr desarrollar una política de combate a la contaminación atmosférica verdaderamente integral e incluyente de las diferentes racionalidades que concurren en un problema que, al no ser unidimensional, no debería abordarse desde una sola línea de acción.

CONCLUSIONES

Se han presentado aquí los rasgos más relevantes de la política del aire para el Valle de México, con el fin de analizar la medida en que la acción gubernamental se ha fundamentado en una intención por construir un esquema de política ambiental sistémica y comprehensiva. Dado que no parece haberse concretado un proyecto de este tipo, resalta en la política del aire el desarrollo desigual de las estrategias propuestas para enfrentar los problemas de contaminación de la cuenca atmosférica del Valle de México. Así, entre el conjunto de líneas de acción, la predominancia de la estrategia de combustibles es notoria, y obliga a reflexionar sobre la conveniencia de abordar un asunto multidimensional con las herramientas conceptuales y metodológicas que impone la inclinación marcada hacia una sola de las racionalidades que en él convergen.

Si el desequilibrio en un sistema natural es ocasionado por el desarrollo de actividades sociales con expresiones adversas al ambiente, los intentos por remediar o al menos controlar los efectos negativos sobre el medio natural tendrían que indagar sobre las causalidades últimas que han dado pie al establecimiento de una relación no armónica entre un grupo social y el ambiente natural en que se desenvuelve. No es que esta intención se halle totalmente ausente en el caso que aquí se ha estudiado, sino que la búsqueda de causalidades en el problema de contaminación del aire no ha trascendido un primer nivel explicativo en tanto se ha optado por atender el problema en su dimensión fenoménica, y no a partir del sistema de interrelaciones que allí se expresan.

Así, la política del aire parece definirse a través de la suma de los elementos constitutivos del sistema sociambiental, pero sin considerar lo que resulta más relevante en un sistema complejo: las interacciones entre elementos. La cuestión ambiental se fracciona en múltiples sectores, como si aparentemente no existiera una cierta lógica de organización

entre ellos que hace posible la permanencia de un problema ambiental.

La construcción de un esquema explicativo segmentado ha ocasionado que la problemática del aire se circunscriba a la racionalidad de una sola de las facetas que le configuran. Es así que la mala calidad del aire en la ZMVM se define en la política gubernamental como un asunto de carácter eminentemente técnico, cuya solución se encuentra en el desarrollo de innovaciones tecnológicas que incidan sobre las fuentes emisoras de contaminantes conocidas. Esta visión del asunto lo ha limitado a la indagación en la dimensión técnico-científica del mismo, sin intentar realmente incorporar el resto de las racionalidades convergentes en la generación del problema. Las facetas sociales, políticas, económicas, y en última instancia, culturales que convergen en las cuestiones ambientales son dejadas de lado, pues no se plantean acciones específicas que pretendan incidir en el establecimiento de formas alternas de interacción entre los componentes de cada uno de estos subsistemas.

En cambio, se otorga al tema del aire una especificidad fenoménica, que permite la actuación de gobierno dentro de una dimensión aparentemente neutra, como lo es la ciencia. Algunas de las dudas que pueden plantearse con respecto a la "imparcialidad" del conocimiento científico han sido mencionadas con anterioridad, de modo que cabría ahora preguntarse en qué medida ha resultado positivo abordar la cuestión de la contaminación atmosférica con los instrumentos de la tecnología, en detrimento de otras esferas de acción.

La persistencia de la mala calidad del aire en la ZMVM nos indicaría que aún quedan bastantes asuntos por resolver, pues pese a los esfuerzos realizados (y las erogaciones hechas), no ha terminado de cumplirse con los objetivos planteados por la política del aire. Es cierto que se ha logrado reducir la concentración de ciertos contaminantes en la atmósfera, pero el problema de la contaminación parece evolucionar

diariamente, rebasando las posibilidades de las estrategias de acción. Y es que el estado del conocimiento no parece permitir aún delinear el cuadro completo de los factores involucrados en el fenómeno de la contaminación, ni de todas las interacciones que entre ellos existen.

Más allá de la dificultad de esclarecer la posición e intereses de todos los agentes involucrados en un asunto ambiental, aún la dimensión técnico-científica del mismo se encuentra llena de vacíos en el conocimiento que no permiten terminar de plantear alternativas de solución efectivas. La teoría sociológica del riesgo apunta acertadamente lo paradójico que resulta plantear soluciones tecnológicas a los problemas causados por la tecnología, y esta afirmación resulta particularmente aplicable en el caso de la contaminación del aire, en tanto ésta es una secuela de la tecnificación de las actividades cotidianas. Muchas veces, los efectos no previstos de las decisiones tomadas en materia de contaminación parecen haber rebasado aquello que pretendían resolver.

En apartados anteriores se ha mostrado cómo el fenómeno de contaminación en la cuenca atmosférica del Valle de México ha adoptado matices diferentes a lo largo del tiempo, pues las decisiones que en materia de energía y de medio ambiente se han tomado transformaron en cada momento alguno de los componentes que constituyen el problema, de modo que la acción sobre uno de ellos ha derivado en un reacomodo de su organización, mas no en su solución.

Es por ello que diversos estudios atribuyan a la política de combustibles los cambios observados en la atmósfera de la zona. Cada nueva reformulación parece haber distorsionado el comportamiento del fenómeno, quizá para eliminar algunos problemas, pero también para fortalecer o incluso crear otros. No obstante, desde el punto de vista de un estudio que, como el presente, no pretende determinar en qué medida la composición de un combustible es adecuada para las

características físico-químicas de nuestra atmósfera, el asunto de los combustibles para el transporte parece tener más puntos a favor que en contra.

Esta impresión se obtiene al observar la evolución que han tenido los combustibles en México, particularmente en la última década, cuando se ha manifestado la intención de mejorar su desempeño ambiental. Pareciera ser que los combustibles producidos por PEMEX incorporan ya los avances tecnológicos más recientes existentes a nivel internacional, y que el perfeccionamiento de los mismos no permitirá más que extraer algunos beneficios marginales a la estrategia de reformulación. Lo que cabría cuestionarse sería la pertinencia de mantener un sistema energético basado en la utilización de hidrocarburos, siendo ya tan conocidos sus efectos nocivos al ambiente.

La idea de presentar en este análisis cuál ha sido la evolución de los combustibles, en tanto se les ha atribuido una responsabilidad mayor en los problemas de contaminación, parte del interés por verificar la medida en que esta línea de acción puede ofrecer realmente una alternativa de solución efectiva a los problemas del aire en la zona. De acuerdo a lo aquí presentado, parece ser que la estrategia favorita de la acción gubernamental ha llegado a una etapa de agotamiento, a partir de la cual tendrá rendimientos marginales decrecientes, pues las cuantiosas sumas que se requerirían para mejorar un poco más la calidad de los combustibles no lograrían un desempeño ambiental mucho mejor de los mismos.

Hasta ahora se ha desarrollado en forma preponderante la estrategia de combustibles, e incluso podría afirmarse que la calidad actual de las gasolinas resiste una evaluación en términos de la dimensión axiológica que, en tanto factores técnicos, poseen. La estrategia, no obstante, resulta menos pertinente si se observan las características de su inserción en el contexto del sistema social al que pretende servir. Resulta importante entonces, empezar a pensar en fortalecer el

resto de las líneas de acción posibles para controlar la contaminación atmosférica.

Podemos contar así con los combustibles más "limpios" que se hayan desarrollado, pero si estos deben ser utilizados en una flota vehicular cuya edad sea menor a una década, resulta poco útil distribuir estos combustibles en una ciudad donde más de la mitad de los automóviles no cuentan con la tecnología para utilizarlos adecuadamente. Lo que esta situación revela no es que la calidad de los combustibles mexicanos no sea la adecuada, sino más bien que no se ha construido la viabilidad de la innovación tecnológica en el contexto actual (al igual que ocurre para los combustibles alternos cuya utilización se ha propuesto).

Así, la mejoría de los combustibles por parte de PEMEX puede continuar con un ritmo mucho más veloz que el de la política del aire, pero en tanto no se construyan las condiciones adecuadas para su aprovechamiento, los beneficios que la estrategia podría otorgar se ven reducidos considerablemente. Dado que esta línea de acción ha tenido un desarrollo más importante que el resto de las estrategias que, al menos a nivel discursivo, la política del aire pretendería implementar, la reformulación de combustibles viene a insertarse en un contexto que no provee las condiciones óptimas para su aprovechamiento.

Existe entonces una disparidad importante en el desarrollo de estrategias para combatir la contaminación, pues si bien la política del aire pretende dictar los lineamientos de la política de combustibles, en realidad pareciera que ésta última posee una dinámica propia de evolución que le permite avanzar a una velocidad mayor que el resto de las estrategias. Esta situación, de cualquier modo, no resulta del todo ajena a los intereses de la política del aire, pues le permite retomar los resultados alcanzados como propios, y así justificar el haberse concentrado en esta línea de acción por sobre las otras.

La política de combustibles, en cambio, no parece responder tanto a los dictados de la política del aire, sino más bien a la dinámica propia de un sector que pretende competir en los mercados internacionales y que debe por tanto incorporar los avances tecnológicos disponibles. Difícilmente podría pensarse que los combustibles producidos por PEMEX seguirían una tendencia diferente a los producidos en otros países, pues ni los petrolíferos pueden restringirse a lo que en el ámbito nacional se disponga, ni puede sustraerse a los requerimientos de la industria automotriz a la que sirven sus productos.

La tendencia, de cualquier modo, parece ser una mejoría continua del desempeño ambiental de los combustibles (dentro de lo que el uso de hidrocarburos permita), por lo que la preocupación en los próximos años debería centrarse no tanto en este sector, como en el resto de las áreas que aún se encuentran desatendidas por la política del aire.

Sería necesario, en primer lugar, esclarecer las racionalidades e intereses que determinan el comportamiento de cada uno de los agentes involucrados en el problema de la contaminación. Mientras no se explicite cuál es la lógica de acción que mueve a cada agente, difícilmente podrá aprehenderse su racionalidad para incorporarla en la ordenación y valoración de las diferentes racionalidades expresadas en el problema ambiental.

Habría también que intentar elucidar lo que constituye el interés de la comunidad, permitiendo la negociación entre los intereses involucrados para así poder construir los consensos necesarios en un asunto público que trasciende las fronteras de clase al afectar a todos los miembros del grupo social. Esto implicaría también otorgar y reconocer los derechos y deberes de los diferentes actores, pues hasta ahora la acción de gobierno se ha hecho con todos los deberes, limitando el rol de los ciudadanos al de sujetos de la restricción gubernamental. Ello desincentiva seguramente el interés de los

individuos por contribuir positivamente en la solución de un problema que les atañe directamente.

Las estrategias que se exploren en el intento por controlar la contaminación deberán también contar con la posibilidad real de utilizar herramientas adecuadas y diferenciadas para poder incidir sobre las diferentes lógicas de acción de los agentes. Hasta ahora, la normatividad en materia ambiental ha sido poco flexible en tanto se posiciona y espera que los individuos lleguen a ella, sin proporcionarles los medios para lograrlo. El casi inexistente uso de incentivos (económicos o de cualquier otro tipo) para estimular una transformación en la conducta de los ciudadanos, propicia en éstos una actitud pasiva en la construcción de soluciones.

Así, convendría reforzar los puntos de encuentro entre la política del aire y las diferentes racionalidades que pretende regular. La capacidad transformacional de esta política depende en buena medida de la habilidad con que los hacedores de políticas consigan detectar e incorporar la lógica de las interrelaciones actuales entre los distintos subsistemas involucrados en el problema del aire, pero también está condicionada por la intención real que la comunidad tenga de negociar las posturas particulares para posibilitar la conformación de un proyecto que equilibre las disparidades existentes en el sistema socioambiental.

BIBLIOGRAFÍA

Adalid, Tatiana. 1999. "Prohíben aditivo de Pemex en EU". En *Reforma*. México, D.F.: 16 de abril. P. 1B.

Adler, Jonathan H. 1992. "Clean fuels, dirty air". En Greve, Michael y Fred L. Smith, eds. *Environmental politics: public costs, private rewards*. New York: Praeger.

Aguilar, Adrián Guillermo et al. 1995. "The basin of Mexico". En Kasperson et al. *Regions at risk: comparisons of threatened environments*. Japan: The United Nations University.

Aguilar Villanueva, Luis F., ed. y estudio introductorio. 1996a. *El estudio de las políticas públicas*. 2 ed. Colección Antologías de Política Pública, 1. México, D.F.: Miguel Ángel Porrúa.

Aguilar Villanueva, Luis F., ed. y estudio introductorio. 1996b. *Problemas públicos y agenda de gobierno*. 2 ed. Colección Antologías de Política Pública, 3. México, D.F.: Miguel Ángel Porrúa.

Anderson, William P. y otros. 1996. "Urban form, energy and the environment: a review of issues, evidence and policy". En *Urban Studies*. Edinburgh: Carfax, vol. 33, num. 1.

Banister, D. 1992. "Energy use, transport and settlement patterns". En M. J. Breheny, ed. *Sustainable development and urban form*. London: Pion.

Barton, H. 1992. "City transport: strategies for sustainability". En M. J. Breheny, ed. *Sustainable development and urban form*. London: Pion.

Bauer, M. y J. Quintanilla. 1995. "Ambiente, petróleo y ciudad". En Universidad Nacional Autónoma de México y Petróleos Mexicanos, *PEMEX: Ambiente y energía. Los retos del futuro*. [México, D.F.]: Instituto de Investigaciones Jurídicas, UNAM.

Bazán, Gerardo, et al. [S.f.]. *La gasolina Magna Sin y su efecto en las emisiones de escape y la eficiencia de conversión de los convertidores catalíticos originales en los vehículos modelos 1991 y posteriores*. [S.l.]: PEMEX-Refinación e IMP.

Beck, Ulrich. 1986. *La sociedad del riesgo: hacia una nueva modernidad*. 1a ed. en español. Barcelona: Paidós [1998].

Beck, Ulrich. 1996. "World risk society as cosmopolitan society?: ecological questions in a framework of manufactured uncertainties". En *Theory, culture & society*. London: Sage, vol. 13, num. 4.

Bermeo, Adriana y Alberto Martínez R. 1998. "Promueve Cárdenas uso de gas en autos". En *Reforma*. México, D.F.: 24 de julio. P. 9B.

Bermeo, Adriana. 1998. "Buscan reducir contaminación". En *Reforma*. México, D.F.: 21 de agosto. P. 7B.

Berry, Joyce et al. 1998. "Closing the gap between ecomanagement and ecosystem research". En *Policy Sciences*. Amsterdam: Elsevier Science, vol. 31.

Blowers, Andrew, ed. 1993. *Planning for a sustainable environment*. London: Earthscan.

Bravo A., Humberto, et al. 1987. *Contaminación atmosférica por fuentes móviles Zona Metropolitana de la Ciudad de México.* México, D.F.: Sección de Contaminación Ambiental, Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM.

Bravo A., Humberto, et al. 1990. "Efecto del cambio en la formulación de la gasolina sobre los niveles en la atmósfera de plomo y ozono en la Ciudad de México". En Kumate, Jesús y Marcos Mazari, coords. *Problemas de la cuenca de México.* México: El Colegio Nacional.

Bravo, Humberto et al. 1991a. "Ozono y lluvia ácida en la Ciudad de México". En *Ciencias*. México, D.F.: Facultad de Ciencias, UNAM, no. 22, abril.

Bravo A., Humberto, et al. 1991b. "Analysis of the change in atmospheric urban formaldehyde and photochemistry activity as a resul of using MTBE as an additive in gasolines of the metropolitan area of Mexico City". En *Atmospheric Environment*. Great Britain: vol. 25B, no. 2.

Bravo,Humberto. 1998. "Etanol en la gasolina: ¡no más adivinanzas por favor¡". En *Reforma*. México, D.F.: 12 de septiembre. P. 7B.

Caselli, Maurizio. 1992. *La contaminación atmosférica*. México, D.F.: Siglo Veintiuno.

Centro de Estudios del Sector Privado para el Desarrollo Sustentable y Cámara Nacional de la Industria de la Transformación. 1998. *Ciudad de México: respirando el futuro. Evaluación del Programa para Mejorar la Calidad del Aire en la Zona Metropolitana del Valle de México 1995-2000.* México, DF.: CESPEDES.

Chávez, César R. 1996. "Planeación y administración ambiental en el Valle de México". En *Seminario Aire y Política: Acuerdos y Desacuerdos en Torno a la Contaminación Atmosférica de la Ciudad de México*. México, D.F.: Centro de Estudios Demográficos y de Desarrollo Urbano, El Colegio de México.

Chow Pangtay, Susana. 1990. "Consecuencias inmediatas del uso indiscriminado de gasolinas 'sin plomo' en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México". En Kumate, Jesús y Marcos Mazari, coords. *Problemas de la cuenca de México.* México: El Colegio Nacional.

Comisión Intersecretarial de Saneamiento Ambiental. 1979. *Programa coordinado para mejorar la calidad del aire en el Valle de México 1979-1982.* México, D.F.: la Comisión.

Crenson, Matthew A. 1971. *The un-politics of air pollution: a study of non-decisionmaking in the cities.* Baltimore: The Johns Hopkins Press.

Cutter, S. 1993. *Living with risks: the geography of technological hazards.* London: Edward Arnold.

Debeir, Jean-Claude et al. 1991. *In the servitude of power: energy and civilisation through the ages.* New Jersey: Zed books.

Douglas, M. y A. Wildavsky. 1983. *Risk and culture.* [California]: University of California Press.

Elsom, Derek. 1987. *Atmospheric pollution: causes, effects and control policies*. New York: Basil Blackwell.
Ezcurra, Exequiel. 1991a. "Las inversiones térmicas". En *Ciencias*. México, D.F.: Facultad de Ciencias, UNAM, no. 22, abril.
Ezcurra, Exequiel. 1991b. "¿Qué mide el IMECA?". En *Ciencias*. México, D.F.: Facultad de Ciencias, UNAM, no. 22, abril.
García, Rolando. 1994. "Interdisciplinariedad y sistemas complejos". En Leff, Enrique, comp. *Ciencias Sociales y formación ambiental*. Barcelona: Gedisa, CIIH, UNAM.
García-Colín Scherer, Leopoldo. 1990. "Aspectos químicos de la contaminación en l acuenca de México". En Kumate, Jesús y Marcos Mazari, coords. *Problemas de la cuenca de México*. México: El Colegio Nacional.
Gastélum, Raúl. 1983. "La política de precios internos de productos petroleros en México, 1976-1982". En Wionczek, Miguel, coord. *Problemas del sector energético en México*. México, D.F.: Programa de Energéticos, El Colegio de México.
Godau Schucking, Rainer. 1985. "La protección ambiental en México: sobre la conformación de una política pública". En *Estudios sociológicos*. México, D.F.: El Colegio de México, vol. 3, no. 7, enero-abril.
González Cruz, Leonel, et al. 1999. "Nuevo laboratorio de pruebas de combustibles, motores y dispositivos anticontaminantes". En *Octanaje*. México: PEMEX, no. 23, mayo-junio.
González Franco de la Peza, Rafael. 1996. "Los puntos ciegos del combate a la contaminación del aire en la ciudad de México". En *Seminario Aire y Política: Acuerdos y Desacuerdos en Torno a la Contaminación Atmosférica de la Ciudad de México*. México, D.F.: Centro de Estudios Demográficos y de Desarrollo Urbano, El Colegio de México.
Gutiérrez, Roberto. 1988. "El sector energético de México". En Wionczek et al., coords. *Posibilidades y limitaciones de la planeación energética en México*. México, D.F.: Programa de Energéticos, El Colegio de México.
Guzmán, Oscar, et al. 1985. *Uso eficiente y conservación de la energía en México: diagnóstico y perspectivas*. México, D.F.: Programa de Energéticos, El Colegio de México.
Guzmán, Oscar y Michele Snoeck. 1988. "La industria de refinación". En Wionczek et al., coords. *Posibilidades y limitaciones de la planeación energética en México*. México, D.F.: Programa de Energéticos, El Colegio de México.
Hall, P. 1982. "Approaching the problem". En McGrew, Anthony G. y M. J. Wilson, eds. 1982. *Decision making: approaches and analysis*. Manchester: The Open University.
Haughton, G. y C. Hunter. 1994. *Sustainable cities*. London: Jessica Kingsley Publishers.
Heredia, Agustín y Primitivo Cibrián, 1996. "Evolución de las gasolinas automotrices en Pemex a partir de la expropiación petrolera". En *Octanaje*. México: PEMEX, no. 3, enero-febrero.

Husted, Bryan W. y Jeanne M. Logsdon. 1997. "The impact of NAFTA on Mexico's environmental policy". En *Growth and Change*. Oxford: Blackwell, vol. 28, winter.

Instituto Mexicano del Petróleo. 1987. *Comportamiento de las nuevas gasolinas Plus de Petróleos Mexicanos*. [S.l.]: IMP.

Instituto Mexicano del Petróleo, Subdirección de Protección Ambiental, Gerencia de Ciencias del Ambiente. 1997. "Algunas preguntas sobre las gasolinas que se emplean en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México". En *Octanaje*. México: PEMEX, no. 11, mayo-junio.

Instituto Mexicano del Petróleo. 1998. *Evaluación del comportamiento en los vehículos automotores que utilizan las gasolinas PEMEX-MAGNA y PEMEX-PREMIUM en la ZMCM*. [S.l.]: IMP.

Instituto Mexicano del Petróleo, División de Protección Ambiental, Departamento de Estudios en Combustibles y Emisiones Vehiculares. [S.f.]. *Procedimiento de prueba FTP-75 (NMX-AA-II-1993)*. [S.l.]: IMP.

Jáuregui, E. 1992. "Evaluación preliminar del impacto del programa UN DIA SIN AUTO en los niveles de contaminación del Distrito Federal". En *GEO-UNAM*. México, D.F.: Boletín del Área de Ciencias de la Tierra, UNAM, vol. 1 num. 3, diciembre.

Jones, M. R. 1989. "The potential of Decision Analysis as a means of integrating the Environment into Energy Policy Decisionmaking". En *Environment and Planning A*. Londres: Pion, vol. 21. Pp. 1315-1327.

Leff, Enrique, comp. 1994. *Ciencias Sociales y formación ambiental*. Barcelona: Gedisa, CIIH, UNAM.

Legorreta, Jorge. 1991. "La grave contaminación atmosférica de la Ciudad de México". En *Ciencias*. México, D.F.: Facultad de Ciencias, UNAM, no. 22, abril.

Legorreta, Jorge y Ángeles Flores. 1992. "La contaminación atmosférica en el Valle de México". En Restrepo, Iván, coord. *La contaminación atmosférica en México: sus causas y efectos en la salud*. México, D.F.: Comisión Nacional de Derechos Humanos.

Leiva Nuncio, Miguel et al. 1996. "Gasolina reformulada: nueva opción para el público consumidor". En *Octanaje*. México: PEMEX, no. 8, noviembre-diciembre.

Leiva Nuncio, Miguel y Nicolás Rodríguez. 1999 . "El diesel". En *Octanaje*. México: PEMEX, no. 24, julio-agosto.

Lerner, Alan W. 1976. *The politics of decision-making: strategy, cooperation, and conflict*. London: Sage.

Lezama, José Luis. 1996. "La construcción ideológica y política de la contaminación del aire: consideraciones para el caso de la Ciudad de México". En *Estudios demográficos y urbanos*. México, D.F.: Centro de Estudios Demográficos y de Desarrollo Urbano, El Colegio de México, no. 32.

Lezama, José Luis. 1997. "El problema del aire en el valle de México: crítica a la política gubernamental 1979-1996". En *Estudios demográficos y urbanos*. México, D.F.: Centro de

Estudios Demográficos y de Desarrollo Urbano, El Colegio de México, vol. 12, no. 3 (36), septiembre-diciembre.
Lipietz, Alain. 1993. *Vert espérance: l'avenir de l'écologie politique.* Paris: La Découverte.
Liu, Paul Ih-fei. 1993. *Introduction to energy and the environment.* New York: Van Nostrand Reinhold.
López Vidal, Gabriel. [s.f.]. *Mejoramiento de combustibles y su aplicación en automotores del mercado mexicano.* [S.l.]: IMP.
Lukes, Steven. 1985. *El poder: un enfoque radical.* Tr.: Jorge Deike. Madrid: Siglo XXI.
Márquez, Miguel y Roberto López. 1988. "Impactos ambientales y regionales de la explotación petrolera". En Wionczek et al., coords. *Posibilidades y limitaciones de la planeación energética en México.* México, D.F.: Programa de Energéticos, El Colegio de México.
México, Departamento del Distrito Federal. 1990. *Programa integral contra la contaminación atmosférica.* México, D.F.: DDF.
México, Departamento del Distrito Federal, Gobierno del Estado de México, SEMARNAP y SSA. 1996. *Programa para mejorar la calidad del aire en el valle de México 1995-2000.* México: DDF.
México, Departamento del Distrito Federal, Secretaría del Medio Ambiente, Dirección General de Prevención y Control de la Contaminación. 1996. *Red automática de monitoreo atmosférico de la ciudad de México.* México, D.F.: DDF.
Mumme, Stephen P., Richard Bath y Valerie J. Assetto. 1988. "Political development and environmental policy in Mexico". En *Latin american research review.* Albuquerque, NM.: University of New Mexico, vol. 23, no. 1.
Mumme, Stephen P. 1992. "System maintenance and environmental reform in Mexico: Salinas's preemptive strategy". En *Latin american perspectives.* Newbury Park, Cal.: Sage, vol. 19, no. 1.
National Research Council. 1991. *Rethinking the ozone problem in urban and regional air pollution.* Washington, D.C.: National Academy Press.
Olivé, León. 1996. *Razón y sociedad.* Biblioteca de ética, filosofía del derecho y política. México, D. F.: Fontamara.
Owens, S. 1992. "Energy, environmental sustainability and land-use planning". En M. J. Breheny, ed. *Sustainable development and urban form.* Londres: Pion.
Palazuelos, Eduardo, et al. 1992. "La contaminación por plomo en México". En Restrepo, Iván, coord. *La contaminación atmosférica en México: sus causas y efectos en la salud.* México, D.F.: Comisión Nacional de Derechos Humanos.
Parry, G. y P. Morriss. 1982. "When is a decision not a decision?". En McGrew, Anthony G. y M. J. Wilson, eds. *Decision making: approaches and analysis.* Manchester: The Open University.
Petróleos Mexicanos. 1988. *Memorias de labores 1983-1988.* [S.l.]: PEMEX.

Petróleos Mexicanos. 1997. *Anuario Estadístico 1997*. [S.l.]: PEMEX.

Portney, Kent. 1992. *Controversial issues in environmental policy: science vs. economics vs. politics*. Controversial Issues in Public Policy, 1. Newbury Park, Cal.: Sage.

Quadri de la Torre, Gabriel y Luis R. Sánchez Cataño. 1994. *La ciudad de México y la contaminación atmosférica*. México, D.F.: Limusa.

Restrepo, Iván, coord. 1992. *La contaminación atmosférica en México: sus causas y efectos en la salud*. México, D.F.: Comisión Nacional de Derechos Humanos.

Riveros Rotgé, Héctor G. 1996. "Análisis de las mediciones de contaminación del aire". En García-Colín Scherer, Leopoldo y Juan Rubén Varela Ham, comps. *Contaminación Atmosférica*. México, D.F.: El Colegio Nacional.

Robinson, Wade L. 1994. *Decisions in doubt: the environment and public policy*. Hanover, NH: University Press of New England.

Rodríguez Martínez, Nicolás y José Antonio Rosas. 1996. "Evolución de la calidad del diesel en México". En *Octanaje*. México: PEMEX, no. 5, mayo-junio.

Rodríguez Martínez, Nicolás. 1996. "Las gasolinas: características e impacto en la operación de los vehículos y en el medio ambiente". En *Octanaje*. México: PEMEX, no. 7, septiembre-octubre.

Rodríguez Martínez, Nicolás. 1997. "Nueva calidad de gasolinas en la zona metropolitana del valle de México". En *Octanaje*. México: PEMEX, no. 12, julio-agosto.

Rosas, José Antonio y Nicolás Rodríguez. 1997. "Gasolinas". En *Octanaje*. México: PEMEX, no. 13, septiembre-octubre.

Rydin, Y. 1998. "Managing urban air quality: language and rational choice in metropolitan governance". En *Environment and Planning A*. Londres: Pion, vol. 30.

Santos Burgoa, Carlos. 1996. "Salud y contaminación: certidumbres e incertidumbres de los daños a la salud por la contaminación del aire en la Ciudad de México". En *Seminario Aire y Política: Acuerdos y Desacuerdos en Torno a la Contaminación Atmosférica de la Ciudad de México*. México, D.F.: Centro de Estudios Demográficos y de Desarrollo Urbano, El Colegio de México.

Schifter, Isaac y Esteban López. 1998. *Usos y abusos de las gasolinas*. La ciencia para todos, 159. México, D.F.: Fondo de Cultura Económica.

Shaw, Robert W. 1987. "Air pollution by particles". En *Scientific American*. New York: Scientific American Inc., no. 257, august.

Sloep, Peter B. y Maria C. E. van Dam-Mieras. 1995. "Science on environmental problems". En Glasbergen, Peter y Andrew Blowers, eds. *Perspectives on environmental problems*. London: Open University.

Smith, S. 1997. *Evaluating economic instruments for environmental policy*. Paris: OECD.

Snoeck, Michele. 1989. *La industria de refinación en México, 1970-1985*. México, D.F.: Programa de Energéticos, El Colegio de México.

Sprout, Harold y Margaret Sprout. 1978. *The contex of environmental politics*. Kentucky: University Press of Kentucky.

Vela, Arnoldo. 1988. "Authoritarian decision-making and alternative patterns of power and influence: the mexican IBM case". Tesis doctoral. [Austin, Texas]: University of Texas at Austin.

Weber, Max. [s.f.]. *El político y el científico*. [3 ed.] México, D.F.: Colofón, [c1998].

Willars Andrade, Jaime Mario. 1992. "Las externalidades en el uso de hidrocarburos". En *Simposio "México: los relevos energético-ambientales"*. México D.F.: Programa Universitario de Energía, UNAM.

Wionczek, Miguel. 1982. "Limitaciones de la política energética de México". En Wionczek, Miguel, coord. *Energía en México: ensayos sobre el pasado y el presente*. México, D.F.: Programa de Energéticos, El Colegio de México.

World Commission on Environment and Development. 1987. *Our common future*. Oxford: Oxford University.