



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ECONOMÍA**

**“El Desarrollo Sustentable y los nuevos energéticos:  
El Biodiesel como alternativa para la problemática ambiental en la Zona  
Metropolitana del Valle de México.”**

**TESIS PROFESIONAL**

**Que para obtener el título de:  
LICENCIADO EN ECONOMÍA**

**Presenta:**

**EDGAR ALEJANDRO ESCALANTE PÉREZ**

**ASESOR**

**Mtro. Alfredo Córdoba Kuthy**

**México, D.F. NOVIEMBRE DE 2005**

m35036.9



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## *Agradecimientos*

*A mis Padres Germán y Margarita, por su apoyo incondicional, buenos consejos, paciencia y por alentarme siempre a seguir preparándome y superándome.*

*A mis hermanos Kathya e Iván que con su ejemplo contribuyeron de manera importante en la formación de mi carácter. Gracias por todo pero sobre todo por su amistad.*

*A mi Universidad y sus Profesores, que gracias a sus conocimientos y valores, entendí la importancia del compromiso que tengo hacia mi familia y mi país.*

*A mi Asesor de Tesis Alfredo Córdoba Kuthy, y a los miembros del Jurado Consuelo González, Américo Saldívar, Gastón Sosa y Jorge Calderón por sus sabios consejos, comentarios y por haber sido parte integral de mi formación académica.*

*A Brigitte simplemente por ser quien es, ya que sin su amor, ayuda y paciencia no habría llegado hasta donde me encuentro en este momento. Gracias por todo!*

*A mis amigos Alberto, Alicia, Ana, Cynthia, Edgar, Eduardo, Erick, Héctor, Juan Carlos, Luana, Luz, Mario, Roberto, Tony y Vanessa que fueron parte integral de mi educación y siempre estuvieron conmigo, en las buenas y en las malas.*

*Un especial agradecimiento a la Dra. Consuelo González por su amistad, comprensión y apoyo en esta etapa tan importante de mi vida. Le deseo que siga cosechando éxitos tanto en su vida personal como en su carrera profesional.*

*En general a todos quienes hicieron posible este momento, no me queda mas que decirles Gracias!*

# Índice

<b>Introducción</b>	<b>6</b>
<b>Capítulo I</b>	
<b>1. Evolución del Pensamiento Económico Ambiental</b>	
1.1 Principales Corrientes del Pensamiento Económico – Ambiental	<b>9</b>
1.2 ¿Qué es el Desarrollo Sustentable?	<b>15</b>
1.3 Economía Ambiental y Economía Ecológica	<b>18</b>
1.4 Globalización del Pensamiento Económico – Ecológico: “Cumbre para la Tierra, una nueva visión de la problemática ambiental”	<b>23</b>
1.5 Necesidad de Instrumentar un Modelo Económico Sustentable	<b>27</b>
• Consideraciones para el caso mexicano	
• Tecnologías y Combustibles Alternativos	
<b>Capítulo II</b>	
<b>2. Problemática Ambiental y Política Ambiental Mexicana</b>	
2.1 Características Físico Geográficas de la ZMVM.	<b>37</b>
2.2 Principales Problemas en la Calidad del Aire de la Ciudad de México	<b>40</b>
• Calidad del Aire	
• Origen de los Contaminantes Atmosféricos	
• Efectos de la Contaminación en la Salud	
2.3 Retos y Metas	<b>55</b>
• Programa Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales	
2.4 Política Ambiental en México	<b>63</b>
2.5 Instrumentos Económicos	<b>66</b>
• Impuestos Ambientales	
• Incentivos Económicos	
<b>Capítulo III</b>	
<b>3. Biodiesel</b>	
3.1 ¿Qué es el Biodiesel y por qué es importante su estudio?	<b>75</b>
• Propiedades del Biodiesel	
• Producción del Biodiesel	
3.2 El Biodiesel llevado a la realidad: El caso de Brasil y España	<b>81</b>
3.3 Ventajas y Desventajas del Uso e Instrumentación del Biodiesel en la Ciudad de México	<b>84</b>
3.4 Gasolina vs Biodiesel	<b>88</b>
3.5 Recomendación para llevar a cabo la Instrumentación del Biodiesel en la Zona Metropolitana del Valle de México	<b>94</b>
<b>Conclusiones</b>	<b>105</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>109</b>

## Justificación

Hasta nuestra época, cada una de las generaciones humanas se caracterizaba porque cargaba únicamente con la problemática de su tiempo y sufría sus consecuencias, pero en el presente, los cambios que se suscitan parecen darse de forma tan rápida, tan grande y ser tan complejos que debemos de considerar también los problemas y consecuencias para las generaciones futuras. Nos enfrentamos a una alarmante contaminación global y a un creciente agotamiento de los recursos naturales; “el efecto invernadero”, el cambio climático, la destrucción de la capa de ozono, la lluvia ácida, la contaminación de las aguas, y la deforestación entre otros, están adquiriendo dimensiones globales que afectan no solo la estabilidad de los sistemas que sustentan la vida, sino también las actividades económicas del hombre.

La llamada “crisis del medio ambiente” que fue gestada desde inicios de la primera Revolución Industrial, se ha ido acelerando espectacularmente durante la segunda mitad del siglo XX y principios del XXI, de modo tal, que en nuestros días **“resulta urgente hacer una modificación sustancial en la visión de las interrelaciones entre los procesos socio-económicos y los ecológico-ambientales.”**

La industria petroquímica nacional, en particular lo referente a la producción de combustibles debe acelerar la implementación de un proceso de bipolarización, donde su importancia ya no radique principalmente en el valor generado por la producción y venta de gasolina, sino que además, debe considerar nuevas alternativas donde el medio ambiente juegue un papel predominante en su esquema productivo.

Por ello, la importancia de reestructurar y reorientar las actividades económicas hacia un modelo sustentable que garantice mejores condiciones futuras, es indudable. La puesta en práctica del Desarrollo Sustentable implica una transformación estructural del sistema social y económico donde se persigan ciertos objetivos encaminados a invertir las tendencias “malignas” de insostenibilidad que dificultan el verdadero desarrollo económico.

Entre los puntos que requieren atención con mayor urgencia encontramos los siguientes:

- Transformar los patrones de producción y consumo encaminados al desperdicio y sobre explotación de recursos naturales y económicos por uno donde se garantice la efectividad de los procesos en un marco institucional moderno y planeado desde el punto de vista económico y ecológico.
- Eliminar los procesos productivos ineficientes, los patrones de consumo viciados y la introducción y permanencia en el mercado de productos de pésima calidad; orientándolos de modo tal que tanto su producción como consumo resulten menos dañinos para el hombre y el planeta.
- Reformar la base tecnológica actual para impulsar una actividad económica ecológica.

- Estudiar y entender la situación actual de la problemática ambiental, para de esa manera, planear e implementar medidas eficaces que permitiesen aminorar el impacto negativo sobre el medio ambiente sin sacrificar beneficios económicos.

A grandes rasgos la exigencia mundial debe enfocarse en reformar las actividades productivas y de consumo de modo que estas sean reorientadas de una economía ambiental destructiva a una creativa, y una de las formas de lograrlo es mediante el uso de “combustibles ecológicos”, mismos que sin ser la única solución a los grandes problemas nacionales, sí representarían una contribución importante en la lucha pro ambiental.

En este sentido cabe señalar que lo más importante es, antes que nada, tener un entendimiento pleno de los problemas que aquejan a la ciudad de México y muy en particular, su zona metropolitana, ya que resultaría ilógico el tratar de proponer una solución a una situación desconocida. Por esta razón, el marco institucional y las herramientas que este puede proveernos, resultan parte medular de la investigación.

## **Objetivo General**

Dadas las características actuales de la economía mundial, y el contexto de incertidumbre en el que se desarrollan los procesos productivos, el objetivo del Desarrollo Sustentable debe ser estudiar el problema desde tres perspectivas diferentes, pero íntimamente relacionadas entre sí: Económica, Ecológica y Social.

La integración de las preocupaciones ambientales en la formulación y toma de decisiones, debe subrayar la importancia de contar y/o instaurar nuevos métodos, normas e instrumentos de evaluación ambiental que regulen eficazmente los procesos productivos. Básicamente a lo que se debe aspirar es “lograr un desarrollo económicamente sostenible, ecológicamente sustentable, y socialmente justo y equilibrado” en otras palabras, debemos hacer que nuestra sociedad lleve a la práctica la definición del Desarrollo Sustentable: “Las generaciones presentes deben ser capaces de legar a las generaciones futuras un ambiente sano y limpio, con recursos naturales suficientes para enfrentar y cubrir sus propias necesidades de desarrollo y bienestar.”

Lo que pretendo demostrar en este trabajo de Tesis, es que la actividad económica y el medio ambiente pueden complementarse si se cuenta con el marco regulatorio necesario, y particularmente si se impulsa la investigación e inversión en tecnologías y proyectos limpios, que además de tener grandes beneficios ambientales, cuenten con importantes beneficios económicos.

## **Objetivos Particulares**

A pesar de que México es uno de los países con mayor biodiversidad en todo el planeta, el estudio del Desarrollo Sustentable todavía no adquiere un carácter de tipo prioritario en la determinación de las políticas económicas del país. Los actuales niveles de producción y consumo, exigen un uso intensivo de insumos y una explotación irracional de los recursos naturales; tal es el caso de los bosques, ríos, mares, y actividades extractivas como la petrolera. El estudio del medio ambiente y su deterioro sin embargo, resulta extremadamente extenso por lo que resultaría inútil tratar de encontrar el hilo negro. Por ello únicamente voy a concentrarme en la problemática ambiental<sup>1</sup> de la ZMVM causada por el uso de gasolina en el sector transporte y en un concepto que ha adquirido fuerza en años recientes y que a mi juicio, representa una alternativa viable en la obtención de algunas de nuestras metas planteadas en el corto, mediano y largo plazo: Los combustibles ecológicos o biocombustibles. Con la implementación de un marco institucional eficiente, políticas e instrumentos económicos planeados y alternativas como la de introducir el consumo del biodiesel a la vida cotidiana del país, se podrían dar grandes avances. Por esta razón, lo que voy a demostrar más adelante es que la producción y consumo del biodiesel puede ser una realidad y una gran alternativa que además de disminuir las emisiones dañinas a la atmósfera, es un combustible económicamente competitivo que impactaría de forma positiva la actividad del campo y la vida económica del país.

---

<sup>1</sup> Entiéndase por problemática ambiental lo referente a la calidad del aire y a los problemas ocasionados por los gases arrojados a la atmósfera en el proceso de quema de gasolina en motores diesel.

## Hipótesis

Dado que en la actualidad el ser humano se enfrenta a alarmantes niveles de contaminación (atmosférica, de agua, tierra, etc.) y al agotamiento de los Recursos Naturales, es indispensable que el desarrollo de las actividades económicas se reformule en nuevos términos que impliquen la recuperación del medio ambiente, y el uso racional de los recursos naturales.

Sobre la base del desarrollo sustentable se debe propiciar el crecimiento económico, abaratando en la medida de lo posible los costos de producción y mejorando a la vez el nivel de vida de la población. Si se puede asegurar la existencia de recursos naturales suficientes para las generaciones futuras, entonces se facilitará la planeación de nuevas alternativas y procesos económicos – ecológicos, ya que no estará comprometido el éxito económico por falta de los mismos.

De lograrse avances representativos en materia de nuevos combustibles, estos se reflejarían no solo en materia de emisiones, sino que a la par, alentaría la actividad del campo, aprovecharía la infraestructura existente, desarrollaría otras áreas como la de investigación y desarrollo científico, y se acercaría a un modelo sustentable que probara que medio ambiente y economía no están peleados, sino que pueden complementarse en la búsqueda de sus objetivos.

Si el Biodiesel fuera una realidad en la vida económica del país, no implicaría la desaparición de la gasolina tradicional del mercado mexicano ya que ésta seguiría formando parte del sistema productivo de PEMEX; pero en cambio, representaría un nuevo mercado con grandes beneficios económicos y ecológicos.

## **Introducción**

Dadas las características físicas – geográficas del valle de México, la condición ambiental de la ciudad ha alcanzado niveles críticos mostrando crecientes tendencias de deterioro tanto en la salud de sus habitantes, como de sus capacidades naturales de renovación de recursos. La tasa de crecimiento poblacional y las exigencias de la vida cotidiana han incrementado a su vez, los niveles de consumo y demanda de bienes y servicios, por lo que sectores como salud, educación y transporte han sido sobrepasados de forma alarmante.

En este respecto, la demanda de combustibles provenientes de fuentes fósiles, que permitan a la economía nacional dar continuidad a su acontecer diario, ha generado un volumen de emisiones de gases dañinos por encima de los niveles “aceptables” que además de impactar a los agentes económicos, tiene repercusiones a corto, mediano y largo plazo que difícilmente serán reversibles una vez encontrados en el medio.

Aunado a esto, la falta de alternativas e instrumentos eficientes que prevean de herramientas a la economía en su accionar para prevenir crisis futuras, nos dan indicios que las perspectivas no son tan alentadoras como quisiéramos. Por estas y otras razones, el Desarrollo Sustentable trata de concientizar y preparar a las generaciones presentes, para hacer frente de la mejor manera posible a las exigencias futuras de la economía, atendiendo así, uno de sus principios fundamentales.

El propósito de este trabajo de tesis es mostrar, en primera instancia que la problemática ambiental es un tema serio que requiere mayor atención por parte de las autoridades, y también que existen alternativas que podrían implementarse en nuestro país si se contara con el entorno adecuado, con apoyos económicos y de infraestructura, desarrollo tecnológico, cultura cívica y participación ciudadana.

Los grandes problemas de contaminación atmosférica en las ciudades más importantes del mundo, provienen de la quema de grandes cantidades de combustible y en la necesidad intrínseca de transporte tanto de personas como de mercancías e insumos. En el caso particular de la ciudad de México (su zona Metropolitana), según la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, en el año 2000 circulaban diariamente 3 millones 250 mil vehículos que quemaban poco más de 18 millones de litros de gasolina y 5 millones de diesel representando cerca del 85% del total de la contaminación de aire.

De acuerdo a lo anterior, la necesidad de encontrar un combustible cuyo comportamiento sea igual al que actualmente se encuentra en el mercado, pero que implique beneficios ambientales extraordinarios es imperante. Es aquí donde surge el biodiesel.

En el Capítulo primero de la Tesis, se muestra la forma en que las diferentes corrientes del pensamiento económico, han expresado su percepción acerca del medio ambiente, es decir, se describe la forma en que esta percepción fue evolucionado desde la época en que se le daba poca o nula importancia al daño causado por la actividad del hombre pues se creía que los recursos eran ilimitados, hasta nuestros tiempos donde cientos de recursos y especies, tato animales como vegetales han dejado de existir, otros cuantos

corren el riesgo de extinguirse y las repercusiones de la actividad económica se dejan sentir en todos los aspectos.

Se hace referencia a los primeros estudios especializados del medio ambiente y sus recursos naturales, en relación con el entorno económico, hasta llegar a la conclusión de que medio ambiente y economía pueden y deben complementarse sobre las bases teóricas de la Economía Ecológica, la Economía del Medio Ambiente y por supuesto, el Desarrollo Sustentable.

En el Capítulo Segundo, se analiza la problemática ambiental de la Zona Metropolitana del Valle de México y el impacto que tiene sobre la vida económica del país. Se hacen planteamientos enfocados principalmente a la cuestión de la problemática ambiental causada por el uso de gasolina en el transporte público y privado y se analiza el marco institucional que establece la política ambiental en México, además de analizar algunas de las herramientas más importantes con que cuenta el estado para contrarrestar los problemas de emisiones dañinas arrojadas por este concepto.

Finalmente en el Capítulo tercero, se introduce lo que desde mi punto de vista, podría ser una alternativa y/o solución a gran parte de estos problemas: El biodiesel como herramienta en la lucha contra los problemas de emisiones en la ZMVM. Se analizan sus características de producción, desempeño, beneficios y demás aspectos relacionados con su implementación en el mercado mexicano, para finalmente concluir el trabajo de investigación con algunas recomendaciones que resultarían muy útiles para instrumentar el uso del mismo en un periodo no mayor a 20 años.



---

**Capítulo I**  
**Evolución del Pensamiento Económico Ambiental**

## 1. Evolución del Pensamiento Económico Ambiental.

### 1.1 Principales Corrientes del Pensamiento Económico - Ambiental

La economía ha evolucionado durante siglos, desde la antigua Grecia, pasando por el feudalismo de la edad media, la revolución industrial y el desarrollo tecnológico, hasta nuestros días. A medida que el Siglo XX llegaba a su fin y el nuevo siglo daba inicio, los temas ambientales fueron adquiriendo importancia a todos los niveles de estudio; el ser humano de hoy se enfrenta a una serie de problemas globales que dañan la biosfera y la vida humana de modo alarmante y que podrían convertirse en irreversibles en breve; además, a medida que nos fuimos adentrando en el estudio de dichos problemas, nos dimos cuenta de lo inútil que resultaba tratar de entenderlos y darles solución de forma aislada.

Si bien es cierto que el estudio del Desarrollo Sustentable es relativamente nuevo, se podría decir que las causas que dieron origen a la problemática ambiental de hoy, se fueron gestando a la par del desarrollo de las actividades económicas, desde los Fisiócratas<sup>2</sup> y la Teoría del Crecimiento Económico de Smith<sup>3</sup>, hasta las nuevas Economías Globalizadas.

A raíz de la división del trabajo y de la especialización en ciertas áreas productivas, se generó la intensificación de aquellas actividades que resultaban más redituables para el hombre. Con la llegada de la Primera Revolución Industrial (1760 – 1830) el vapor, que era la principal fuente energética del momento, jugó un papel determinante para el desarrollo que de sus economías y en general de sus actividades productivas.

Una de las primeras escuelas que involucró su concepto de riqueza con el entorno, fue la **Fisiocracia** o “*gobierno de la naturaleza*”, que encontró en Francois Quesnay a su líder intelectual. Este grupo de pensadores creía en la ley natural y en la agricultura como única fuente de riqueza<sup>4</sup> y partieron del estudio de la situación de la agricultura francesa, cuya miseria se hacía más evidente al contrastarla con la prosperidad de la inglesa, para analizar el rol del campo y la actividad agrícola como determinante del éxito de su economía.

---

<sup>2</sup> Grupo de escritores franceses de mediados del Siglo XVIII que se caracterizó porque apelaban a principios racionales como la afirmación de que todos los hechos sociales estaban unidos por los lazos de leyes inevitables, a las que debían obedecer los individuos y los gobiernos una vez que las hubieran comprendido.

<sup>3</sup> Adam Smith (1723 – 1790) Considerado actualmente como el “Padre de la Economía” escribió entre otras: “*The Theory of Moral Sentiments*” (1759) y “*La Riqueza de las Naciones*” (1776), en la cual explica cómo el gobierno divino del universo actúa sobre nuestros problemas políticos y económicos inmediatos. Un ejemplo semejante es el justamente famoso pasaje de Smith sobre la “Mano Invisible”

<sup>4</sup> Los fisiócratas definen la riqueza como el conjunto de valores que pueden ser consumidos sin empobrecerse.

El factor clave que seleccionó Quesnay y que hoy se presenta como la falacia más relevante de la doctrina fisiocrática, fue que la productividad era exclusiva de la agricultura. En ese primer momento de la historia económica, se empezaron a dar indicios para algunos grupos de pensadores del gran potencial económico que representaba la explotación del medio ambiente y lo que proviniera de este, en parte también, porque se veía al entorno como proveedor ilimitado de recursos cuyo costo no era considerado por no tener un precio de venta determinado en el mercado. “La percepción que se tenía en esos momentos, a los niveles de producción y consumo de sus sociedades, ni siquiera consideraba la posibilidad de que algún día se pudiese carecer de recursos provenientes de la naturaleza, por lo que su riqueza estaba garantizada.”

Quesnay afirmaba que el suelo era la única fuente de riqueza y años más tarde, su precursor Boisguillebert trató de dar continuidad a esa idea escribiendo: “*De ninguna manera es necesario hacer milagros, sino sólo cesar de estar continuamente violentando la naturaleza...*” Estas afirmaciones manifestaban ya el dogma que más tarde influiría en Adam Smith y en general en las doctrinas económicas clásicas y que aún son válidas para algunos pensadores políticos de nuestros días: *El orden natural como el más ventajoso para el género humano.*

En su estudio de *La Riqueza de las Naciones*, que es considerado por la opinión informada como una prolongación de *The Theory of Moral Sentiments*, Smith creó un sistema que combinaba el estudio de la naturaleza humana y una teoría de la historia, con una forma peculiar de teología natural y algunas observaciones prácticas sobre la vida económica. Reducido a la esfera económica, su sistema caracterizaba las actividades de la agricultura, la manufactura y el comercio.

La Segunda Revolución Industrial (1870 – 1914) fue uno de los periodos claves en cuanto a utilización de energía se refiere. La electricidad y el petróleo desplazaron las fuentes energéticas de antaño de modo tal que hubo una gran variación con respecto a la etapa anterior. Básicamente lo que se buscó en este periodo fue lograr una automatización de los sistemas productivos impulsados por la generación de nuevas máquinas que en su mayoría utilizaban combustibles derivados del petróleo (El motor de explosión que posteriormente derivaría en la invención del automóvil es un claro ejemplo de ello, ya que extraía la energía del petróleo para usarla como impulsor de la maquinaria que intervenía en los procesos productivos.)

Fue en parte de este periodo donde ubicamos a uno de los personajes más importantes de la historia económica mundial: Karl Marx<sup>5</sup>. Su materialismo histórico lo llevó a ver el resultado de la resolución dialéctica de conflictos entre fuerzas antagónicas. Desde este punto de vista, el modo de producción capitalista se caracterizaba por la lucha de clases entre la burguesía y el proletariado, de modo que la explotación de la fuerza de trabajo era garantía del éxito del capitalismo.

---

<sup>5</sup> Karl Marx (1818 – 1883) Nacido en Tréveris, Prusia, forjó un sistema completo de pensamiento científico desarrollado en gran medida por él mismo que influenció la economía de todo el mundo occidental. El primer Volumen de su obra más importante “*El Capital*” apareció en 1867, pero Marx murió antes de que pudieran publicarse los volúmenes segundo y tercero, por lo que estos aparecieron editados por su amigo Friederich Engels.

La noción de *reproducción* para Marx era indispensable, ya que una sociedad no podía mantenerse sobre una base viable a menos que las relaciones de producción fueran capaces de reproducirse por sí mismas. Evidentemente en dicho análisis *las relaciones de producción eran económicas o eventualmente sociales*, por lo que la reproducción no concernía a las relaciones con los sistemas naturales, es decir, que *nunca sería una producción ecológica de la base de recursos naturales*, utilizada para el desarrollo de las fuerzas productivas.

En este sentido, los daños sufridos por la naturaleza que reconoció Engels en su "*Dialéctica de la Naturaleza (1925)*" se atribuían inmediatamente al modo de producción capitalista, orientado por completo hacia la obtención de beneficios. Cuando Federico Engels escribió, entre 1875 y 1876, su trabajo "Introducción a la Dialéctica de la Naturaleza", los problemas de interferencia medioambiental antropogénica, no rebasaban los estrechos límites del taller manufacturero, las emisiones de gases perjudiciales para el medio ambiente producto de la utilización de la energía, particularmente carbón mineral, no representaba un problema serio de carácter local y mucho menos para el calentamiento global; sin embargo, para él no pasó de forma inadvertida la interrelación mutua, dialéctica - hombre- naturaleza:

*"Al mismo tiempo que se desarrolla el conocimiento de las leyes de la naturaleza, aumentaban los medios de acción recíproca sobre ella"*<sup>6</sup>

Engels fue quizá uno de los pioneros en cuanto a creación de ideas apuntadas a las preocupaciones "ambientalistas". En su trabajo inconcluso llamado "El papel del trabajo en la transformación del mono en hombre" (1876) escribió casi proféticamente lo siguiente:

*"El hombre, en cambio, modifica la naturaleza y la obliga así a servirle, la domina.... Sin embargo, no nos dejemos llevar del entusiasmo ante nuestras victorias sobre la naturaleza. Después de cada una de estas victorias, la naturaleza toma venganza. Bien es verdad que las primeras consecuencias de estas victorias son las previstas por nosotros, pero en segundo y tercer lugar aparecen unas consecuencias muy distintas, totalmente imprevistas y que, a menudo, anulan las primeras..."*<sup>7</sup>

Quien hubiera dicho que las palabras de este pensador alemán, serían una realidad casi 100 años después... El cambio climático y los grandes desastres naturales que se han presentado en los últimos años (terremotos, calentamiento global, y el tsunami de Asia a finales de 2004), los periodos incesantes de lluvias e inundaciones seguidos de grandes sequías y temperaturas nunca antes vistas, son un claro ejemplo de esas revanchas de las que hablaba Engels y que hoy, debemos luchar por aminorar.

<sup>6</sup> Federico Engels (1963): "*El papel del trabajo en la transformación del mono en hombre*". Carlos Marx y Federico Engels Obras Escogidas, tomo 2 (de tres). Editora Política. La Habana.

<sup>7</sup> Op. cit.

En su obra puso al desnudo las consecuencias nefastas del modo de producción capitalista en su interacción con el medio ambiente <sup>8</sup> y la falacia de la aparente antítesis sociedad-naturaleza: *“la ciencia social de la burguesía, la Economía Política Clásica, solo se ocupa preferentemente de aquellas consecuencias sociales que constituyen el objetivo inmediato de los actos realizados por los hombres en la producción y el cambio... por cuanto los capitalistas aislados producen o cambian con el único fin de obtener beneficios inmediatos... y no les interesa lo más mínimo lo que pueda ocurrir después con esa mercancía y su comprador... todos los modos de producción que han existido hasta ahora solo buscaban el efecto útil del trabajo en su forma más directa e inmediata...hace falta una revolución que transforme por completo el modo de producción existente hasta hoy día y, con él, el orden social vigente”*<sup>9</sup>

En el análisis Marxista de la economía capitalista, en cambio, el desarrollo de las fuerzas productivas va modificando las relaciones del hombre con la naturaleza, cuando esta le sirve como medio para alcanzar la plusvalía únicamente. Marx planteaba que “la clase trabajadora era explotada por la clase capitalista al apropiarse ésta del valor excedente producido por aquella”. Muchos pensadores y economistas burgueses arremetieron contra el marxismo desde la óptica ambiental, al plantear la insuficiencia de la teoría de la plusvalía para ser aplicada a la valoración de los recursos naturales y a los servicios ambientales. La idea era que tanto los recursos naturales como los servicios ambientales son productos de la naturaleza, no fabricados por el hombre y que, en muchos casos, no existen mercados donde estos se realicen y por tanto no puede encerrar el valor del trabajo humano.

Según sus escritos, la postura marxista respecto al medio ambiente giraba en torno a las siguientes ideas:

1. La naturaleza sólo tiene sentido en cuanto está relacionada con una acción práctica eminentemente humana; ya que al ser tomada en forma abstracta, no representa nada. De este modo la relación entre el hombre y el medio ambiente deben concebirse como un fenómeno social.
2. El hombre se enfrenta a la naturaleza únicamente en una actitud de transformación y apropiación.
3. La preocupación Marxista por la naturaleza *no es por la naturaleza en sí*, sino en tanto sustrato de toda actividad económica.

---

<sup>8</sup> Engels logra darse cuenta de los impactos negativos que sobre la naturaleza habían provocado diferentes formas de producción intensivas y las consecuencias irreversibles de estas sobre el entorno natural: “los hombres que en Mesopotamia, Grecia, Asia Menor y otras regiones talaban los bosques para obtener tierras de labor, ni siquiera podían imaginar que, al eliminarse con los bosques los centros de acumulación y reserva de humedad, estaban sentando las bases de la actual aridez de esas tierras... Cuándo en Cuba los plantadores españoles quemaban los bosques en las laderas de las montañas para obtener con la ceniza un abono que solo les alcanzaba para fertilizar una generación de cafetos de alto rendimiento, poco les importaba que las lluvias torrenciales de los trópicos barriesen la capa vegetal del suelo, privada de la protección de los árboles, y no dejaran tras sí más que rocas desnudas”.

<sup>9</sup> Ibid

La percepción Marxista sobre la relación hombre – naturaleza fue de depredación y conquista. Lo que le importaba al pensador Prusiano de esta interacción era la forma en que el ser humano podía obtener beneficios económicos apropiándose del entorno ya que su pensamiento era claramente económico. Lo que no le representaba beneficios de esta índole, simplemente no lo consideraba.

Los conceptos e ideas en este periodo resultaban ya, diferentes a los planteados originalmente por los mercantilistas y por los mismos fisiócratas, ya que la relación con el medio ambiente y los recursos naturales evolucionó a la par de las corrientes ideológicas mundiales; tal fue el caso de los neoclásicos y de los demás pensadores que les siguieron hasta lo que hoy conocemos, pero de una forma evolucionada propia del contexto económico actual.

El pensamiento neoclásico se caracterizaba por el esfuerzo de sistematización y perfeccionamiento del instrumental analítico desde un punto de vista ideológico, conceptual y metodológico, que tenía profundas y múltiples implicaciones para la ciencia económica e indirectamente en la consideración de los aspectos sociales y ambientales de desarrollo. Fue un periodo en el cual la ciencia económica se volvió más formal y abstracta y reflejaba una falta de interés por el carácter natural y social de la actividad económica. Entre los planteamientos más importantes que la teoría neoclásica realizó sobre los precios para los servicios ambientales, estaba su planteamiento de la teoría subjetiva del valor que descansaba en el análisis marginal y el papel del mercado como mecanismo eficiente para asignar recursos y factores productivos. Esa teoría manifestaba una preocupación de los problemas ambientales, sobre todo, en cuanto a la determinación de los precios, de los bienes y de los servicios ambientales. Entre las principales consideraciones que ofrecía la Teoría Neoclásica con relación a la degradación ambiental encontramos las siguientes:

1. Su presencia es resultado del fracaso del mercado pues no se hace el mejor uso posible de la provisión de bienes naturales, ya sea como consumo intermedio o final, por lo tanto este fallo, necesariamente implicará un cambio en la determinación de los precios.
2. El estudio de la economía ambiental se realiza en el contexto de la economía del bienestar<sup>10</sup> y del equilibrio general.
3. Los recursos naturales no se venden en el mercado, por lo tanto, su precio es cero.
4. La fuente básica de la falla del mercado es resultado de que no hay derechos de propiedad adscritos de manera individual, entonces, muchos servicios ambientales se tratan como si fuesen gratuitos.
5. En conclusión, la economía del bienestar trata de evaluar lo que sería una configuración óptima de una economía en términos de precios y cantidades de productos e insumos.

---

<sup>10</sup> El objetivo de la economía del bienestar consiste en la búsqueda de un criterio de ordenación; es una rama de la teoría económica que trata de formular proposiciones mediante las cuales se puedan ordenar en una escala de mejor a peor, las sucesivas alternativas que se presentan a la sociedad.

Durante el desarrollo y evolución del pensamiento económico se fueron sentando los elementos básicos de la ideología económica, que a su vez construirían los pilares del sistema capitalista contemporáneo (conceptos de escasez, valor de cambio y propiedad privada de los recursos productivos entre otros.) y que darían pie al estudio especializado de nuevas corrientes como la Economía Ecológica y el mismo Desarrollo Sustentable.

El desarrollo de las fuerzas productivas y de los medios de producción, en un clima de creciente globalización y racionalidad de mercado como paradigma económico universal, ha revelado los daños que el sistema productivo está provocando a la naturaleza, anteriormente desconocidos, evidenciando que no ha sido suficiente el valor del trabajo humano necesario para la conservación y el mejoramiento del equilibrio sistema productivo-sistema natural.

Si bien es cierto que las diferentes teorías económicas han abarcado este tema de acuerdo a sus alcances, también es cierto que las primeras corrientes enfocadas al 100% en su estudio son relativamente nuevas. Tanto la reproducción como la conservación del entorno natural tienen un costo de trabajo; a su vez, esta estimación se deberá ir ajustando con el tiempo, según el nuevo acervo de conocimientos adquiridos e incorporado acerca del valor del entorno natural, de forma tal que dicho entorno puede constituirse, de hecho, en una categoría histórica. Por ejemplo, siempre el valor sistémico de determinado servicio ambiental (un bosque y la biodiversidad implícita en él), será relativo a la capacidad del hombre, al comercializar sus valores, forzosamente se deben incluir los gastos en que se incurre para su preservación y fomento.

De acuerdo con esta conceptualización es posible pensar en el desarrollo sostenible de los recursos naturales no renovables como el petróleo y el gas natural, de forma tal que este tenga implícita la conservación de los yacimientos a partir de una máxima recuperación bajo la correcta definición de las tasas de extracción; la disminución de las pérdidas operativas; la adición de reservas mediante la exploración intensiva; la sustitución de combustibles según su abundancia relativa y usos más eficientes; y la inversión de las utilidades petroleras (al menos una parte de ellas) en investigación, desarrollo o incorporación de tecnologías que promuevan el ahorro energético e impulsen la utilización de energías renovables, o fósiles más "limpias". De esta forma se estará garantizando, en el largo plazo, la conservación de los beneficios generados por la extracción y uso de los hidrocarburos.

## 1.2 ¿Qué es el Desarrollo Sustentable?

Definir la “sustentabilidad” es en realidad algo muy sencillo: *“un sistema sustentable es aquel que sobrevive o persiste...”* Biológicamente esto significa evitar la extinción para sobrevivir y reproducirse. Económicamente, significa evitar grandes trastornos y colapsos para protegerse en contra de inestabilidades y discontinuidades; por ello, la sustentabilidad siempre se relaciona con la temporalidad y en particular con la longevidad.

La noción convencionalmente aceptada por la WECD<sup>11</sup> del Desarrollo Sustentable implica “la satisfacción de las necesidades esenciales del presente sin que se comprometan las correspondientes a las generaciones futuras.”

Con la aparición del término “Desarrollo Sustentable” en 1972<sup>12</sup>, se inició una gran discusión a nivel teórico y metodológico que buscaba resolver el dilema existente entre naturaleza y crecimiento económico (dos términos que parecían estar peleados desde hacía mucho tiempo atrás). El Desarrollo Sustentable se define como un proceso que propone direccionar las actividades económicas del hombre hacia una utilización más racional y equitativa de los Recursos Naturales explicando la interdependencia “economía – medio ambiente”. Es la capacidad que tienen las generaciones presentes para legar a las generaciones futuras un ambiente sano y limpio, con recursos naturales suficientes para enfrentar y cubrir sus propias necesidades de desarrollo y bienestar.

Definiciones acerca del tema pueden haber muchas, algunas más complejas que otras, pero finalmente todas compartiendo una idea central común. El problema al que nos enfrentamos al definir este concepto, radica en que al igual que la biología evolucionista, las determinaciones solo pueden hacerse después del “hecho” (la evaluación de la aptitud de un organismo el día de hoy debe esperar hasta mañana y así sucesivamente). La evaluación de la sustentabilidad también debe esperar hasta después del hecho, por lo tanto, la mayoría de las definiciones de la sustentabilidad suelen ser pronósticos de acciones emprendidas el día de hoy que esperamos que conduzcan a la sustentabilidad el día de mañana. Por ejemplo, podríamos argumentar que mantener las tasas de cosecha de un sistema de recursos por debajo de las tasas de renovación natural debería conducir a un sistema de extracción sustentable; pero esto sería solo un pronóstico y no una definición. Uno de los problemas más comunes radica en que al decir que un sistema ha alcanzado la sustentabilidad, no queremos decir que el sistema tenga una duración de vida infinita, sino más bien una duración de vida que sea consistente con su escala de tiempo y espacio.

La importancia del tema es más que sabida, pero desafortunadamente no fue sino hasta finales del siglo pasado y principios de este, que se cayó en cuenta de que uno de los mayores y peores desafíos a los que debíamos enfrentarnos era el desastre ambiental, provocado por el crecimiento económico y por los patrones de consumo actuales.

<sup>11</sup> WECD: World Commission on Environment and Development.

<sup>12</sup> Este término tuvo su origen en la Conferencia de Estocolmo Suecia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente en 1972, pero no fue sino hasta 1987 que adquirió el carácter de prioritario.

El impacto ambiental constituye no solo un elemento clave del desarrollo, sino que es también el de mayor costo en la evaluación del mismo. La paradoja a la que nos enfrentamos es que a pesar de que todos contaminamos y a todos nos afecta dicha contaminación, el impacto ambiental no entra del todo en la consideración de los diseñadores de política macroeconómica, ni en los empresarios ni en los productores individuales y mucho menos en los consumidores.

Al pasar por alto el enfoque del Desarrollo Sustentable, el crecimiento económico se ha convertido en un mito, en una ilusión, y a la vez en la posibilidad de constituir un desastre, ya que la actual crisis ecológica puede conducir al hombre al colapso a no ser que éste modifique radicalmente sus patrones de vida, producción y consumo. De acuerdo con el profesor Américo Saldívar, retomando palabras de Eduardo Galeano, América Latina es una caricatura del primer mundo y de los países ricos en su camino al desarrollo. *“No podemos ser como ellos porque el planeta moriría si los países pobres llegaran al nivel de producción y desperdicio de los países ricos”* Paradójicamente el precario equilibrio mundial depende del mantenimiento de la pobreza y la injusticia, ya que la generalización del estilo de vida occidental implicaría un suicidio colectivo de la humanidad.<sup>13</sup>

La pobreza y el desarrollo expresan una de las peores amenazas contra la continuidad del entorno físico y el sostenimiento de la vida humana. *“Para las sociedades más pobres simplemente no existe alternativa entre crecimiento económico y protección ambiental.”*

La actividad económica no puede continuar bajo la bandera de *“los negocios como siempre”*, específicamente ya no se puede sostener que el crecimiento económico, como ha sido percibido y medido convencionalmente, sea el objetivo incuestionable de las políticas de desarrollo económico. El antiguo concepto de crecimiento que designamos como crecimiento de consumo de recursos, con un consumo siempre creciente de energía y otros recursos naturales, no se pueden mantener, y deben dar paso a una búsqueda imaginativa de fines económicos que sean menos dependientes de los recursos, o bien, que sean planeados de modo tal que garanticen la preservación de los sistemas naturales y sociales. *La manera como subvaloramos los servicios del capital natural y dejamos de registrar la degradación de los recursos naturales, casi siempre significa que nos estamos empobreciendo mientras imaginamos que nuestras economías crecen.*

Lo que el Desarrollo Sustentable busca es formalizar un esfuerzo concentrado que le permita moldear de nuevo las preferencias de los consumidores, y que encamine sus necesidades hacia actividades benignas desde el punto de vista ambiental, a la vez que reduzca simultáneamente el consumo de recursos por unidad de producto terminado, incluyendo los servicios. La aceleración del desarrollo tecnológico podría ser una herramienta muy importante para alcanzar las metas planteadas, ya sea en la generación de maquinaria y equipo, o bien, incluso en el desarrollo de nuevos productos e insumos que resultasen menos dañinos al ambiente y que redujeran el desperdicio de recursos naturales en la actividad económica.

---

<sup>13</sup> Américo Saldívar, *“De la Economía Global al Desarrollo Sustentable”*, UNAM, Facultad de Economía, Programa Universitario de Medio Ambiente, Pág. 37

Citando textualmente al Profesor Américo Saldívar, el crecimiento exponencial de la población, el uso de recursos excesivos y la grave contaminación y degradación ambiental, muestran como las sociedades están en condiciones de alterar y destruir los sistemas sustentadores de vida y de la actividad económica en el planeta. La evidencia clara de ello es que en diversas partes del mundo se ha sobrepasado con mucho su capacidad sustentadora de atender dentro de límites reconocidos el bienestar y necesidades de las generaciones presentes y futuras. Por consiguiente se requiere aplicar alternativas que conduzcan a atenuar problemas complejos y efectuar una transición ordenada mediante un desarrollo que distribuya equitativamente los beneficios del progreso económico, respetando los límites ecológicos y su capacidad para persistir en el futuro. Este tipo de desarrollo se define como “sustentable”; en otras palabras, el concepto de Desarrollo Sustentable significa un crecimiento económico que se centra en mejorar la calidad de vida de las personas a través de la distribución equitativa, pero respetando el equilibrio ecológico y la capacidad de los recursos naturales para que perduren en el futuro.

El Desarrollo Sustentable se refiere por tanto a la integración de las cuestiones económicas, sociales y ambientales; de tal suerte que las actividades de producción de bienes y servicios debiesen preservar la diversidad, respetando la integridad funcional de los sistemas, minimizando su vulnerabilidad, y tratando de compatibilizar los ritmos de recarga naturales con los de extracción requeridos por el propio sistema económico (sus principios constituyeron quizá el paradigma más grande de los noventa.)

La sustentabilidad aplicada en el desarrollo económico tiene como objetivo una cultura que viva en armonía interna entre las sociedades y externa con la naturaleza, es decir, pasar de una economía saqueadora de la tierra, con un reparto excluyente de los ciudadanos, a una sustentadora mediante la constitución de una dimensión ambiental en cada aspecto de la vida económica, desde la planeación, formulación y gestión de políticas, hasta los patrones de producción y consumo con una distribución equitativa.

### 1.3 Economía Ambiental y Economía Ecológica

Las actividades de producción y consumo generan una gran cantidad de productos de desecho conocidos como residuos; el estudio de su flujo y el de los impactos resultantes en el mundo natural se denomina básicamente *economía ambiental*.

Aunque el control de la contaminación es el principal tema de la economía ambiental no es el único; también se trata el estudio de los problemas ambientales con la perspectiva e ideas analíticas de la economía, pero al decir "economía", lo hacemos refiriéndonos al estudio del ¿cómo y por qué? las "personas", ya sean consumidores, firmas, organizaciones sin ánimo de lucro o agencias gubernamentales, toman decisiones sobre el uso de recursos valiosos. Si bien es cierto que la economía ambiental se sitúa en los dos campos de estudio de la economía (microeconomía y macroeconomía), también lo es que lo hará en mayor medida en el primero de ellos; es decir, se concentra en el estudio *micro* de cómo y por qué las personas toman decisiones que tienen consecuencias ambientales. También estudia la manera en que se pueden cambiar las políticas e instituciones económicas con el propósito de equilibrar un poco más los impactos ambientales con los deseos humanos y las necesidades del ecosistema en sí mismo.

Al tratar de explicar a qué se debe que las personas se comporten de tal manera que se ocasione un deterioro o destrucción del medio ambiente, surgen varias respuestas; algunas de ellas de carácter moralista afirman que la degradación ambiental surge a partir de un comportamiento poco ético. De este modo, para lograr que las personas disminuyesen la contaminación habría que aumentar el nivel general de moralidad sobre lo ambiental en el seno de la sociedad.

Una segunda forma de enfocar el cuestionamiento sería considerando la forma en que están establecidas las economías y sus instituciones, y la forma en que conducen a que las sociedades tomen decisiones que impactan a los ecosistemas. "Las personas contaminan porque ésta es la forma más económica que poseen para resolver un problema práctico muy común: la eliminación de los productos de desecho (*residuos*) que quedan después de que los consumidores han terminado de utilizar algo, o después de que las firmas comerciales acaban de producir los bienes."

Entre las principales tareas de la economía ambiental y bajo estas condiciones, está la de sugerir a las *instituciones*<sup>14</sup> la aplicación de *incentivos*<sup>15</sup> que conduzcan a los agentes económicos a tomar decisiones en una dirección en vez de otra; así pues, una de las primicias de la economía ambiental se enfoca en el estudio del funcionamiento del proceso de incentivos, y especialmente, en la forma en que se reestructuraría para que las

<sup>14</sup> Por "instituciones" se quiere significar el conjunto fundamental de organizaciones, leyes y prácticas de carácter público y privado que utiliza determinada sociedad para estructurar su actividad económica. Los mercados son una institución económica, así como lo son las corporaciones, el *corpus* de leyes comerciales, las entidades públicas, etc.

<sup>15</sup> Un "incentivo" es algo que atrae o rechaza a la gente, y que le hace modificar su comportamiento de alguna manera. Un "incentivo económico" es eso que en el mundo económico conduce a que las personas canalicen en ciertas direcciones sus esfuerzos de producción y consumo económicos. Para ver algunos ejemplos remitirse al libro de Field, Barry C. "*Economía Ambiental: Una Introducción*", Colombia, 1995, Editorial Mc Graw Hill, Capítulo 1 ¿Qué es la economía ambiental?, Págs. 3 - 25

personas e instituciones fuesen dirigidas a una toma de decisiones eficiente que desarrollase estilos de vida con implicaciones más favorables para el ambiente.

La *economía ecológica* por su parte, estudia la problemática ambiental pero desde una perspectiva un tanto diferente. En la época de la economía del mundo “vacío”<sup>16</sup> los recursos naturales y el capital natural eran considerados como mercancías gratuitas (excepto por los costos de extracción y cosecha). En consecuencia, el valor del capital hecho por el hombre no estaba bajo ninguna amenaza de escasez de un factor de complementariedad. En la época de la economía del mundo “lleno” esta amenaza es real y se enfrenta mediante la liquidación de stocks de capital natural, para mantener temporalmente los flujos de recursos naturales que respaldan el valor de capital hecho por el hombre. De aquí que surja uno de los principales problemas de la sustentabilidad.

La economía ecológica tiene una visión prioritariamente microeconómica de los fenómenos económicos, por lo que en su estudio explota de manera significativa las *visiones disciplinarias*, y su interacción con los fenómenos económico – ecológicos, así como las *externalidades negativas*, que no son otra cosa que los impactos negativos generados en el proceso productivo de unas empresas en detrimento de otras. Es por ello producto de un desarrollo histórico evolucionista que aboga por una visión distinta y transdisciplinaria de la actividad científica recalcando el diálogo y la solución cooperativa de los problemas económicos ambientales.

Esta visión transdisciplinaria está compuesta por tres módulos o etapas evolutivas caracterizadas de la siguiente manera:

1. Visión disciplinaria estándar del problema como “tope intelectual”: Las fronteras definidas entre disciplinas, idiomas, culturas dentro de las disciplinas, y la falta de cualquier visión que enmarque todo, hace que sea muy difícil el trato con problemas acerca de fronteras transdisciplinarias. Dentro de esta visión, el papel principal de la economía ecológica sería el de llenar el espacio vacío entre la economía y la ecología, manteniendo al mismo tiempo las fronteras exactas entre lo que es la economía, la ecología y la economía ecológica.
2. La visión interdisciplinaria del problema donde las disciplinas se expanden y superponen para llenar los espacios vacíos en el escenario intelectual. Existe un diálogo e interacción entre los diferentes territorios pero el razonamiento parece confuso e incoherente.
3. La visión de la economía ecológica: Considera el problema como un todo, en vez de un tope intelectual o ser dividido, y considera las fronteras del escenario intelectual como porosas y cambiantes. En esta última etapa las fronteras entre disciplinas se han eliminado por completo y se tiene una “*visión integral*” del problema. La economía ecológica no es una alternativa para ninguna de las disciplinas existentes.

---

<sup>16</sup> Se refiere al periodo en el cuál la actividad económica del hombre se limitaba a pequeñas parcelas o centros artesanales, básicamente las actividades eran de autoconsumo y se practicaba el comercio mediante el trueque. En esos momentos la problemática ambiental se limitaba en muchas ocasiones al “patio trasero” y la variedad de desechos contaminantes era igualmente limitada.

Más bien se trata de una nueva forma de considerar el problema que puede agregar valor a los enfoques existentes y abordar algunas de las deficiencias del enfoque disciplinario. No es un caso de “economía convencional” contra “economía ecológica”; se trata más bien de la economía convencional como un insumo (entre muchos) hacia una síntesis transdisciplinaria más amplia.

Esta forma transdisciplinaria de considerar el mundo es esencial para lograr alcanzar las metas interdependientes de la economía ecológica: *una escala sustentable, distribución justa y asignación eficiente*. Esto requiere de la integración de tres elementos: 1) una visión práctica y compartida acerca de la forma como funciona el mundo y la sociedad sustentable que deseamos lograr; 2) métodos de análisis y modelado que sean pertinentes para las nuevas preguntas y problemas que conforman esa visión; y 3) instituciones e instrumentos nuevos que puedan utilizar eficazmente los análisis para implantar adecuadamente la visión.

Los puntos básicos de consenso en la visión de la economía ecológica son los siguientes:

1. La visión de la Tierra como un sistema termodinámicamente cerrado y que no crece en el aspecto material, donde la economía humana es un subsistema del ecosistema global. Esto implica que hay límites al rendimiento biofísico de los recursos desde el ecosistema, a través del subsistema económico, y de regreso al ecosistema con desperdicios.
2. La visión futura de un planeta sustentable con una alta calidad de vida para todos sus ciudadanos (tanto humanos como de otras especies) dentro de las restricciones materiales antes impuestas.
3. El reconocimiento de que en el análisis de sistemas complejos como la Tierra, en todas las escalas de tiempo y espacio, la incertidumbre fundamental es grande e irreducible y ciertos procesos son irreversibles, por lo cual requieren una postura fundamentalmente precautoria.
4. Que las instituciones y la administración deberán ser proactivas en vez de reactivas y deberán dar lugar a políticas sencillas, adaptativas e instrumentables basadas en una comprensión avanzada de los sistemas fundamentales que reconozcan completamente las incertidumbres implícitas. Esto forma la base para la implantación de políticas que sean en sí mismas sustentables.

Una forma complementaria para caracterizar la economía ecológica consiste en enumerar los problemas y preguntas básicas que aborda: *asignación, distribución y escala*. La economía neoclásica trata en primera instancia y de manera muy extensa con la asignación, después con la distribución y curiosamente no lo hace con la escala. La economía ecológica trata en cambio, con todas ellas y acepta gran parte de la teoría neoclásica acerca de la asignación. Esta inclusión de la escala es la diferencia más grande entre la economía ecológica y la economía neoclásica.

*La Asignación* se refiere a la división relativa del flujo de recursos entre usos alternativos del producto. Una buena asignación es aquella que es eficiente, es decir, que asigna recursos entre usos finales del producto en conformidad con las preferencias individuales sopesadas por la capacidad del individuo para pagar.

*La Distribución* se refiere a la división relativa del flujo de recursos, encarnado en productos y servicios finales, entre personas alternativas. Cuánto se destina a usted, cuánto a mí, a otros y por su puesto, cuánto se destina para las generaciones futuras. Una buena distribución es aquella que es justa o equitativa, o al menos, aquella en la cual el grado de desigualdad está limitado dentro de un rango aceptable.

*La Escala* se refiere al volumen físico del rendimiento, el flujo de materia – energía desde el medio ambiente como materias primas de baja entropía y de regreso al ambiente como desperdicios de alta entropía.

Se puede considerar como el producto de la población multiplicado por el uso de recursos per-cápita. Se mide en unidades físicas absolutas, pero su importancia es relativa a las capacidades naturales del ecosistema para generar los insumos y absorber los productos de desperdicios sobre una base sustentable.

Una escala buena es aquella que es al menos sustentable, es decir, que no erosiona la capacidad de carga ambiental con el paso del tiempo. En otras palabras, la capacidad de carga ambiental futura no se deberá descontar como se hace en los cálculos de valor presente actuales. Una escala óptima es al menos sustentable, pero más allá, es una escala en la cual toda vía no hemos sacrificado servicios de ecosistema, que en el presente valgan más en el margen que los beneficios de producción derivados del crecimiento en la escala del uso de recursos.

Los problemas de asignación eficiente, distribución justa y escala sustentable están sumamente interrelacionados pero son distintos; se resuelven más eficazmente en un orden particular de prioridades, y se resuelve mejor con instrumento de política interdependientes. La eficiencia de asignación no garantiza la sustentabilidad; por lo tanto, está claro que la escala no deberá ser determinada por los precios, sino por una decisión social que refleje los límites ecológicos.

La distribución no deberá ser determinada por los precios, sino por una decisión social que refleje una distribución justa de los activos. Sujeto a estas decisiones sociales, el trueque individualista en el mercado es capaz entonces de asignar los derechos escasos con más eficiencia.

Distribución y escala implican relaciones con los pobres, las generaciones futuras y otras especies que son fundamentalmente de naciones de naturaleza social más que individual; por consiguiente, la forma en que podríamos abordar los problemas a los que nos enfrentamos actualmente podría ser del orden siguiente:

Primero, fijar los límites ecológicos de la escala sustentable y establecer políticas para asegurar que el rendimiento de la economía permanezca dentro de estos límites. Segundo, establecer una distribución equitativa y justa de los recursos usando sistemas de derechos y transferencias de propiedad. Tercero, una vez que se resuelvan los problemas de escala y distribución, se podrán usar los mecanismos basados en el mercado para asignar recursos eficientemente.

Esto implica extender el mercado existente para internalizar los numerosos bienes y servicios ambientales que actualmente están fuera del mercado.

La economía ecológica por tanto, argumenta que *la evolución de la economía humana ha pasado desde una época en la cual el capital hecho por el hombre era el factor limitante en el desarrollo económico, hasta una época en la cual el capital natural que queda se ha convertido en el factor limitante.*

#### 1.4 Globalización del Pensamiento Económico – Ecológico: “Cumbre para la Tierra, una nueva visión de la problemática ambiental”

El medio ambiente se convirtió en una cuestión de importancia internacional en 1972, cuando se celebró en Estocolmo la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente. Para esos años, la evolución del pensamiento económico – ambiental se dio de tal manera, que dejó de ser expresiones aisladas sobre preocupaciones ecológicas, para convertirse en un movimiento global que rescataba ideas, pensamientos, sistemas y estructuras de pensadores de todos los tiempos en una amalgama estructural encaminada a la preservación de los ecosistemas de todo el planeta.

La necesidad de formular políticas ambientales en los distintos países y a escala mundial era una consecuencia directa de las fallas de la economía de mercado, ya que se impedía a los agentes incorporar los servicios que proporcionaba el medio ambiente al proceso de toma de decisiones, dado que estos eran gratuitos o tenían precios por debajo del óptimo. Desafortunadamente, en los años subsiguientes a la cumbre, las actividades encaminadas a integrar el medio ambiente en los planes de desarrollo y los en procesos de adopción de decisiones en el plano nacional no llegaron muy lejos. Aunque se avanzó algo respecto de cuestiones científicas y técnicas, se siguió soslayando la cuestión del medio ambiente en el plano político y se fueron agravando, entre otros problemas ambientales, el agotamiento del ozono, el calentamiento de la Tierra y la degradación de los bosques.

Cuando las Naciones Unidas establecieron la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo en 1983, era evidente que la protección del medio ambiente iba a convertirse en una cuestión de supervivencia para todos. La Comisión presidida por Gro Harlem Brundtland (Noruega) llegó a la conclusión de que para satisfacer "las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las propias" la protección del medio ambiente y el crecimiento económico habrían de abordarse como una sola cuestión.

La Conferencia, conocida como Cumbre para la Tierra, se celebró en Río de Janeiro del 3 al 14 de junio de 1992. Fue un momento decisivo en las negociaciones internacionales sobre las cuestiones del medio ambiente y el desarrollo.

Los objetivos fundamentales de la Cumbre eran lograr un equilibrio justo entre las necesidades económicas, sociales y ambientales de las generaciones presentes y de las generaciones futuras y sentar las bases para una asociación mundial entre los países desarrollados y los países en desarrollo, así como entre los gobiernos y los sectores de la sociedad civil, sobre la base de la comprensión de las necesidades y los intereses comunes.

Los acuerdos logrados en la Cumbre para la Tierra fueron los siguientes:

- **El Programa 21** fue un plan de acción mundial para promover el desarrollo sostenible.
- **La Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo**, era un conjunto de principios en los que se definían los derechos civiles y obligaciones de los Estados.

- *Declaración de principios relativos a los bosques*, era una serie de directrices para la ordenación más sostenible de los bosques en el mundo.

Se abrieron a la firma además dos instrumentos con fuerza jurídica obligatoria: la Convención Marco sobre el Cambio Climático y el Convenio sobre la Diversidad Biológica. Al mismo tiempo se iniciaron negociaciones con miras a una Convención de lucha contra la desertificación, que quedó abierta a la firma en octubre de 1994 y entro en vigor en diciembre de 1996.

Entre lo más destacado de dichos acuerdos resalta lo siguiente:

En el Programa 21, que contenía más de 2,500 recomendaciones prácticas, se buscaba preparar al mundo para los retos del presente siglo incluyendo propuestas concretas en cuestiones sociales y económicas, como la lucha contra la pobreza, la evolución de las modalidades de producción y de consumo, la dinámica demográfica, la conservación y ordenación de nuestros recursos naturales, la protección de la atmósfera, los océanos y la diversidad biológica, la prevención de la reforestación y el fomento de la agricultura sostenible.

En la Declaración de Río se definieron los derechos y obligaciones de los Estados respecto de principios básicos sobre el medio ambiente y el desarrollo. Incluía ideas como la incertidumbre en el ámbito científico para no demorar la adopción de medidas de protección del medio ambiente; los Estados tenían el "derecho soberano de aprovechar sus propios recursos" pero no de causar daños al medio ambiente de otros Estados; se buscaría la eliminación de la pobreza y la reducción de las disparidades en los niveles de vida ya que era una medida indispensables para la búsqueda del desarrollo sostenible.

La Comisión sobre el Desarrollo Sostenible fue establecida después de la Cumbre de la Tierra para apoyar, alentar y supervisar a los gobiernos, los organismos de las Naciones Unidas y los grupos principales, tales como los sectores comercial e industrial, las organizaciones no gubernamentales y otros sectores de la sociedad civil, en las medidas que habrían de adoptar para aplicar los acuerdos alcanzados en la Cumbre para la Tierra. La importancia de esta nueva forma del pensamiento globalizado radica en gran medida, en la continuidad que se pretende dar al tema ambiental. En la antigüedad, las corrientes ideológicas parecían morir con sus creadores, y si bien es cierto que muchas de ellas trascendieron hasta nuestra época, también es cierto que no hubo una que se enfocara en su totalidad a la cuestión ecológica; esto en gran parte, porque la degradación ambiental era vista como algo natural y sus consecuencias no ponían en riesgo la subsistencia de la raza humana.

Podríamos decir quizá, que el más grande logro de dicha cumbre radica en el hecho de que hoy en día, la calidad ambiental es tema de primer orden en las agendas multinacionales<sup>17</sup>, y aunque seguimos sin tomar medidas precisas y efectivas, al menos

<sup>17</sup> La Comisión, que se reúne anualmente en Nueva York, presenta informes al Consejo Económico y Social y formula recomendaciones a la Asamblea General para abordar los temas de mayor importancia en materia económica - ambiental. Su primer periodo de sesiones se celebró un año después de la Conferencia de Río, del 14 al 26 de junio de 1993; el segundo fue celebrado del 16 al 27 de mayo de 1994; el tercero, del 11 al 28 de abril de 1995, el cuarto, del 18 de abril al 3 de mayo de 1996, el quinto del 23 al 27 de junio de 1997 y posteriormente se siguieron celebrando año con año.

ya se planean estrategias y se modifican actividades tanto de producción como de consumo, para direccionar las economías a modelos mas sustentables. Entre las cuestiones intersectoriales examinadas junto con las sectoriales se incluyeron temas como el comercio y el medio ambiente; las modalidades de producción y de consumo; la lucha contra la pobreza; la dinámica demográfica; los recursos y mecanismos financieros; la educación, la ciencia, la transferencia de tecnología ecológicamente racional, la cooperación técnica y el fomento de la capacidad; la adopción de decisiones y las actividades de los grupos principales.

En este respecto cabe hacer hincapié en 2 aspectos sumamente importantes: Los mecanismos financieros y la transferencia tecnológica ecológicamente racional.

En la práctica, los mecanismos financieros han resultado ser una de las herramientas más eficientes para alcanzar objetivos en el corto y mediano plazo. La implementación de medidas fiscales impositivas, o la omisión de impuestos en otros casos, se ha convertido en toda una "cultura internacional" por así decirlo, que bien podría ser considerada como la nueva tendencia teórica del siglo XXI. Lo que anteriormente ni siquiera se consideraba y menos aun se castigaba, actualmente representa una corriente del pensamiento económico encaminada a resarcir el daño causado por la actividad económica de las economías capitalistas.

En lo referente a las transferencias tecnológicas, se subrayó la importancia de poner al alcance de todas las economías, tecnologías, procesos y productos que permitieran mejorar la calidad ambiental a nivel global. Por fin se dieron intentos serios por entender la gravedad del problema ambiental en todas sus escalas, y se encararon problemas de producción y consumo, el aspecto de las emisiones y la destrucción de la capa de ozono (idea que más tarde desembocaría en el llamado Protocolo de Kyoto<sup>18</sup> de

---

<sup>18</sup> "En Junio de 1988, coincidiendo con una época de sequedad y calor extraordinarios, un científico de la NASA, James Hansen, declaró ante el congreso de los Estados Unidos que existía una fuerte "relación causa - efecto" entre las altas temperaturas y las emisiones humanas de ciertos gases en la atmósfera. Hansen desarrollaría un modelo informático que predecía una elevación de la temperatura media global de planeta entre 1988 y 1997 de casi medio grado centígrado..."

Si bien el modelo y sus conclusiones fue duramente criticado por la inmensa mayoría de los climatólogos, fue muy bien recibido por la prensa y por un movimiento ecologista que hasta hacía nada trataba de alarmar a la ciudadanía de los países desarrollados con la supuesta llegada del Apocalipsis de la mano de una gran glaciación. En 1990, espoleada por el modelo de Hansen y otros similares, las Naciones Unidas organizaron el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC) - para tratar de hacer creer al mundo que el medio político y no el económico era el indicado de solucionar los grandes problemas del planeta como, supuestamente, sería el caso de un clima con temperaturas alocadamente ascendentes por culpa de la actividad económica humana.

Por desgracia para el movimiento, en 1997 se demostró que el calentamiento de aquellos 10 años se había quedado reducido a 0,11 grados centígrados según las estaciones meteorológicas situadas en tierra, casi cinco veces menos de lo esperado por los alarmistas.

A pesar de que el IPCC había hecho el ridículo más espantoso al dar por buenos los modelos faltos de respaldo científico que la realidad se encargaría de desbaratar, el plan para disminuir las emisiones dañinas que calentaban la atmósfera siguió en pie dando origen al llamado Protocolo de Kyoto. Este documento a través del cual, una vez ratificado por los gobiernos o parlamentos de los países firmantes, se comprometía a los países signatarios a limitar las emisiones de dióxido de carbono, metano, óxido nítrico, hidrofluorocarbonados, perfluorocarbonos y hexafluoruro de azufre; tenía el objetivo de bajar el nivel de emisiones humanas de dichos gases en "no menos del 5% al de 1990 en el periodo de compromiso comprendido entre el año 2008 y 2012." Para lograrlo, además de recomendarse el fomento del desarrollo

1997), se comenzaron a implementar medidas para mejorar la calidad de vida de las generaciones futuras sin comprometer el bienestar presente y se dio más énfasis en conceptos como "economía del hidrógeno, energía solar y eólica, combustibles ecológicos, y tecnologías limpias" entre otros.

Desde la Cumbre para la Tierra, celebrada en 1992, pasando por el Protocolo de Kyoto de 1997 y de sus múltiples intentos por ratificarlo, la conciencia ambiental a pesar de haber llegado a los encargados de crear las políticas económicas de los países, parece seguir a la sombra del crecimiento económico y los patrones de producción y consumo actuales.

El pensamiento económico moderno presume de considerar la calidad ambiental como directriz en la determinación de su accionar, pero la realidad muestra una situación totalmente distinta. Se habla y se sabe de sobra de los problemas que nos aquejan, sin embargo, se hace poco o nada para evitarlo; por ello, la introducción de nuevas técnicas y procedimientos que además de resultar rentables económicamente hablando, sean positivos para el medio ambiente debe ser una necesidad de primer orden para todos los países.

---

sostenible, la promoción de "sistemas agrícolas sostenibles a la luz de las consideraciones del cambio climático" o la reducción de las deficiencias del mercado y de cualquier incentivo fiscal o libertad comercial que pudiera ser considerada contraria al fin último e incuestionable de un desarrollo sostenible sin cambios climáticos, se determinaba el nivel definitivo al que cada país tiene que limitar sus emisiones.

## 1.5 Necesidad de Instrumentar un Modelo Económico Sustentable

La integración del medio ambiente y la ecología en la toma de decisiones es uno de los retos más difíciles e importantes no solo para los gobiernos, sino también, para el Desarrollo Sustentable en la búsqueda de sus objetivos; ya que este surgió como respuesta a la devastación generada en gran parte por el sector empresarial, que ahora se ve obligado a racionalizar el uso de los recursos naturales, especialmente los *no renovables*.

El uso masivo que se le dio a las fuentes fósiles desde los inicios de la industrialización, condujo a una alteración significativa del clima global, que hoy en día resulta casi imposible de medir, en parte porque la problemática ambiental se ha convertido en una cuestión eminentemente política donde los conflictos socio – ambientales han emergido de principios éticos, derechos culturales y luchas por la apropiación de la naturaleza, que van más allá de la internalización de los costos ecológicos para asegurar un crecimiento sostenido.

Los estudios realizados sobre la producción de petróleo y gas natural en las diferentes regiones del mundo, indican a su vez, que dentro de pocos años la producción de estos combustibles (claves de la economía mundial) llegarán pronto a su límite, trayendo consigo consecuencias graves para la economía global, por lo que es más que obvia la necesidad de encontrar fuentes alternativas de energía que cuenten como mínimo con dos características esenciales: *La minimización del impacto ambiental y la renovabilidad*.

La prioridad de la política hacia el medio ambiente debe procurar el desarrollo sustentable mediante la aplicación de programas y políticas ambientales que consideren los siguientes lineamientos:

1. Limitar la tasa de crecimiento de la población por debajo de la tasa de acumulación de capital.
2. Aliviar la pobreza y reducir las disparidades de los ingresos entre grupos de individuos.
3. Mantener el balance ecológico, una base de recursos renovables, acervos culturales, acervos de capital humano y asimilar la capacidad del medio ambiente.
4. Evitar el cambio irreversible del medio ambiente y cualquier eliminación de opciones.
5. Atenuar la actividad económica cuando se tenga información o se sospeche que dicha actividad traerá cambios irreversibles o mayor impacto ambiental.
6. Impulsar la actividad científica y tecnológica encaminada a la creación de tecnologías limpias, y procesos y materiales ecológicos.

Como sabemos, los problemas ambientales generalmente son consecuencia de externalidades que evidencian la inexistencia de relaciones eficientes de mercados formales en relación a servicios ambientales. La actividad económica demanda recursos naturales y activos ambientales, por lo que la existencia de procesos productivos de mercancías y hasta el consumo de bienes, tienen impactos sobre el medio ambiente.

Uno de los problemas más recurrentes a los que nos debemos enfrentar hoy en día, es el hecho de que los sistemas modernos de producción continúan su proceso de expansión, disputando los derechos de la raza humana en su conjunto sobre sus recursos más valiosos, sin considerar siquiera la posibilidad de que estos se extingan para siempre en el corto, mediano o largo plazo.

La idea de sustentabilidad emergió como una necesidad por restablecer el lugar de la naturaleza en la teoría económica y en las prácticas de desarrollo, internalizando las condiciones ecológicas de la producción que garantizan la supervivencia de la vida y el futuro de la humanidad. *Después de que el hombre se apropiara de la naturaleza y la transformara, ahora debía reconsiderar la forma más adecuada para proteger su inversión.* Por esta razón, lo que el Desarrollo Sustentable va a tratar de hacer es proveernos de diferentes herramientas, criterios y métodos que nos permitan **cuantificar** los deterioros y externalidades ambientales negativas, así como las medidas necesarias a implementar para atenuar los impactos ambientales generados por las actividades económicas del hombre. Entre los métodos más importantes para llevar a cabo estos cálculos se encuentran los siguientes: “el barómetro de sustentabilidad<sup>19</sup>”, “la huella ecológica<sup>20</sup>” y el esquema de “presión-estado-respuesta” que origina el índice de Desarrollo Sustentable<sup>21</sup> (IDS).

De lo anterior se deriva que entre los requerimientos mínimos para lograr una economía sustentable se incluyan<sup>22</sup>:

- El pleno entendimiento de los problemas económicos y ambientales.
- La eliminación de la pobreza.
- La proacción entre economía y ecología.
- Redistribución y control en el crecimiento demográfico.
- Distribución más equitativa de los recursos.
- Personas más saludables, instruidas y capacitadas.
- Gobiernos y sistemas de comercio más descentralizados más participativos.
- Sistemas de comercio más equitativos y abiertos, tanto internos como externos, incluyendo el aumento de la producción para consumo local.
- Mejor comprensión de la diversidad de ecosistemas, soluciones localmente adaptadas para problemas ambientales y mejor monitoreo del impacto ambiental producido por las actividades de desarrollo.

<sup>19</sup> Barómetro de Sustentabilidad: Es una herramienta que sirva para evaluar tanto la calidad de los ecosistemas como el bienestar general de la población.

<sup>20</sup> Huella ecológica.- Con este enfoque disponemos de una herramienta bastante útil para medir el impacto humano (su consumo) sobre los productos y servicios de la naturaleza. Este concepto mide cuánta naturaleza utiliza la población para sostener su actual estilo de vida. Los cálculos de la huella ecológica se basan en dos simples factores: Primero; podemos medir la mayoría de los recursos que consumimos y la mayor parte de los desechos que generamos. Segundo; muchos de los recursos y flujos de desecho se pueden convertir en áreas biológicamente productivas. De esta manera la huella ecológica de cualquier población (desde el nivel individual hasta una ciudad o país) Puede ser calculada con un elevado grado de precisión.

<sup>21</sup> El Índice de Desarrollo Sustentable deriva de la elaboración operativa de un sistema de indicadores de núcleo, útil para conocer y medir a la manera de un barómetro el cómo estamos y hacia dónde vamos.

<sup>22</sup> Américo Saldívar, Op.cit. págs. 58-59

- Considerar los recursos naturales como un capital natural y como un capital social escaso y altamente depreciable.

Es necesario evitar a toda costa el conflicto entre la protección ambiental y el crecimiento económico; entre el bienestar de esta generación y el bienestar en la siguiente. En suma *desarrollo económico y medio ambiente no son alternativos ni excluyentes.*

La condición de escasez, fundante de la ciencia económica, ha pasado del proceso de sustitución continua de recursos agotados, a una escasez global inducida por la expansión económica. El concepto de escasez, actualmente ha expandido su alcance hasta el grado de incluir el agotamiento de aquellos recursos insustituibles que con el tiempo generarían un efecto multiplicador de la degradación de los servicios ambientales y el potencial productivo de los ecosistemas. Ahora bien, la destrucción ecológica y el agotamiento de los recursos (como en el caso del petróleo) no son problemas generados por procesos naturales, sino determinados por las formas sociales y los patrones tecnológicos de apropiación y explotación económica de la naturaleza.

- Consideraciones para el caso Mexicano.

En el marco de la búsqueda de la sustentabilidad, y la disminución del impacto ambiental causado por el uso de combustibles, la industria petrolera mexicana debe jugar un papel determinante. Como sabemos, el rol que desempeña al interior de la economía, en cuanto a producción y distribución de combustibles, impacta de manera directa sobre la generación de gases dañinos arrojados a la atmósfera; por ello una modificación orientada tanto a la producción de nuevos materiales como a la explotación eficiente de recursos naturales implicaría avances considerables en materia ecológica, económica y ambiental.

Partiendo entonces de la idea de que la actividad de PEMEX debe ser reestructurada sería bueno hacer un poco de historia, para recordar algunos acontecimientos importantes que marcaron el desarrollo de la misma y que indirectamente fueron gestando las causas de los problemas de hoy:

Durante la década de los setenta, mientras el mundo atravesaba por una crisis energética, en México se llevaron a cabo los descubrimientos de dos nuevas provincias petroleras:

1. Los campos en el horizonte geológico mesozoico del sudeste.
2. Los campos en la zona de Campeche.

Estos descubrimientos le permitieron al país alcanzar importantes logros en su escala productiva ya que hicieron posible la consolidación de la industria petrolera nacional logrando metas como:

- Alcanzar en 1974 una producción igual a la de 1921 que hasta entonces había sido la máxima lograda en el periodo de las compañías extranjeras, y superarla pocos meses después.
- Recuperar en el mismo año la autosuficiencia en el abasto de crudos que había sido perdida años antes.
- Regresar en 1974 al mercado mundial.

De esta manera, la política petrolera en México se convirtió en uno de los principales ejes de la política económica de los gobiernos subsecuentes. Al mismo tiempo el sector petrolero, especialmente en lo referente a reservas, producción y transformación, pasó a ser uno de los temas de mayor estudio en la economía moderna. En este punto podrían surgir varios cuestionamientos, como el saber si la producción derivada de esta industria en todas sus facetas representa un proyecto sostenible para el país, o el analizar hasta que punto la producción debe cambiar, de modo que se aminore el peso que actualmente recae sobre el hidrocarburo y se haga una planeación sobre nuevas alternativas que además de resultar rentables económicamente hablando, sean sostenibles e impulsen directa o indirectamente otras actividades como el desarrollo tecnológico y la actividad del campo por mencionar solo algunas.

En este sentido ¿Podríamos aseverar que PEMEX se encuentra sumido en una crisis?

Hablando en términos de sustentabilidad y refiriéndonos particularmente al caso de los combustibles (que es lo que nos interesa analizar), creo que sí, ya que los esfuerzos realizados en cuanto a desarrollo de investigación, nuevos procesos, productos, y planes en el corto, mediano y largo plazo resultan insuficientes.

La importancia de que se le de carácter de prioritario al estudio del Desarrollo Sustentable resulta obvia, y aplicando esto al caso de PEMEX y la producción derivada del petróleo habría que analizar lo siguiente:

México posee grandes reservas de hidrocarburos pero por problemas de tecnología y descapitalización se encuentra en el umbral de un colapso que lo llevaría a la situación de convertirse en importador de crudos en el mediano plazo.

Al tratarse de un recurso natural no renovable, como lo es el petróleo, y partiendo del hecho de que es uno de los pilares básicos que sostiene la economía mexicana, ya que gran parte de los ingresos que obtiene el Estado son resultado de la explotación y venta del mismo, habría que considerar entonces la siguiente pregunta:

¿Qué parte de los ingresos de México por la venta de recursos naturales no renovables (petróleo) y sus derivados (gasolina) pueden considerarse verdaderamente ingresos, y que parte debe considerarse **descapitalización o pérdida de patrimonio**?

Del total de ingresos percibidos por el comercio de combustibles, ¿Qué porcentaje se destina a la investigación, planeación, desarrollo, infraestructura, y a la búsqueda de un modelo económico – ecológico aceptable? ¿Qué tantos esfuerzos se están llevando a cabo no solo por los productores o investigadores, sino por las autoridades y los mismos ciudadanos para implementar un modelo que garantice el bienestar para todos?

Una de las medidas que en este respecto se implementaron hace algunos años y que aparentemente ha pasado al olvido, a pesar de seguir vigente, fue el **Sobreprecio a gasolinas**.

Esta medida buscaba crear un fideicomiso ambiental administrado por Banobras que otorgaría créditos a agentes para inversiones que serían recuperados por los beneficiarios de los mismos mediante la transmisión de ese coste a los usuarios. Cuando se comercializaba la gasolina Nova en la ciudad de México, el sobreprecio que se cobraba era de 4 centavos de más por cada litro. Al entrar las gasolinas sin plomo esa cuota bajó a 1 centavo por litro y básicamente lo que se hacía era recaudar los fondos mediante la SHCP que depositaba el dinero al fideicomiso de Banobras para que este, lo invirtiera en proyectos ambientales.

El fracaso de este sobreprecio, fue meramente político ya que al haber sido implementado durante la administración Priista y encontrarse con un Gobierno Perredista o de oposición en 1998, el fideicomiso dejó de recibir el dinero proveniente de este impuesto que a su vez, fue dirigido al programa de recuperación de emisiones evaporativas<sup>23</sup> en estaciones de servicio de gasolina en la Ciudad de México y Estado de México.<sup>24</sup>

Como vemos, en este sentido seguimos sumamente atrasados por lo que se deben tomar medidas eficaces en el corto plazo, que den resultados antes de que los daños sean irreversibles. La necesidad de un modelo sustentable radica por lo tanto, en dar respuesta a estos y otros cuestionamientos de carácter urgente, y mientras se carezca de un marco institucional apolítico, un modelo productivo bien regulado y verdaderamente sustentable apoyado en el desarrollo tecnológico, el futuro ambiental seguirá siendo incierto.

---

<sup>23</sup> Para profundizar más en este respecto, referirse a la Tesis de Gutiérrez Martínez Jessica, González Otamendi Celia, "Medidas para la Reducción de Emisiones a la Atmósfera por manejo y distribución de Combustibles en la ZMVM (2000 - 2020) Un análisis Costo - Beneficio" UNAM, Facultad de Economía, México 2001, Asesor: Américo Saldívar.

<sup>24</sup> Roberto Escalante, "Instrumentos Económicos para la Gestión Ambiental: El caso de los aceites lubricantes usados en México" UNAM, Facultad de Economía, 1ra Edición, México 2003, Págs. 53 - 55

- Tecnologías y Combustibles Alternativos

A medida que los incrementos poblacionales y sus patrones productivos y de consumo fueron evolucionando, la regulación ambiental fue quedando rezagada y las economías mundiales comenzaron a sumergirse en prácticas insostenibles de explotación irracional de recursos, generación y mal manejo de residuos de todo tipo que resultaron incontrolables e irreversibles desde finales de los años setenta.

México no quedó exento a este tipo de patrones por lo que la necesidad de minimizar el impacto ambiental comenzó a tomar fuerza cuando se comprendieron las consecuencias que implicaban este tipo de prácticas. Al notar que una de las formas de atacar el problema era de la mano de la tecnología, se incrementaron los esfuerzos para desarrollar tecnologías y productos que además de atenuar la carga ambiental representaran posibilidades de crecimiento económico para los poseedores de los mismos y finalmente se entendió que la economía y la ecología pueden complementarse de muchas maneras beneficiando no solo a los agentes participantes de la actividad económica, sino en general, a las sociedades de todo el planeta.

En general existen varias alternativas para el control de las emisiones provenientes del transporte y de la quema de gasolinas como lo son las siguientes:

a) Tecnologías de control de emisiones: como el uso generalizado del convertidor catalítico (y filtros de hollín en el caso del motor Diesel) y Plantas Recuperadores de Aire.

b) Tecnologías alternativas de propulsión: como vehículos híbridos que hacen un mejor uso del combustible, coches eléctricos convencionales o vehículos (eléctricos) con celdas de combustible. En estos casos las emisiones globales dependerán de la energía primaria utilizada.

c) Combustibles alternativos que se caracterizan por ocasionar menores emisiones (gas natural comprimido, gas LP, alcoholes, **Biodiesel**)<sup>25</sup>

d) Nuevos sistemas de transporte: en particular, sistemas eficientes de transporte público y/o sistemas innovadores que combinan la flexibilidad del transporte individual con la eficiencia del transporte colectivo.

La mayoría de los esfuerzos se han enfocado en el pasado a los puntos a) y b) dejando de lado soluciones en la esfera de los combustibles y de la reducción del volumen del tráfico. Sin embargo, la menor disponibilidad de combustibles fósiles en un corto y mediano plazo así como la necesidad de reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera, hacen indispensable la búsqueda de combustibles renovables que puedan sustituir una

---

<sup>25</sup> Los primeros dos, al ser combustibles fósiles, no aportan nada a la reducción de las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), pero el **Biodiesel** en cambio, es un combustible generado a base de aceites vegetales que cuenta con las mismas propiedades y comportamiento que la gasolina tradicional generada a partir de petróleo, pero que representa cambios significativos en cuanto a la cantidad de emisiones arrojadas al aire.

fracción importante de los combustibles fósiles sin mayores problemas de transición; el biodiesel es uno de ellos.

Aunado a esto, si se lograra avanzar en la planeación inteligente de los sistemas de transporte se podría reducir la del peso que recae sobre la alternativa del combustible ecológico, ya que sin una limitación del volumen del tráfico, toda solución para el control de emisiones sería en vano.

La Figura 1 ilustra esta situación.

Figura N° 1

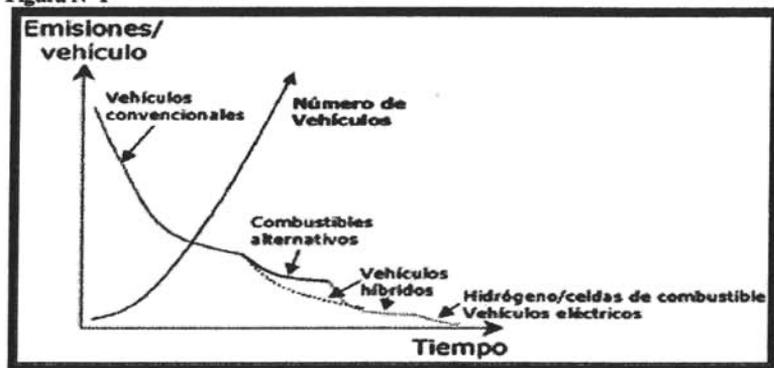


Figura 1. Evolución estimada de los contaminantes emitidos por un vehículo en el futuro (sin CO<sub>2</sub>) y crecimiento del número de vehículos en el mundo (esquemático). Se nota que los combustibles convencionales llegarán a un estancamiento en su reducción de emisiones por lo cual la introducción de otras tecnologías es indispensable. Las únicas tecnologías que prácticamente no producen emisiones son los coches con base en celdas de combustible y los vehículos eléctricos. En este diagrama no se contabilizan emisiones en la cadena de suministro, por ejemplo para la producción de electricidad; un coche eléctrico será realmente un vehículo de "cero emisiones" solamente si la electricidad utilizada proviene de fuentes renovables de energía. Fuente: Oliver Probst, con base en un diagrama de referencia

### Los metil-ésteres (Biodiesel) como alternativa inmediata

A diferencia de combustibles alternativos no renovables como el gas natural comprimido y el gas LP y de combustibles renovables como el bioetanol, los metil-ésteres de aceites vegetales "mejor conocidos como **Biodiesel**" son combustibles producidos a partir de aceites vegetales que funcionan en cualquier tipo de motor diesel y que no requieren de modificaciones en los motores de combustión interna, salvo sustituciones menores de algunos empaques y mangueras para su funcionamiento.

Este tipo de energéticos se caracterizan por su facilidad de sustituir grandes cantidades de combustible diesel convencional en un corto plazo y reducir significativamente las emisiones provocadas por unidades de transporte público y de carga que muchas veces, son precisamente, los que contribuyen en forma sobre proporcionada a la contaminación del aire en las grandes urbes.

En este respecto, el sector transporte resulta trascendental ya que representa una de las fuentes más importantes de la contaminación del aire, especialmente en los grandes centros urbanos como la Zona Metropolitana del Valle de México.

A pesar de los muchos intentos realizados para controlar las emisiones provenientes de los vehículos particulares y camiones, la situación generada por la concentración de los contaminantes en la atmósfera sigue siendo crítica, por lo cual la puesta en práctica de soluciones alternativas resulta cada vez más urgente. Las economías ecológicas deben pretender encontrar alternativas que hagan posible una mayor actividad económica con una mejor calidad ambiental, lo cual se vincula directamente con la reconsideración de los perfiles tecnológicos y energéticos de los establecimientos industriales y sistemas de transporte, con su eficiencia energética, con la sustitución de insumos y el cambio en los procesos productivos, con la reutilización y reciclaje y en general, con la innovación tecnológica hacia procesos industriales más limpios.

Ahora bien, para que la producción del Biodiesel y el desarrollo de otras tecnologías limpias sean factibles es imprescindible echar mano tanto de instrumentos normativos y económicos que modifiquen aquellas conductas individuales y sociales que se traducen en mayores registros de contaminación atmosférica, como de nuevas herramientas y materiales cuyo uso deje de dañar al medio ambiente y los ecosistemas.

Para llegar a un plano similar al anteriormente comentado, podemos referirnos a algunos de los planteamientos básicos de las diferentes corrientes del pensamiento económico para crear una amalgama de ideas y procedimientos que recuperen aspectos importantes de cada corriente y que resulten aplicables a una realidad común:

Trabajar conjuntamente con instituciones y sociedad valiéndose de instrumentos económicos para tener una visión integral del problema y no cometer nuevamente los errores que nos han orillado a la presente crisis ambiental. Dado que la medición del daño ecológico resulta tan complicada, a veces imprecisa, y requiere de periodos largos de tiempo para considerar el comportamiento del mismo<sup>26</sup>, es importante considerarlo con fines demostrativos y como auxiliar en la toma de decisiones, pero es más importante encaminar los esfuerzos al desarrollo de técnicas, tecnologías y productos específicos cuyo impacto sea perceptible en el corto y mediano plazo y que además, represente ventajas económicas que genere recursos reutilizables en otros proyectos y que genere un flujo continuo económico – ecológico.

Para nuestro caso de estudio, el consumo de gasolina en la ZMVM utilizado en los medios de transporte (automóviles particulares, taxis, microbuses, camiones y demás vehículos con motores diesel) debe reorientarse para que nuevas alternativas como las ya mencionadas penetren al mercado sin que esto signifique la extinción de los combustibles que actualmente utilizamos. Únicamente me refiero a la *adhesión de un nuevo producto que permita a México involucrarse en el mercado de los biocombustibles* como lo están haciendo España, EUA, Canadá, Brasil y Uruguay por mencionar algunos países.

---

<sup>26</sup> Es importante enfatizar la importancia del estudio estadístico, ya que el análisis de cifras permite actuar en la toma de decisiones.

Por esta razón y para efectos del tema que se desarrolla más adelante, quiero aclarar que el tema del Desarrollo Sustentable y el biodiesel, va a ser abordado de acuerdo a la importancia que tienen las emisiones generadas por cuestión del uso de combustibles convencionales en el transporte público y privado principalmente<sup>27</sup>. De forma más específica se abordará el tema desde dos vertientes distintas:

1. El Biodiesel como una posible alternativa (herramienta) en la disminución de emisiones de gases dañinos arrojados al medio ambiente.
2. El papel del Biodiesel en la búsqueda del Desarrollo Sustentable y los beneficios económicos que implicaría su instrumentación en el mercado mexicano.

Alternativas hay muchas y muy variadas, pero no todas pueden implementarse ni garantizan su éxito por sí mismas. Su funcionamiento, como en todo, depende en gran medida del entorno que las rodea y del compromiso que exista para que sean funcionales. En caso de no existir uno o varios de los elementos anteriormente mencionados, podemos estar seguros que sea lo que sea que implemente el gobierno federal, estatal, municipal o cualquier autoridad, tendrá un fin similar al del sobreprecio de la gasolina y al de muchas otras medidas pasajeras.

Por ello la importancia de profundizar en estos temas, sustentados en marcos jurídicos firmes, y apoyados por el gobierno, las instituciones y la población en general demostrando que la ecología y economía pueden ser, además de compatibles, rentables.

Desde mi punto de vista, el DS debe ser una filosofía de la vida en la cual la sociedad busque la armonía entre los individuos que la integran y las instituciones que la sirven, así como la armonía de la sociedad con el ecosistema que la sustenta. Al lograr esto, podríamos hablar realmente de una economía Sustentable y hacer un análisis más detallado de los incontables beneficios que podría traer consigo, teniendo siempre presente la idea de que economía y ecología no deben estar peleadas porque además de complementarse pueden ser muy rentables.

---

<sup>27</sup> Se dejan fuera conceptos como generación de residuos industriales, manejo de desechos, problemas de erosión y contaminación de aguas, entre muchos otros.



---

## **Capítulo II**

### **Problemática Ambiental y Política Ambiental Mexicana**

## Capítulo II

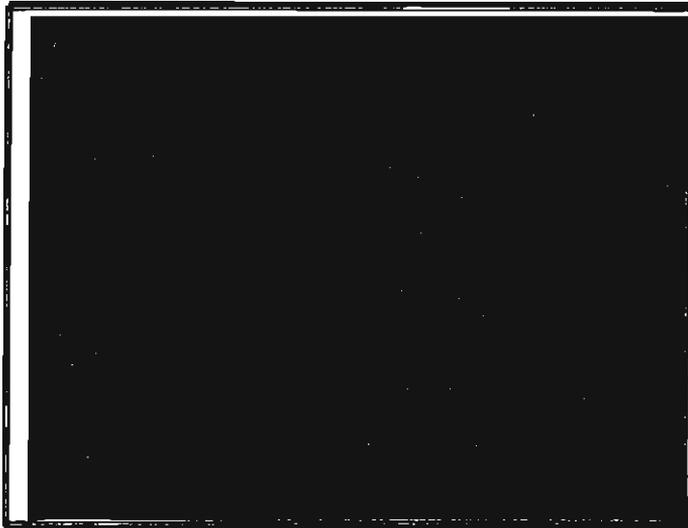
### 2. Problemática Ambiental y Política Ambiental Mexicana

#### 2.1 Características Físico Geográficas de la ZMVM.

La Zona Metropolitana del Valle de México, se ubica sobre los 19°20' de Latitud Norte y 99°05' de Longitud Oeste. Se considera al Valle de México como parte de una cuenca, la cual tiene una elevación promedio de 2,240 metros sobre el nivel del mar y comprende una superficie de 9,560 km<sup>2</sup>, esta superficie considera parte del Estado de México, el Sur del Estado de Hidalgo, el Sureste de Tlaxcala y casi la totalidad del Distrito Federal. Es una cuenca que presenta valles inter montañosos, mesetas y cañadas, así como terrenos semiplanos en lo que alguna vez fueron los lagos de Texcoco, Xochimilco y Chalco.

#### Vista Fisiográfica del Valle de México

Figura N° 2



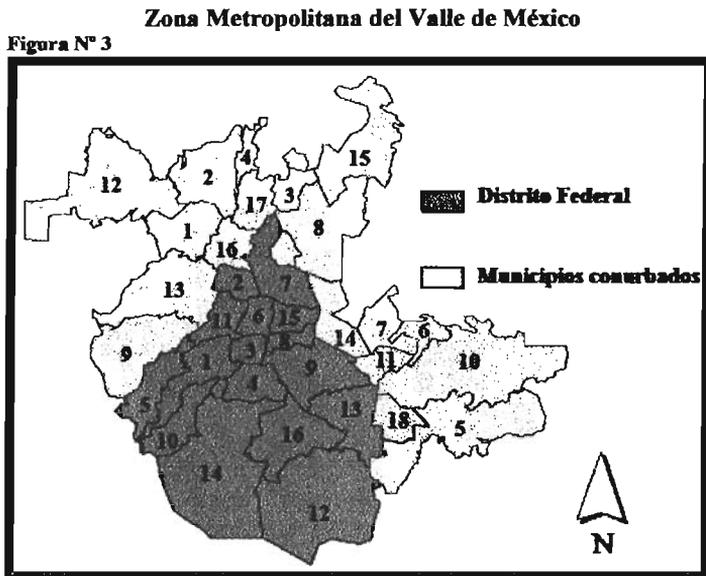
- Límite de la Cuenca del Valle de México  
— Límite Político del Distrito Federal
- ☆ Estaciones de Monitoreo: XAL = Xalostoc, TLA = Tlalnepantla,  
SAG = San Agustín, EAC = ENEP Aragón, MER = Merced,  
TAC = Tacuba, HAN = Hangares, PLA = Plateros, CES = Cerro del Estrella,  
PED = Pedregal.

Fuente: Sistemas de Información Geográfica, Red Automática de Monitoreo Atmosférico.

Debido a la altura del Valle de México, el contenido de oxígeno del aire es 23% menor que al nivel del mar, y al estar rodeado por una cadena montañosa que funge como barrera natural para la circulación del viento impidiendo la salida del aire contaminado, la problemática ambiental del valle resulta permanente y en ocasiones muy concentrada.

Por la elevación de la cuenca, los procesos de combustión son menos eficientes y por lo tanto más contaminantes, además de que reciben una radiación más intensa que favorece la formación de contaminantes fotoquímicos.

El crecimiento del área metropolitana ha obligado a incluir cada vez más municipios, por esta razón, en 1950 se consideraban como parte de la ciudad de México a 12 Delegaciones Políticas del Distrito Federal y se inició la conurbación de 2 municipios del Estado de México. Para 1998, la población se había incrementado a 16.7 millones de habitantes y se cubría una superficie de 3,489 km<sup>2</sup> que incluían ya 16 Delegaciones y 18 municipios como se muestra en la siguiente figura:



Fuente: INEGI, Censo de Población y Vivienda.

\*\* Nota: Cabe mencionar que debido a la creación del municipio del Valle de Chalco Solidaridad, ahora se consideran 18 municipios.

La ZMVM es una de las más grandes del mundo, tanto que la evolución del incremento poblacional indica que de 1980 a 1990 aumentó a razón de 0.7 anual y de 1990 a 1995 en 1.8 anual. En la actualidad se considera que la población total de esta zona se encuentra distribuida casi en partes iguales entre el Distrito Federal y el Estado de México, además de que el total de habitantes alcanzado en el 2005 se acerca a los 20 millones.

El comportamiento poblacional es sumamente importante ya que nos permite comprender algunos elementos como los siguientes:

1. El incremento poblacional siempre va acompañado de la necesidad de una mayor extensión territorial, un incremento en el consumo de bienes y servicios y por consiguiente, un incremento en la generación de contaminantes y desechos.
2. La necesidad inherente de transporte tanto de personas como de insumos y bienes, representan una mayor demanda de combustibles que al ser utilizados, generan grandes cantidades de emisiones dañinas que según las características del valle de México anteriormente explicadas, quedan estancadas afectando la salud de sus habitantes.
3. Dadas las características de la población, queda claro que la demanda de gasolina seguirá siendo creciente, por lo que es imperante encontrar una alternativa que además de satisfacer dicha demanda, vaya acorde con una política ambiental eficiente encaminada a la disminución de dichas emisiones.

Como sabemos, gran parte de las emisiones dañinas que hay en la ciudad de México provienen de la actividad industrial y del parque vehicular. La siguiente tabla presenta información que facilita la comprensión del papel tan importante que desempeñan ambas en la problemática ambiental.

#### Población, Parque Vehicular y Número de Industrias en la ZMVM 2003

**Tabla N° 1**

Tipo de Información	D.F.	Edo. de México	ZMVM
Población (Millones de habitantes)	9.42	9.01	18.43
Parque vehicular considerado en 2003	2,256,096	1,194,823	3,450,919
Establecimientos industriales considerados en 2003	20,244	13,203	33,447

Fuente: INEGI

Como se puede observar, el incremento poblacional y por consiguiente, el incremento en la demanda de automóviles, gasolina, productos de consumo diario, emisiones a la atmósfera y desechos sólidos, han mantenido una tendencia creciente, que refuerza la teoría de que es necesario buscar nuevas alternativas que permitan atenuar el impacto sobre el medio ambiente sin que se comprometan los objetivos económicos de la economía nacional.

*“Mientras no comprendamos nuestros problemas y su origen, será imposible combatirlos eficazmente....”*

## 2.2 Principales Problemas en la Calidad del Aire de la Ciudad de México

Las emisiones a la atmósfera derivadas de la dinámica de las grandes concentraciones urbanas e industriales, junto con la influencia de características geoclimáticas particulares (altitud, latitud, distancia con respecto a los océanos, regímenes de vientos, temperatura, humedad e irradiación solar), determinan la gravedad de la contaminación atmosférica en diversas ciudades y zonas del país.<sup>28</sup>

**Emisiones de la ZMVM 1994-2002**

**Tabla N° 2**

Año y tipo de fuente (Toneladas por año)	Total	Partículas menores a 10 microgramos por metro cúbico	Dióxido de azufre	Monóxido de carbono	Óxidos de nitrógeno	Compuestos orgánicos volátiles	Compuestos orgánicos volátiles 4
<b>1994</b>							
Fuentes móviles	2 176 665	6 458	7 708	1 665 591	152 811	178 987	165 110
<b>1996</b>	<b>3 126 929</b>	<b>12 027</b>	<b>21 997</b>	<b>1 832 091</b>	<b>204 795</b>	<b>641 288</b>	<b>414 731</b>
Fuentes puntuales	95 801	2 859	15 981	8 491	27 367	20 920	20 183
Fuentes de área	621 623	416	47	5 450	10 465	407 871	197 374
Fuentes móviles	2 377 742	8 959	5 969	1 818 150	166 687	197 650	182 327
Vegetación y suelos	31 763	1 793	NA	NA	276	14 847	14 847
<b>1998</b>	<b>3 282 612</b>	<b>11 796</b>	<b>17 192</b>	<b>1 960 601</b>	<b>205 726</b>	<b>663 703</b>	<b>423 394</b>
Fuentes puntuales	91 326	2 873	11 295	8 497	27 441	20 979	20 241
Fuentes de área	625 959	460	44	5 645	10 876	415 928	193 006
Fuentes móviles	2 520 833	6 793	5 853	1 946 659	167 095	205 541	188 892
Vegetación y suelos	44 494	1 670	NA	NA	314	21 255	21 255
<b>2000</b>	<b>3 351 274</b>	<b>10 341</b>	<b>14 681</b>	<b>2 035 425</b>	<b>193 451</b>	<b>667 621</b>	<b>429 755</b>
Fuentes puntuales	92 622	2 809	10 288	10 004	24 717	22 794	22 010
Fuentes de área	634 212	509	45	6 633	10 636	418 586	197 803
Fuentes móviles	2 590 995	5 287	4 348	2 018 788	157 239	210 816	194 517
Vegetación y suelos	33 445	1 736	NA	NA	859	15 425	15 425
<b>2002</b>	<b>3 358 033</b>	<b>23 382</b>	<b>8 549</b>	<b>1 941 223</b>	<b>186 169</b>	<b>708 674</b>	<b>490 036</b>
Fuentes puntuales	181 253	4 246	3 579	6 880	19 543	75 933	71 072
Fuentes de área	655 169	12 621	41	7 242	9 725	411 750	213 790
Fuentes móviles	2 485 662	4 444	4 929	1 927 101	156 311	204 347	188 530
Vegetación y suelos	35 949	2 071	NA	NA	590	16 644	16 644

a

No incluyen el metano.

NA

No aplicable.

FUENTE: Gobierno de la Ciudad de México. SMA. *Inventario de Emisiones de la Zona Metropolitana del Valle de México*.

La Tabla N° 2 presenta información importante que debemos considerar para entender el impacto de las emisiones provenientes de fuentes móviles. Como se aprecia, de 1994 a 2002 únicamente se presentaron disminuciones en lo referente a las partículas menores a 10 microgramos y en las emisiones de Dióxido de Azufre. Los demás conceptos presentaron grandes incrementos, particularmente los Óxidos de Nitrógeno y Monóxido de Carbono que provienen precisamente de la quema de gasolinas.

<sup>28</sup> Toda combustión de fuentes fósiles viene acompañada de emisiones de bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) a la atmósfera. Actualmente, los sectores público y privado emiten una cantidad aproximada de 100 gigatoneladas al año, colocando a México en el lugar N° 12 en emisiones de CO<sub>2</sub> a nivel mundial. México produce aproximadamente 50% más de CO<sub>2</sub> por unidad de PIB que los Estados Unidos, Canadá y Brasil.

Paralelamente a la crisis económica de la década de los ochenta, México comenzó a sufrir una profunda crisis ambiental. Actualmente, el aire y el agua en las grandes ciudades están cada vez más contaminados, el desarrollo industrial genera continuamente nuevos tipos de desechos tóxicos y peligrosos, nunca antes manejados; en el campo, la erosión y la deforestación reducen el potencial natural de los recursos y las repercusiones para el planeta y las generaciones futuras, al perder importantes ecosistemas y reducir la biodiversidad resultan obvios.

En años recientes, y de acuerdo a información proporcionada por la Semarnat y el INE, las concentraciones anuales de emisiones contaminantes registradas en la ZMVM han permanecido por debajo de lo establecido en las normas oficiales aunque evidentemente, esto no minimice el daño que representa para la vida económica del país y para sus habitantes las cantidades registradas.

### Concentración Promedio Anual de Emisiones Contaminantes en la ZMVM 1996 – 2003

Tabla N° 3

Zona Urbana	Monóxido de carbono (Partes por millón) <sup>a</sup>	Dióxido de nitrógeno (Partes por millón) <sup>b</sup>	Partículas (Microgramos por metro cúbico) <sup>a</sup>	Dióxido de azufre (Partes por millón) <sup>a</sup>	Ozono (Partes por millón) <sup>a</sup>
<b>1996</b>					
Zona Metropolitana de la Ciudad de México	2.665	0.037	73.052	0.016	0.323
<b>1997</b>					
Zona Metropolitana de la Ciudad de México	2.445	0.032	73.908	0.014	0.318
<b>1998</b>					
Zona Metropolitana de la Ciudad de México	2.377	0.029	71.115	0.014	0.309
<b>1999</b>					
Zona Metropolitana de la Ciudad de México	2.164	0.027	51.396	0.013	0.321
<b>2000</b>					
Zona Metropolitana de la Ciudad de México	2.261	0.030	52.397	0.018	0.282
<b>2001</b>					
Zona Metropolitana de la Ciudad de México	1.960	0.026	51.192	0.016	0.271
<b>2002</b>					
Zona Metropolitana de la Ciudad de México	1.707	0.028	50.939	0.012	0.284
<b>2003</b>					
Zona Metropolitana de la Ciudad de México	1.600	0.030	57.330	0.012	0.030
<sup>a</sup>	La concentración de Monóxido de Carbono (CO), como contaminante atmosférico, no debe rebasar el valor de 11 ppm en promedio móvil de 8 horas una vez al año (NOM-021-SSA1-1993, Diario Oficial de la Federación del 23 de diciembre de 1994).				
<sup>b</sup>	La norma de Dióxido de Nitrógeno (NO <sub>2</sub> ) es igual a 0.21 ppm, concentración que no se debe exceder más de una hora una vez al año (NOM-023-SSA1-1993, Diario Oficial de la Federación del 23 de diciembre de 1994).				

- 
- c La norma diaria de Partículas menores a 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (PM10) es igual a 150  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , como promedio de 24 horas, concentración que no se debe rebasar más de una vez al año (NOM-025-SSA1-1993, Diario Oficial de la Federación del 23 de diciembre de 1994).
  - d La norma diaria de Dióxido de Azufre ( $\text{SO}_2$ ) es igual a 0.13 ppm como promedio de 24 horas, concentración que no se debe exceder más de una vez por año (NOM-022-SSA1-1993, Diario Oficial de la Federación del 23 de diciembre de 1994).
  - e La norma horaria de Ozono ( $\text{O}_3$ ) es igual a 0.11 ppm, promedio horario para no ser rebasado una vez al año (Modificación a la NOM-020-SSA1-1993, Diario Oficial de la Federación del 30 de octubre de 2002). Los datos se refieren al máximo anual.
- ND No disponible.
- FUENTE: SEMARNAT. INE. Dirección General de Investigación sobre la Contaminación Urbana, Regional y Global. Gobierno de la Ciudad de México. SMA. *Guía de Indicadores de la Calidad del Aire*. México, D. F., 2002.
- PEMEX. *Calidad de Combustibles y Proyectos Ambientales*. México, D. F., 1996.
- PEF. *Cuarto Informe de Gobierno, 2004. Anexo*. México, D.F., 2004.
- 

En la medida que se desarrollen proyectos ambientales comprometidos con los objetivos de la Política Económica nacional, será factible mantener la tendencia de años recientes en materia de concentraciones, pero para ello, es necesario entender plenamente los problemas y cuantificar sus costos de manera que su análisis entregue información valiosa para los hacedores de Política en México.

Esos costos ambientales son percibidos ampliamente pero, por su naturaleza, aun resulta difícil medirlos con exactitud, y si a esto le sumamos la carencia de sistemas y estructuras que permitan una evaluación oportuna del impacto ambiental, nos damos cuenta que en materia de cuantificación de daños, seguimos muy rezagados.

Según el Instituto Nacional de Ecología<sup>29</sup>, para poder hacer una evaluación certera del daño causado al medio ambiente por la actividad económica del hombre, es necesario tener en consideración los siguientes conceptos:

**Impacto Ambiental:** Es la alteración que se produce en el medio ambiente como consecuencia de la realización de una actividad con respecto a la situación que existiría si no se realizara, es decir, constituye la comparación entre dos situaciones futuras.

**Evaluación del Impacto Ambiental:** Es el procedimiento administrativo encaminado a identificar, predecir, valorar, comunicar y prevenir los impactos de un proyecto, plan o acción sobre el medio ambiente.

**Estudio del Impacto Ambiental:** Es el estudio técnico que constituye un conjunto documental en el que se identifican y valoran los impactos ambientales de un proyecto. Debe contener una *propuesta de medidas correctoras* y un *programa de vigilancia ambiental*.

**Declaración del Impacto Ambiental:** Es el informe que emana la autoridad ambiental y que pone fin al proceso de evaluación. Se emite en base al estudio del impacto aportado por el titular del proyecto o promotor, a las alegaciones y sugerencias resultantes del proceso de información pública, a las consultas institucionales y a los estudios realizados por la propia administración.

---

<sup>29</sup> Instituto Nacional de Ecología, Artículo sobre el “Estudio sobre el Medio Ambiente Mexicano”, Octubre de 2003, Revista Informativa.

**Estimación del Impacto Ambiental:** Es el procedimiento de evaluación simplificado para determinadas obras o proyectos que prevén algunas legislaciones. Exige la realización del estudio del impacto ambiental y concluye con la estimación del impacto en lugar de la declaración.

Lo que se busca con este tipo de análisis, es eficientar los programas ambientales mediante una cuantificación y valoración más exacta del impacto generado al medio ambiente. Al identificar y medir las causas que generan dicho deterioro, es posible diagnosticar y modificar ciertos aspectos mediante una regulación más estricta que permita definir una política ambiental eficiente.

En lo que concierne a la calidad del aire, especialmente en las zonas más pobladas como el valle de México, las acciones deben ser implementadas de inmediato, pero para ello, es imprescindible entender el problema y sus causas de raíz. De acuerdo con los inventarios de emisiones, los establecimientos industriales constituyen una de las fuentes que registran menores proporciones dentro de la contaminación atmosférica agregada en la ciudad de México, de hecho, además de algunos procesos naturales que liberan ciertos contaminantes, las fuentes de emisión que registran mayores proporciones dentro de esa contaminación atmosférica total son las actividades ligadas al transporte privado y público, a los servicios diversos existentes en las ciudades y a la urbanización excesiva.

En 1992, la ciudad de México aparecía, junto con Los Ángeles, Nueva York, Londres y Tokio, como una urbe con severos problemas atmosféricos asociados a las emisiones de SO<sub>2</sub>, lo cual, sugería la necesidad de reforzar los esfuerzos para mantener en niveles bajos o aceptables las emisiones de ese contaminante en las zonas metropolitanas y corredores industriales.

La acumulación de dichos gases, depende en gran medida de las ya mencionadas características geoclimáticas que otorgan mayor o menor capacidad a cierto ecosistema para dispersar, asimilar y transportar los contaminantes liberados por la actividad de los establecimientos industriales y por el transporte público y privado. Cuando esa capacidad de carga se considera como constante, entonces el control de la contaminación dependerá de los cambios del volumen y tipo de emisiones, cambios que, a su vez, están vinculados con los perfiles tecnológicos y energéticos de los establecimientos industriales, las características del sistema de transporte de la ciudad, el volumen de vehículos automotores y las emisiones generadas por concepto de transporte en cualquiera de sus modalidades por mencionar los más representativos<sup>30</sup>.

---

<sup>30</sup> Cuando la capacidad de carga del medio receptor se rebasa recurrentemente y el flujo de emisiones no disminuye en forma significativa, se está en presencia de un problema severo de contaminación atmosférica.

En este sentido, gran parte de la problemática radica en las Instituciones y en fallas del mercado, es decir, en la ineffectividad de algunas políticas públicas en la materia o por la distorsión e incapacidad de los mercados para asignar eficientemente los recursos escasos de la sociedad, entre ellos la calidad del aire.

El deterioro ambiental surge por causas eminentemente económicas. Por diversas razones, los agentes económicos están en posibilidad de transferir parte o la totalidad del costo de sus acciones a otros segmentos de la población, sin existir de por medio una compensación. Al no impactar estos costos sobre los agentes que los originan, no existe ninguna motivación o incentivo para que éstos cambien su conducta e intenten reducir el costo que sus acciones imponen sobre el bienestar de la sociedad en su conjunto. Para atacar las causas fundamentales del problema ambiental es necesario que en los procesos de toma de decisiones se adopten medidas que integren los costos y beneficios que implica alterar el ambiente.

A través de instrumentos económicos como son impuestos ambientales, permisos comerciables o sistemas de depósito-reembolso, es posible hacer que los agentes económicos particulares internalicen los costos sociales de sus acciones al momento de tomar decisiones como consumidores o productores de bienes y servicios. Es decir, dichos agentes siguen tomando decisiones dentro de un mercado libre, pero ahora son guiados por precios que ya toman en cuenta al ambiente.

La experiencia internacional muestra que los instrumentos económicos son exitosos para la protección ambiental. A través de ellos se han alcanzado las ambiciosas metas ambientales que los países más ricos de Europa y Norteamérica se han planteado. También se ha visto que los instrumentos económicos requieren crear y redefinir instituciones. Una nueva política ambiental en México debe diseñar instrumentos económicos para proteger el ambiente, que sean complementarios con la reglamentación y normatividad existentes y que aprovechen las ventajas que cada uno tiene en diferentes aspectos del problema.

Como requisito, esa normatividad no sólo debe estar fundada sólidamente en consideraciones técnicas, sino también en criterios claros en relación con sus costos y beneficios.

Desafortunadamente la calidad de nuestro aire ha ido en detrimento y a pesar de la insistencia por parte de algunos organismos e instituciones por destinar mayores recursos a este concepto, el gasto que destinado a la protección ambiental aún está por debajo del 1% del total del PIB (Ver tabla Nº 4). Por esto, la importancia de un ambiente regulatorio eficiente y sano, radica en el hecho de que los beneficios obtenidos por la implementación de instrumentos económicos diversos, sean reinvertidos para la preservación y protección del ambiente.

## Gasto en Protección Ambiental como Proporción del PIB 1990 – 2003

**Tabla N° 4**

(Millones de pesos a precios corrientes) Concepto	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Producto Interno Bruto en valores básicos (PIB)	676 067	668 219	1 029 005	1 155 132	1 308 302	1 678 835	2 296 675	2 873 273	3 517 782	4 206 743	4 983 518	5 269 654	5 734 646	6 244 985
Gasto en protección ambiental <sup>a</sup>	2 536	3 248	4 414	5 494	6 190	6 096	7 182	9 493	13 995	26 452	30 121	32 357	36 404	43 803
Gastos en protección como proporción del PIB (Porcentaje)	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.4	0.3	0.3	0.4	0.8	0.8	0.6	0.8	0.7

<sup>a</sup> Se refiere a los gastos utilizados exclusivamente en los rubros del presupuesto ejercido, discriminando aquellos que aunque estuvieron programados no se ejercieron. Las cifras de 1998 en adelante no son comparables con las anteriores, en virtud de que recientemente se tuvieron importantes mejoras en los cálculos, como resultado de una ardua y exhaustiva investigación que condujo a la detección de nueva y detallada información, permitiendo de esta manera la identificación de proyectos y gastos de forma específica y más clara a partir del año en cuestión.

FUENTE: INEGI. Sistema de Cuentas Económicas y Ecológicas de México, 1998-2003.

- Calidad del Aire

El aire puro es una mezcla gaseosa compuesta por 78% de nitrógeno, 21% de oxígeno y 1% de diferentes compuestos tales como el argón, el dióxido de carbono y el ozono. La contaminación del aire se define como la presencia en la atmósfera de uno o más elementos, en cantidad suficiente para causar cualquier cambio en el equilibrio de estos componentes, alterando sus propiedades físicas y químicas.

Las principales causas de contaminación en el aire son ocasionadas por el hombre (actividades industriales, comerciales, domésticas y agropecuarias). La combustión empleada para obtener calor, generar energía eléctrica y/o movimiento, es el proceso de emisión de contaminantes más significativo. Los principales contaminantes del aire se clasifican en primarios que son los que permanecen en la atmósfera tal y como fueron emitidos por la fuente. Para fines de evaluación de la calidad del aire se consideran: óxidos de azufre, monóxido de carbono, óxido de nitrógeno, hidrocarburos y partículas. Los secundarios son los que han estado sujetos a cambios químicos, o bien, son el producto de la reacción de dos o más contaminantes primarios en la atmósfera. Entre ellos destacan los oxidantes fotoquímicos y algunos radicales de corta existencia como el ozono.

A nivel nacional, la contaminación atmosférica se agudiza en las zonas de alta densidad demográfica o industrial. Las emisiones anuales de contaminantes en el país son superiores a 16 millones de toneladas, de las cuales el 65 % es de origen vehicular. En la Ciudad de México se genera 23.6 % de dichas emisiones, en Guadalajara el 3.5 %, y en Monterrey el 3 %. Los otros centros industriales del país generan el 70 % restante.

La medición y el análisis de la calidad del aire son importantes para definir las necesidades de política así como la aplicación de instrumentos. Además, proporcionan una evaluación relativamente precisa del cumplimiento de las normas y constatan los avances o retrocesos logrados en la mitigación de los problemas. Su medición es responsabilidad de la Secretaría de Desarrollo Social (Sedesol antes Sedue) y registra los índices a través de la Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA<sup>31</sup>) que a su vez está constituida por 25 estaciones ubicadas estratégicamente a lo largo y ancho del Valle de México.

La eficiencia de las acciones de prevención y control de la contaminación del aire en la ZMVM establecidas en el PROAIRE 2002-2010 y en los programas precedentes (Programa Integral para el Control de la Contaminación Atmosférica “PICCA 1990 – 94” y el Programa para Mejorar la Calidad del Aire en el Valle de México) ha sido limitada e insuficiente. La ZMVM posee la mayor población del país con 18.2 millones de habitantes. Para satisfacer sus necesidades, la población demanda actualmente un

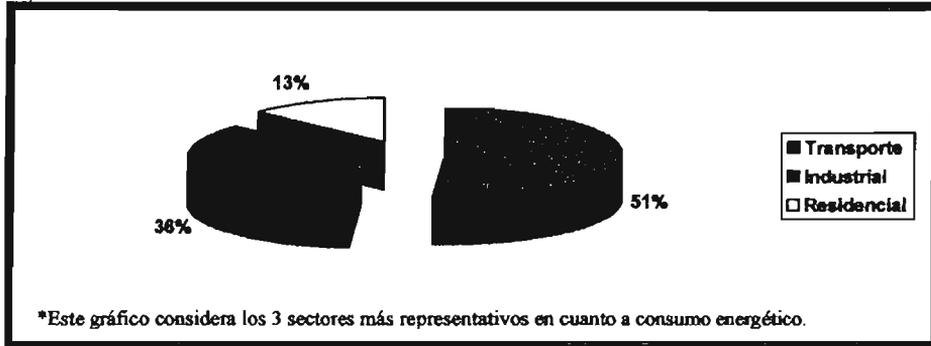
---

<sup>31</sup> En la RAMA se miden en forma continua ozono, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, bióxido de azufre, hidrocarburos, velocidad y dirección del viento, humedad relativa, temperatura y partículas concentradas.

consumo energético cercano a los 534 petajoules<sup>32</sup>, de los cuales, el sector transporte demanda el 51% seguido por el sector industrial 36% y el sector residencial con 13%<sup>33</sup>

#### Distribución Sectorial de la Demanda Total de Consumo Energético en la Zona Metropolitana del Valle de México 2003

Figura N° 4



Fuente: Informe sobre Calidad de Aire, México 2003

El consumo energético mayor del sector transporte (fuentes móviles), se maneja en las emisiones de monóxido de carbono (CO), Óxidos de Nitrógeno (Nox), partículas menores a 2.5 micrómetros (PM2.5) y partículas menores a 10 Micrómetros. Dentro de este sector los automóviles particulares destacaron como los principales emisores de Co con el 40% del total, Nox con 27% y otros compuestos orgánicos volátiles con 18%, seguido por los vehículos menores de 3 toneladas y taxis.

El análisis de la evolución de los contaminantes atmosféricos requiere por tanto, indicadores estadísticos confiables y que sean representativos del conjunto de datos; el uso de percentiles y la media como indicadores estadísticos permite caracterizar la información e inferir la eficacia de las acciones de prevención y control.

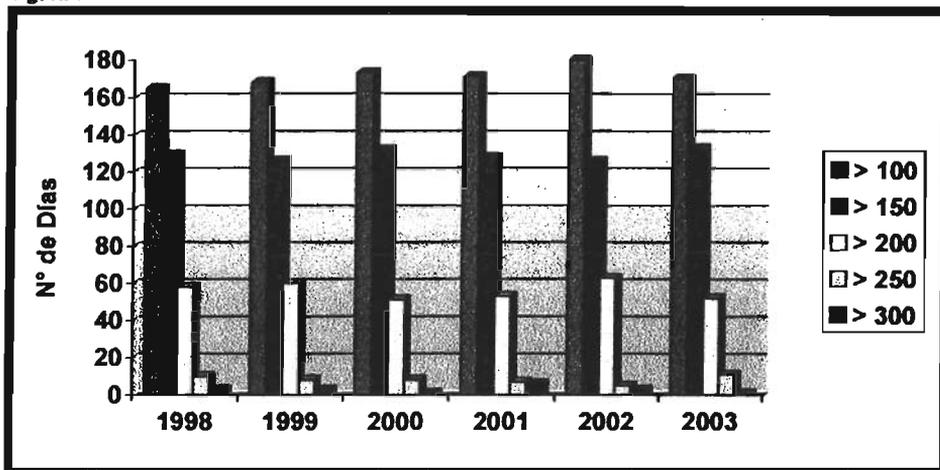
Uno de estos es el Índice Metropolitano de Calidad del Aire (IMECA) que como su nombre lo indica, contabiliza la cantidad de emisiones y partículas expuestas al aire clasificándolas en base al volumen emitido por día. Para entender un poco mejor esto, podemos referirnos a la siguiente gráfica que muestra el comportamiento de las lecturas IMECA más representativas de los últimos años.

<sup>32</sup> Un Petajoule equivale a  $1(E + 15)$  joules y a su vez, 1 joule es la cantidad de energía que se utiliza un Kilogramo de masa a lo largo de un metro, aplicando una aceleración de metro por segundo cuadrado.

<sup>33</sup> Fuente: Secretaría de Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal, Informe sobre la Calidad del Aire 2003 - Esta distribución del consumo energético por sectores se conserva con ligeras variantes desde 1990 y a partir del año 2000 el consumo energético del sector residencial ha disminuido.

### Número de días con lecturas IMECA superiores a 100, 150, 200, 250 y 300

Figura N° 5

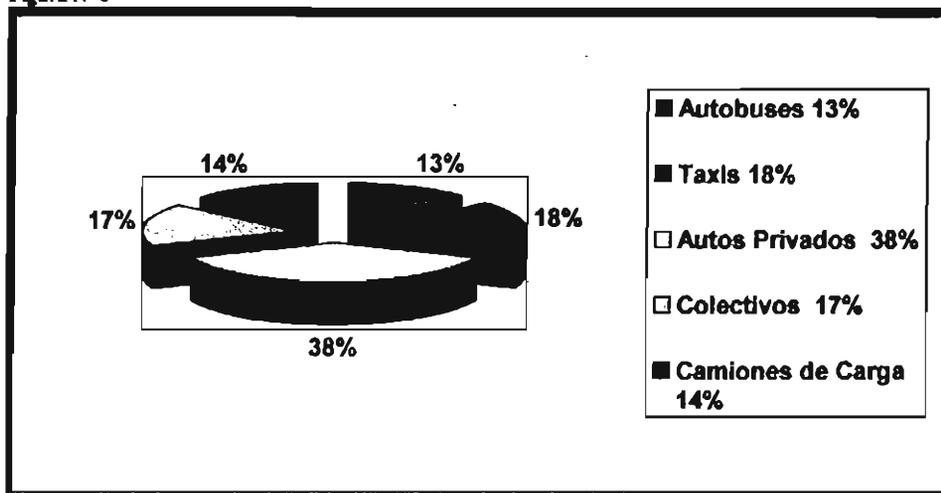


Como podemos observar, la calidad del aire del Valle de México resulta precaria, ya que las emisiones dependen en gran parte de la cantidad de combustibles consumidos, de su calidad, tipo y de las tecnologías de control existentes. Los registros muestran que en años recientes la tendencia ha sido mayor en los días con niveles por encima de 100 y 150 puntos.

Otro aspecto que debe considerarse al analizar la condición ambiental y el impacto generado por la masa vehicular en el Valle de México, es la Distribución de emisiones vehiculares, ya que su análisis podría aportar datos sumamente importantes para el diseño de la Política Ambiental.

## Contribución Anual de Óxidos de Nitrógeno del Sector Transporte por Tipo de Vehículo 2003

Figura N° 6



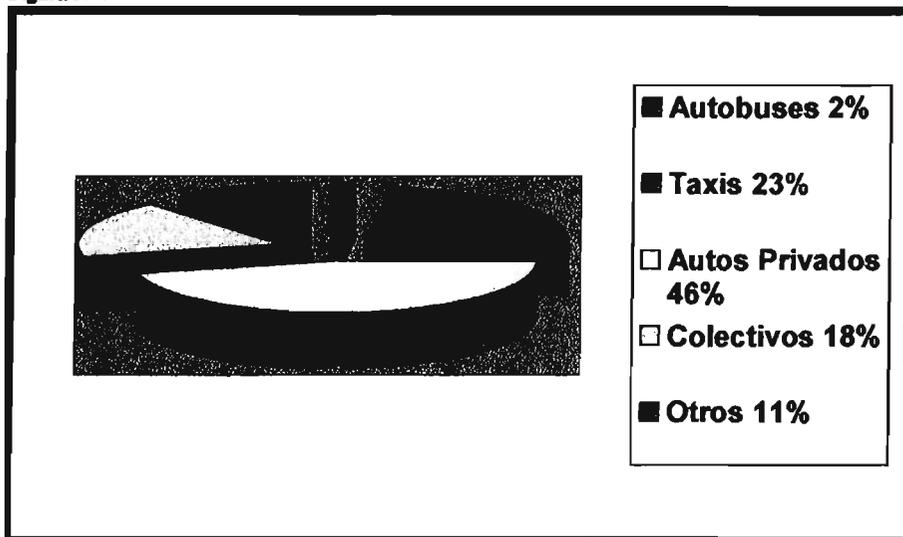
Fuente: Instituto Nacional de Ecología. Programa para Mejorar la Calidad del Aire de la Zona Metropolitana del Valle de México

La contribución anual de partículas emitidas a la atmósfera a pesar de mostrar una mayor contribución de vehículos particulares, indica que tanto camiones de carga como colectivos y taxis representan un porcentaje sumamente elevado si se compara sobre todo la cantidad de estos en volumen de existencia; es decir, si se calculara en proporción a la cantidad de vehículos existentes, tendríamos que los taxis contaminan 15 veces más que los vehículos particulares, y los camiones de carga hasta 90 veces más. Esta diferencia abismal radica básicamente en el estado de los vehículos de transporte público y de carga que por lo general, se encuentran en pésimas condiciones.

Desafortunadamente la cantidad de automóviles que actualmente circulan en el Distrito Federal hace ineficientes las medidas de antaño como la utilización de gasolina sin plomo e incluso el programa Hoy no circula. Por ello, *es necesario adecuar la situación de la ciudad y su volumen vehicular a alternativas que ofrezcan resultados reales.*

## Contribución de Hidrocarburos del Sector Transporte por Tipo de Vehículo 2003

Figura N° 7



Fuente: Instituto Nacional de Ecología. Programa para Mejorar la Calidad del Aire de la Zona Metropolitana del Valle de México

Las figuras 6 y 7 muestran la cantidad de Óxidos de Nitrógeno e Hidrocarburos que son arrojados a la atmósfera al momento de ser quemados por la combustión. El biodiesel, además de ser perfectamente compatible con todo tipo de vehículos con motores diesel y a diferencia de la gasolina convencional, no genera este tipo de contaminantes por lo que su uso, disminuiría de manera considerable los problemas de emisiones.

Por estas y otras razones, la implementación de una política ambiental soportada en parte sobre el uso y desarrollo del Biodiesel resultaría sumamente benéfica para la ciudad de México y en general, para todas las zonas y regiones del país con grandes concentraciones vehiculares (Monterrey, Guadalajara, Estado de México, corredores industriales, etc.<sup>34</sup>)

Al igual que la introducción del convertidor catalítico en el año de 1991, que implicó una reducción significativa de las emisiones vehiculares, y la sustitución de gasolina con plomo a una libre del mismo, el caso del combustible ecológico podría representar un paso vital en la lucha pro ambiental, y en particular, en la lucha contra las emisiones vehiculares en zonas como el valle de México.

<sup>34</sup> Otro aspecto que influye negativamente es la cantidad de parque vehicular viejo que existe en las grandes urbes del país, ya que según estudios realizados por el INE, los modelos anteriores a 1990 en mal estado, contaminan casi 25 veces más que los modelos 1993 y 40 veces más que los modelos 2003 en buen estado.

- Origen de los Contaminantes Atmosféricos

Para poder enfrentar los problemas de calidad de aire en la ZMVM es necesario que antes comprendamos el origen de los contaminantes y la situación que prevalece en cada uno de ellos; de esta forma podemos garantizar que la instrumentación de las políticas económicas se enfoque a los causantes de las mismas y no se pierda su efecto en otro tipo de cuestiones.

#### Monóxido de Carbono (CO)

Proviene principalmente de la combustión incompleta en los motores de los vehículos a gasolina. En la Ciudad de México, con una deficiencia de oxígeno de 23% con relación al nivel del mar, la combustión se hace menos eficiente, incrementando la generación de este contaminante. Así, la magnitud de las emisiones de (CO) depende principalmente de la afinación de los motores y la eficiencia de los procesos industriales de combustión.

En el caso de los vehículos equipados con convertidores catalíticos, la eficiencia de control depende del uso exclusivo del combustible adecuado (gasolina sin plomo) así como de su mantenimiento apropiado. Ahora bien, es importante saber que a pesar de contar con vehículos bien afinados, estas emisiones se determinan en gran parte por las condiciones y características del sistema vial, los patrones de tráfico vehicular y el volumen de vehículos con motores diesel.

#### Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>)

Se emite principalmente por la quema de combustibles que contienen azufre. Su importancia como contaminante va más allá de su concentración como tal en la atmósfera. Una vez en el aire, se transforma en sulfatos a través de reacciones que involucran la formación de ácido sulfúrico, por lo que contribuye en gran medida a la producción de lluvia ácida. Las concentraciones más altas de este contaminante se presentan en las áreas con mayor actividad industrial.

#### Hidrocarburos

Su importancia principal radica en ser precursores de ozono, junto con los óxidos de Nitrógeno, aunque desde el punto de vista de salud, reviste especial importancia conocer la concentración de ciertos hidrocarburos tóxicos o de alto riesgo como el benceno, tolueno o los formaldehídos. Todas las sustancias que se emiten en la atmósfera reaccionan entre sí formando y destruyendo, en diferentes tiempos y velocidades, especies químicas distintas a las que las originaron.

La complejidad de la mezcla de hidrocarburos existentes en la ZMVM determina en gran medida los tiempos y velocidades en que se forma en ozono, es decir, la formación de ozono no depende de una manera lineal de las concentraciones iniciales de los hidrocarburos o los óxidos de nitrógeno, ya que también influye la naturaleza, las reacciones fotoquímicas y en especial, los vientos débiles. A escala global se clasifican en 3 familias de interés: olefinas, aromáticos y parafinas.

### Ozono (O<sub>3</sub>)

Es un contaminante que no se emite en los escapes y chimeneas, sino que se forma en la atmósfera a partir de reacciones muy complejas activadas por la luz solar, en las que participan los óxidos de nitrógeno e hidrocarburos. Los niveles de ozono alcanzan un valor máximo alrededor de mediodía y a partir de ese momento su concentración disminuye en la medida que decrece la radiación solar. Representa quizá uno de los problemas más graves para la calidad de aire ya que sus volúmenes exceden constantemente lo establecido por la norma oficial.

### Partículas suspendidas totales (PST)

En la atmósfera de la ZMVM se encuentran presentes en suspensión partículas sólidas y líquidas de muy diversa composición y tamaño. Entre estas se encuentran las partículas de origen natural (integradas por suelos y partículas de origen biológico), las que provienen de procesos de combustión, y las que se forman en la atmósfera como resultado de la transformación de otros contaminantes, tales como aerosoles entre los que se encuentran nitratos y sulfatos. Las partículas con mayor impacto sobre la salud, e incluso sobre la visibilidad, son las de un tamaño menor a 10 micrómetros, que también se les conoce como PM10. En la ZMVM, el contenido de PM10 puede representar entre el 40 y 60% de las partículas suspendidas totales.

### Plomo

Es uno de los posibles constituyentes de las partículas suspendidas en el aire. Su principal fuente de emisión hasta hace unos años eran los automóviles y las fundidoras aunque con el cambio a las gasolinas sin plomo (Magna Sin y Premium) se lograron avances significativos<sup>35</sup>.

---

<sup>35</sup> Molina, Mario, "Calidad del Aire en el Valle de México" 1ra Edición, México D.F. 1993 Págs. 19 - 32

- Efectos de la Contaminación en la Salud

Como sabemos, los contaminantes atmosféricos presentan diferentes grados de toxicidad en el ser humano, animales y vegetales. De acuerdo a su peligrosidad y factor de tolerancia, los contaminantes atmosféricos se ordenan como se muestra en la Tabla N° 5:

### Factores de Tolerancia para los Diferentes Contaminantes Atmosféricos

Tabla N° 5

Contaminante	Factor de Tolerancia Gr. por m <sup>3</sup> cada 24 hrs.
Plomo	4
Ozono	74
Partículas menores a 10 micrómetros	150
Bióxido de Azufre	340
Bióxido de Nitrógeno	800
Monóxido de Carbono	11,300

Fuente: Semarnat

De acuerdo al análisis anterior, el contaminante más tóxico para el ser humano es el plomo, y el menos tóxico es el monóxido de carbono. La tabla no incluyó el grupo de hidrocarburos por el hecho de que constituyen un grupo de compuestos muy diversos, que presentan toxicidades de diferente magnitud, encontrándose desde los muy tóxicos como el benceno, hasta los de baja toxicidad como los alcanos lineales (pentano, hexano, etc.)

A continuación se indican los principales efectos de cada uno de los contaminantes anteriormente mencionados sobre la salud humana:

### Efectos en la Salud

Tabla N° 6

Contaminante	Efectos en la Salud
Plomo	Decremento gradual las funciones neurológicas en función del incremento de plomo en el organismo. Alteraciones en la conducta sanguínea.
Ozono	Efectos neurotóxicos en la población infantil. Envejecimiento prematuro de los Pulmones. Arritmias pulmonares Daño en las células de las vías respiratorias. Reducción en la habilidad del sistema respiratorio para remover partículas extrañas.
Partículas suspendidas y Bióxido de Azufre	El efecto combinado de estos contaminantes resulta más dañino que por separado. Incrementan problemas relacionados con asma, tos crónica y bronquitis, además de disminuir la función pulmonar e incrementar las posibilidades de cáncer. Las personas más sensibles a ellos son: Personas con influenza, enfermedades respiratorias crónicas y cardiovasculares o bronquitis, niños y gente mayor, fumadores y personas que practican mucho deporte al aire libre.

---

Monóxido de Carbono	Reemplaza al oxígeno en las células rojas reduciendo la cantidad de oxígeno que llega a las células del cuerpo y que es necesario para mantener la vida.
Óxidos de Nitrógeno	Deteriora el funcionamiento pulmonar y cerebral al atacar sus células. Irritación de pulmones, bronquitis y neumonía. Reduce la resistencia a infecciones respiratorias.

---

Fuente: Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias, INER, México 2003

Las consecuencias en el deterioro ambiental impactan directamente a los ciudadanos y de acuerdo a lo expresado en las tablas anteriores, gran parte de los contaminantes provienen de la quema de gasolinas utilizadas tanto en procesos industriales como en transportes en todas sus modalidades.

De ahí que resulte necesario reestructurar el mercado de gasolinas en la Ciudad de México por uno que incluya nuevas alternativas menos dañinas pero que no comprometa la funcionalidad del energético.

### 2.3 Retos y Metas

Mejorar el deterioro ambiental de la actualidad y recuperar la calidad del aire que respiramos no sólo en la ZMVM sino en todo el país es imprescindible. Por ello es necesario:

- Mejorar la calidad de los Combustibles.
- Racionalizar y reestructurar el transporte urbano.
- Modernizar las tecnologías de producción para encontrar alternativas menos dañinas para el medio ambiente.
- Reestructuración de empresas e industrias que no cumplan con sus compromisos ambientales.
- Incremento en la educación, comunicación, entendimiento y participación ciudadana para la solución de los problemas.

El uso de instrumentos económicos para apoyar el cumplimiento de las políticas ambientales está cada vez más difundido a escala internacional. En particular en los países miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) se reúnen una gran cantidad de experiencias y debates en torno a este tema, como herramientas complementarias en el diseño y puesta en vigor de medidas directas e indirectas de regulación ambiental.

La prioridad de la política hacia el medio ambiente debe ser procurar el desarrollo sustentable mediante la implementación de proyectos, programas y políticas ambientales; pero para ello, es necesario contar con recursos suficientes para poder llevarlos acabo de manera eficiente y México, no es precisamente un modelo a seguir en ese sentido. La máxima autoridad en materia ambiental en nuestro país es la SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales antes SEMARNAP<sup>36</sup>) y es el organismo responsable de distribuir los recursos económicos a los diferentes Institutos y Comisiones encargados de solucionar los problemas relacionados con el medio ambiente y los recursos provenientes del mismo. Aunque en teoría las alteraciones generadas sobre los ecosistemas en cualquiera de sus formas son igualmente importantes, la manera en que se destinan los recursos para hacer frente a los mismos es sumamente dispareja; por lo que uno de los principales retos de la economía actual, debe ser encontrar una forma para eficientar la distribución de esos recursos priorizando algunas metas, pero sin minimizar la importancia de otras.

Para entender un poco mejor lo anterior, podemos ver la forma en que la Semarnap (1997) jerarquizaba y otorgaba recursos a los problemas ambientales de México en el año de 1997:

---

<sup>36</sup> En el año 2000 se cambio el nombre de Semarnap (Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca) a Semarnat (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales) por cuestiones de la Nueva Administración.

**Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca.  
Presupuesto Sectorial 1997  
Estructura Porcentual**

**Tabla N° 7**

Secretaría	17.6
Comisión Nacional de Agua	74.8
Procuraduría Federal de Protección al Ambiente	2.9
Instituto Nacional de Ecología	2.2
Instituto Mexicano de Tecnología al Agua	1.7
Instituto Nacional de Pesca	0.9
<b>Total</b>	<b>100.0</b>

Fuente: Semarnap, 1997

Probablemente, lo más notable de la distribución presupuestal sea el peso de la Comisión Nacional de Agua (CNA), que absorbe alrededor de tres cuartas partes del presupuesto total. El remanente del presupuesto, de acuerdo con la Tabla N° 8, concede un gran peso al gasto en acciones prioritarias de medio ambiente, así como en materia forestal y de suelo. El siguiente rubro en importancia se refiere a la descentralización y la desconcentración, los programas de reformas y desarrollo legislativo, así como el sistema de información.

**Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca  
Presupuesto Sectorial 1997. Estructura Porcentual  
(Excluye a la Comisión Nacional de Agua)**

**Tabla N° 8**

Acciones Prioritarias de Medio Ambiente	40.1
Materia Forestal y de Suelo	37.9
Pesca y Acuicultura	5.8
<b>Planificación del Desarrollo Sustentable</b>	<b>5.1</b>
Educación Ambiental	1.2
Descentralización e Informática	9.9
<b>Total</b>	<b>100.0</b>

Fuente: Semarnap, programa de Trabajo 1997.

Como podemos ver, de acuerdo a lo que indican las cifras anteriores, los conceptos de Desarrollo Sustentable y Educación ambiental no son parte trascendental en las consideraciones prioritarias del estado; esto, por la falta de un modelo económico - ecológico bien estructurado y por la necesidad que tenemos de priorizar e improvisar soluciones temporales a otros problemas como los del agua en México.

En la medida en que sigamos atacando los problemas de esta manera, resultará aún más complicado el lograr una distribución equitativa de recursos que permitan el accionar eficiente de las instituciones encargadas de mantener el equilibrio ambiental sin que se comprometan los objetivos económicos de la nación.

La Tabla N° 8 por lo tanto, nos deja ver dos aspectos a corregir que considero sumamente importantes en cuanto a la búsqueda de esos objetivos:

1. El rubro de Planificación del Desarrollo Sustentable.
2. El rubro de Educación Ambiental.

En tanto no se replantee una distribución más equitativa y se adjudique la relevancia que le concierne a estos dos aspectos, seguiremos sumergidos en una problemática ecológica y cultural que dificultarán de manera significativa los logros de nuestras metas a corto, mediano y largo plazo. Es cierto que deben asignarse más recursos económicos al desarrollo de estas actividades, pero también es cierto que si no se cuentan con herramientas que las complementen, la asignación de recursos por sí misma sería inútil.

Mientras se sigan implementando soluciones temporales que no terminen por completo con los problemas de raíz, mientras no se desarrollen e implementen planes a corto, mediano y largo plazo, y mientras no se involucre de manera directa a la sociedad, se continuará con las prácticas de producción y consumo que han gestado esta crisis ecológica y difícilmente se lograrán avances significativos en dicha materia.

En México, los instrumentos económicos vigentes en materia ambiental aún no desarrollan toda su potencialidad y existen numerosas oportunidades donde pueden obtenerse, tanto mejores y más eficientes formas de aprovechamiento de nuestros ecosistemas y recursos naturales, como menores volúmenes de contaminación si se utilizan adecuadamente. En este sentido, pueden apoyar, complementar y hacer más eficiente la regulación ambiental.

A nivel general, puede argumentarse que en México existen al menos tres grandes retos en donde la utilización de los instrumentos puede tener gran importancia y utilidad.

- El primero alude a la necesaria vinculación entre la conservación ecológica y el aprovechamiento productivo de los ecosistemas y recursos naturales, es decir, al reto del *desarrollo sustentable*. Esto, ubica la discusión en torno a ciertos umbrales críticos de aprovechamiento. Así, la conservación de la biodiversidad puede realizarse más eficientemente mediante la inclusión de nuevos combustibles e incentivos económicos (positivos y negativos) en los programas de manejo y aprovechamiento productivo de los recursos naturales.
- El segundo se refiere a la relación entre mayores ritmos de crecimiento económico, con menores niveles de contaminación ambiental en la ZMVM. Las posibilidades de alcanzar situaciones de esta índole se sintetizan en los debates en torno a los niveles y trayectorias de *contaminación óptima*, en donde la contaminación cero es imposible o muy ineficiente (pues implica inactividad productiva con su consecuente pérdida de beneficios sociales en términos de empleo, ingresos, bienes y servicios) y el crecimiento económico “a cualquier

costo” no incorpora criterios ecológicos y, por tanto, al degradar las bases naturales sobre las cuales se erige resulta igualmente ineficiente. La puesta en marcha de una serie de incentivos que orienten la toma de decisiones de producción y consumo de los agentes económicos, a la utilización de combustibles ecológicos que nos permitan recuperar la calidad del aire de la Ciudad de México, es pues, imprescindible.

- Finalmente, el tercer gran reto se refiere a la permanente *modernización del sistema productivo*. Este se centra en el desarrollo y cambio de combustibles y fuentes de energía; en la incorporación de procesos y tecnologías más limpias; la reducción, reutilización, neutralización, reciclaje y adecuada disposición final de los residuos generados; la necesidad de evitar la transferencia de contaminantes entre medios receptores; y la incorporación de los agentes económicos en programas de autorregulación ambiental y sobre cumplimiento normativo. Todo ello, implica un uso más difundido de diversos instrumentos económicos para generar una red de estímulos y costos que apoyen el proyecto de recuperación del aire del valle de México mediante el uso del Biodiesel.

La búsqueda del aprovechamiento sustentable de nuestra biodiversidad, la obtención de niveles de contaminación óptima en diferentes rubros de actividad, y el cumplimiento cabal de la regulación ambiental son las preocupaciones centrales que debemos considerar como “necesarias” al momento de definir la política ambiental del país, ya que el problema de concentración de emisiones no es caso particular del valle de México; actualmente, los problemas de emisiones afectan de igual manera diferentes zonas y regiones de la república de modo que, las llamadas áreas críticas del país son las siguientes zonas metropolitanas y corredores industriales:

- Irapuato-Celaya-Salamanca
- Tula-Vito-Asasco
- Tampico-Madero-Altamira
- Coatzacoalcos-Minatitlán
- Tijuana, Ciudad Juárez, Monterrey, Guadalajara y la Zona Metropolitana del Valle de México.

Sabemos que debemos enfrentar una multitud de retos, que incluyen a la degradación ambiental en todas sus vertientes (contaminación, pérdida de biodiversidad, pérdida de recursos naturales, inequidad en la distribución de los beneficios derivados del uso de recursos naturales). Además, tenemos que enfrentar una procuración de justicia ambiental insuficiente; una gran dificultad para instrumentar políticas ambientales públicas, las que frecuentemente entran en contradicción con las políticas de otros sectores; una normatividad ambigua; una falta de continuidad en las políticas ambientales y la consecuente falta de planeación en el largo plazo; un conjunto de demandas conflictivas y contradictorias de algunos sectores la sociedad civil; una excesiva centralización; un lento crecimiento del número de personas con la formación y la experiencia suficientes para elaborar políticas ambientales, y una carencia de conciencia ecológica que aún prevalece a pesar de los grandes esfuerzos de educación ambiental y de la información hecha pública por los medios de comunicación masiva.

En este contexto, nos enfrentamos a una falta de conocimiento científico que se deriva del propio desconocimiento que aún se tiene de muchos de los aspectos ecológicos y ambientales del país, producto de la insuficiente actividad científica y de la falta de recursos financieros para impulsarla. Desafortunadamente tampoco contamos con una política de desarrollo científico que permita que la información derivada de la investigación se divulgue correctamente, ni que sea un criterio permanente en la toma de decisiones. Además, se ha marginado, vía los sistemas de financiamiento y de evaluación científica, a la investigación aplicada aún en los casos en los que ésta alcanza una buena calidad. *Esto ha generado un abismo en la comunicación entre la investigación y la toma de decisiones.*

Si bien es cierto que se ha avanzado en ciencia y tecnología durante los últimos cincuenta años, también es cierto que se está lejos aún de siquiera parecerse a los países desarrollados; incluso algunos países poco desarrollados han logrado mayores avances en este campo. Con frecuencia, el divorcio entre las instituciones de investigación y de educación superior por un lado, y el sector público por el otro, ha sido una barrera para el progreso de las políticas ambientales. El desarrollo de un instituto gubernamental de investigación ambiental que proporcione insumos a quienes son los responsables últimos de la toma de decisiones representa una enorme oportunidad para contribuir a un desarrollo sustentable del país, más armónico con la protección del ambiente y capaz de **mantener nuestro capital natural para el futuro.**

Por esto, la necesidad de evaluar el impacto ambiental en cualquiera de sus formas es indispensable, especialmente al momento de tomar decisiones que afecten las actividades productivas y de consumo de los agentes económicos.

Quienes realizan actividades que dañan el ambiente tienden a ampararse en la clandestinidad; ello dificulta tanto la atribución de responsabilidad jurídica como la toma de decisiones políticas y administrativas. “Esta falta de información oportuna impide el Desarrollo Sustentable”

El impacto ambiental puede ser tan grave, difícil de evitar, corregir y aún de identificar y pronosticar, que la política ambiental prefiere prohibir actividades riesgosas o por lo menos disminuir su peligrosidad, con medidas tendientes a evitar accidentes o mitigar sus efectos cuando se produzcan, si la actividad es necesaria para el desarrollo económico. Para ello hay que observar, diagnosticar y pronosticar cada caso, registrando información parcializada que pudiese resultar útil al momento de planear las medidas regulatorias y determinar la política ambiental de cada país.

Para efectos de disminuir los las cantidades de contaminantes arrojados a la atmósfera en la ZMVM mediante un proceso de transición de gasolina convencional a biodiesel, es necesario que tengamos claro que este proceso *NO IMPLICARÍA* la desaparición de la gasolina. Simplemente consiste en adherir a las funciones de PEMEX, la tarea de producir Biodiesel conjuntamente con los demás combustibles que considera su esquema productivo. Su introducción al mercado estaría en función de la ciudadanía mediante la regulación del Estado, por lo que sería necesario informarlos sobre las ventajas y desventajas del mismo:

- Se reducirían las emisiones de contaminantes arrojados a la atmósfera.
- Se impactaría de manera positiva a la sociedad en general ya que bajaría la propensión de enfermedades causadas por este concepto.
- Se contaría con un nuevo energético libre de contaminantes y competitivo en el mercado.
- Se darían avances en la instrumentación de normas ambientales que definirían los niveles máximos permisibles de emisión por contaminante, los agentes económicos y sociales normados y el conjunto de mecanismos de apoyo para el cumplimiento de las mismas.
- Se facilitaría el establecimiento de incentivos (desincentivos) económicos que complementasen el cumplimiento de las normas ambientales.

Mientras no se vincule al sector ambiental y la participación científica en la toma de decisiones y determinación de políticas públicas, no se lograrán avances significativos en materia de biodiesel. Una vez superada esta barrera, tendríamos que enfrentarnos al reto de alcanzar un *nivel óptimo de contaminación*, es decir, partiendo del hecho de que “cierto nivel de degradación ambiental” es la consecuencia inevitable de la actividad humana, podríamos plantear un objetivo mínimo de contaminación que resultase óptimo en comparación a los niveles de producción y crecimiento planeados.

Resultaría una utopía pensar que una economía pudiese trabajar a niveles de contaminación “cero”, sin embargo, lo que sí se podría hacer sería adaptar los procesos actuales de modo que se redujera considerablemente la cantidad de contaminantes que se generan (en cualquiera de sus formas). Aquí es donde enfrentaríamos el reto final:

*“Introducir el Biodiesel a la vida cotidiana de nuestra ciudad.”*

- Programa Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

El problema ambiental en México a pesar de no estar agendado con el carácter prioritario que debiese, tiene el respaldo de instituciones como el INE y la SEMARNAT que constantemente realizan estudios e implementan actividades y propuestas en pro de la mejora ambiental. El Programa Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales (PNMARN) tiene como propósito el satisfacer las expectativas de cambio de la población, construyendo una nueva política ambiental para México.

Contempla medidas específicas que impulsen nuevas formas de participación que alienten al ciudadano de manera individual y en grupos organizados, a intervenir en la formulación y ejecución de la política ambiental y mantener una actitud vigilante sobre los recursos y el medio ambiente.

Este tipo de programas, más que expresar cuestiones de tipo económico, análisis de mercado o cuestiones legislativas, tiene un carácter más social donde lo que se trata es concientizar a los ciudadanos para que modifiquen sus conductas y patrones de consumo redirigiendo su estilo de vida hacia una forma más sana.

Consta de 7 puntos que a grandes rasgos consisten en:

1. Trabajar con la sociedad mediante consultas públicas e identificando los objetivos estratégicos, la línea de acción, y los proyectos y metas a implementar para alcanzar los mismos.
2. Ubicar donde estamos para saber cuales son las posibilidades reales de cambio, es decir, saber ¿Qué es lo que realmente podemos hacer? y ¿Cómo vamos a lograrlo? teniendo siempre claros los objetivos que estén fuera de nuestros alcances.
3. Saber ¿Qué es lo que queremos para México? (no pensar en una utopía) y en base a ello plantear metas a corto, mediano y largo plazo dándoles el seguimiento que requieren. Como inicio se podría pensar en:
  - Que el promedio de los máximos diarios de ozono no sea mayor de 130 puntos en la Zona Metropolitana del Valle de México.
  - Que el máximo anual de ozono no rebase los 220 puntos IMECA
  - Reducir en al menos 10% el porcentaje de días que se rebasa la norma de ozono en la Ciudad de México.
  - Fortalecer programas de Investigación y Desarrollo que pretendan introducir nuevas tecnologías y productos como el Biodiesel.
  - Que se involucre más a la sociedad y a las instituciones para que entiendan la problemática y colaboren en su solución.
  - Mantener dentro de la norma los niveles ambientales de monóxido de carbono y bióxido de azufre en las ciudades de México, Guadalajara, Monterrey, Tijuana, Mexicali, Juárez, Puebla y en los principales corredores industriales.

4. Conocer los mecanismos que se utilizarán en la búsqueda de los objetivos (implementación de programas estratégicos<sup>37</sup>)
5. Comprometerse con la búsqueda del Desarrollo Sustentable.
6. Finalmente, identificar y consolidar los mecanismos e instrumentos claves que nos permitan aterrizar las ideas anteriores y cristalizar los objetivos.

Los planes y programas tradicionales diseñados desde la administración pública han carecido, en buena medida, de metas verificables y del compromiso público de los diferentes actores de la sociedad. Al no existir indicadores cuantificables para la evaluación del desempeño y el resultado de este tipo de programas, con frecuencia se ha pretendido justificar la actuación de las administraciones públicas sólo con referencias políticas y subjetivas, lo que distorsiona las percepciones de la opinión pública, e inhibe la *rendición de cuentas*. La efectividad de la administración pública se debe medir frente a resultados tangibles en la protección ambiental y en términos de logros concretos que revertan procesos prioritarios de degradación ecológica. No importa que tan buena o tan mala sea la propuesta si no se lleva a la práctica, si no se pone en marcha y se intenta al menos hacer que se cumpla con sus objetivos, ya que es la única manera de obtener resultados “tangibles” que permitan evaluar la efectividad o ineficiencia de los mismos.

Generalmente los programas federales, estatales y municipales expresan claramente los puntos débiles de la actividad económica y la forma en que atentan contra los ecosistemas, pero en rara ocasión son cumplidos ya no se diga en su totalidad, ni siquiera en una parcialidad de los objetivos iniciales.

Por otro lado, la aplicación de nuevos instrumentos de política ecológica ha sido sumamente limitada. El gran potencial de la autorregulación y de la adopción de normas internacionales voluntarias de desempeño ambiental no ha sido aprovechado, ni tampoco el de los instrumentos económicos; mucho menos se ha impulsado una reforma fiscal ecológica, que, como se ha visto en países desarrollados, ofrece oportunidades formidables para compatibilizar el crecimiento de la economía con la protección ambiental. En materia de información, no existe un sistema objetivo de indicadores que permita evaluar las políticas, tanto a nivel federal como estatal y municipal.

Tal vez el instrumento más poderoso del que puede valerse la política ambiental es precisamente del impuesto, ya que es una medida obligatoria que puede ser utilizada para desalentar actividades que comprometan la sustentabilidad de los ecosistemas, o bien, alentar la implementación de tecnologías y prácticas que beneficien al medio ambiente.

---

<sup>37</sup> Cada Programa Estratégico consiste en encontrar solución a un problema específico, por ejemplo:

Programa Estratégico N° 1: Enfocado en detener y revertir la contaminación de los sistemas que sostienen la vida (agua, aire y suelos)

Programa Estratégico N° 2: Enfocado en detener y revertir la pérdida de capital natural

Programa Estratégico N° 3: Encargado de conservar los ecosistemas y la biodiversidad

Programa Estratégico N° 4: Promover el Desarrollo Sustentable

## 2.4 Política Ambiental en México

El deterioro ambiental creciente de nuestro país se debe en gran parte a la existencia de estructuras institucionales y presupuestarias inadecuadas, por ello es necesario evaluar un diseño institucional que relacione medio ambiente con sectores productivos.

Las políticas encaminadas a la preservación ambiental en México no son nuevas, desde 1980 se hablaba de una Ley Forestal que contemplaba las condiciones para la concesión de permisos de explotación, así como las medidas necesarias para asegurar la conservación de los recursos. La Constitución de 1917 también trataba temas sobre propiedad y acceso a recursos naturales y en la década de los cuarenta se promulgó una Ley regulatoria sobre emisiones contaminantes industriales en la Ciudad de México. A pesar de esas primeras intervenciones del Estado, la cuestión ambiental tuvo que alcanzar condiciones críticas de altos deterioros atmosféricos para que tomara fuerza; desafortunadamente, las medidas para resolver estos problemas han sido dispersas y contradictorias, no han contado con un marco institucional eficiente y la política ambiental además de ser excluyente, no ha cumplido con su objetivo primo. Según palabras del profesor Roberto Escalante, *“Las políticas ambientales deben regular la demanda por servicios ambientales, o bien, deben simular la existencia de mercados o, cuando sea posible, deben avanzar hacia la formalización de éstos de modo que la demanda no supere la oferta compatible con la conservación de recursos”*<sup>38</sup>

El diseño de una política ambiental eficiente debe considerar por lo menos los siguientes elementos:

1. La definición de principios rectores y de objetivos básicos propuestos por el gobierno a la sociedad para alcanzar la protección ambiental.
2. El conjunto de instrumentos orientados a influir o condicionar el comportamiento de los agentes económicos para que actúen de modo tal, que se minimice el deterioro ambiental o que se maximicen los efectos positivos de sus acciones.
3. Plan de acción, declaración de principios e ideales.

La política ambiental debe ser planeada en base a su alcance real, esto es, debe ser capaz de imprimir tendencias aceptables de desempeño ambiental a todos los sectores de la economía y a todos los actores relevantes en los distintos ordenes de gobierno (federal, estatal y municipal). El éxito o fracaso de las mismas, va a depender a su vez de la existencia y operatividad de los mecanismos encargados de coordinar los programas y políticas que permitan asegurar la sustentabilidad de los ecosistemas a la par del crecimiento económico.

Quizá el problema más grande radique en la falta de integralidad en el diseño institucional vigente ya que la gestión ambiental ha sido relegada de manera considerable por dos razones básicamente:

---

<sup>38</sup> Roberto Escalante, *“Instrumentos Económicos Para La Gestión Ambiental: El caso de los aceites lubricantes usados en México”*, Facultad de Economía - UNAM, Primera Edición, México, 2003

1. La falta de mecanismos de coordinación en los programas gubernamentales, ya que se obstruye la visión integral orientada hacia la sustentabilidad.
2. El corto alcance sectorial de la política ambiental que, hasta ahora, sólo ha sido capaz de regular parcialmente a la industria, dejando los demás sectores fuera de sus ámbitos de influencia.

La agudización de muchos procesos de deterioro ambiental tiene su origen, desde luego, en causas estructurales relacionadas con la trayectoria histórica de México y con su situación como país en vías de desarrollo aquejado por graves problemas de pobreza, ignorancia, corrupción, debilidad del orden jurídico, carencias educativas, obsolescencia tecnológica, y presiones demográficas. Sin embargo, también han operado de manera determinante diversas fallas institucionales y limitaciones jurídicas y de política que es imprescindible reconocer, y cuya superación podrá ubicar a nuestro país en una nueva vía de gestión ambiental y de sustentabilidad.

La estructura fiscal está diseñada de tal forma que no ofrece incentivos claros para introducir tecnologías limpias y eficientes. Existe una gran resistencia a aprobar una reforma fiscal que premie a empresas y a actividades que generan riqueza y empleo y que se basen en procesos productivos limpios y, al mismo tiempo, que desincentive procesos económicos que degradan el medio ambiente.

Diversas políticas sectoriales se han alejado del objetivo de promover un crecimiento económico que considere la necesidad de proteger ecosistemas y recursos naturales. Las políticas agropecuaria y agraria han inducido procesos que favorecen la deforestación y el uso socialmente irracional del suelo. Ha existido un sesgo en contra de actividades forestales sustentables y un incentivo a expandir la frontera agrícola incluso en tierras sin vocación para ello. En la actualidad, programas como el PROCAMPO o PROCEDE no consideran a la actividad forestal y se han constituido en verdaderos promotores de la deforestación. De igual forma, políticas hidráulicas basadas en diversos tipos de subsidios al consumo de agua y a la electricidad, principalmente en el sector agrícola, han sido la base de la creciente sobre explotación de acuíferos, y han contribuido a una grave situación de escasez crónica de agua en varios estados de la República.

El caso de la industria petrolera no se queda atrás, y cada vez es más común escuchar que el petróleo se está agotando, sin embargo no se incentiva la investigación científica ni el desarrollo tecnológico que permitan la creación de nuevas fuentes energéticas. El atraso en este respecto en México es abrumador en comparación con países como Canadá, Francia, Italia, Estados Unidos e incluso Brasil, Argentina y Uruguay.

En general, el diseño e instrumentación de la política ambiental mexicana, y su marco institucional, se han caracterizado por delimitar su accionar a sectores específicos que reducen su impacto y eficiencia de manera significativa. La mayoría de los programas estratégicos del gobierno federal y de gobiernos estatales se conciben y aplican sin mayores consideraciones ambientales o de sustentabilidad, en ausencia de mecanismos de evaluación ambiental.

Casi la totalidad del cuerpo normativo mexicano en materia ambiental se ha dirigido al sector industrial, dejando de lado la regulación de sectores productivos con un impacto directo sobre la calidad y conservación de recursos naturales, como es el caso de la agricultura, las actividades extractivas y forestales por mencionar solo algunas.

A nivel federal es clara la contradicción e ineficiencia de cobijar a los temas ambientales dentro de secretarías de Estado que persiguen otros objetivos antes de encargarse de la situación ambiental. *El desarrollo sustentable no se logra adhiriendo funciones de protección ambiental a las responsabilidades sectoriales del titular en turno. El desarrollo sustentable requiere una institución ambiental fuerte y que pueda incidir en las decisiones de política de todos los sectores.*

En la medida en que la política ambiental no tenga carácter de prioritario, se carecerá de una verdadera propuesta que facilite el alcance de los objetivos, y se seguirá dependiendo de programas aislados que si bien es cierto aportan aspectos positivos, también es cierto que no dejan de ser insuficientes. Por esta razón, el análisis económico de los problemas ambientales debe implicar un análisis costo - beneficio, ya que puede darse el caso que los beneficios de modificar conductas conlleven costes superiores. Una de las formas que permite valorar la magnitud de los daños causados por las conductas ambientales impropias es mediante evidencia científica que permita conocer de forma adecuada el problema que quiere resolverse y con ello se pueda obtener el mejor diseño de las medidas correctivas.

Estas medidas se dividen en 2 grupos: El de controles directos y el de mecanismos de mercado.<sup>39</sup> En el primero de ellos la autoridad correspondiente especifica la cantidad de deterioro permitida para cada agente o tipo de agente, en relación con el medio o recurso específico; y en el segundo, se basa sobre las ventajas de información que implica el mecanismo de los precios, promoviendo la descentralización de la gestión ambiental.

Los instrumentos económicos<sup>40</sup> intentan que los agentes enfrenten efectivamente los costes completos de sus decisiones y de esta forma, la asignación de recursos vaya acorde con los intereses y objetivos de largo plazo de la sociedad, incluyendo el desarrollo sustentable. Los instrumentos económicos deben entonces, cerrar la brecha entre los costes públicos y privados creadas por las fallas de mercado de las instituciones y de la política. En otros términos, los instrumentos económicos son herramientas para la internalización de los costes sociales en las decisiones privadas, restaurando una estructura de precios eficiente acorde con la verdadera escasez relativa de los recursos que trasmite las señales correctas al mercado<sup>41</sup>.

---

<sup>39</sup> Roberto Escalante, Op.cit

<sup>40</sup> Un instrumento económico es aquel que induce un cambio en la conducta de los agentes económicos mediante la internalización de los costes del deterioro del entorno, a través de la estructura de incentivos que enfrentan esos agentes. Los instrumentos económicos bien diseñados deberían también resolver el falso conflicto entre desarrollo y protección del medio ambiente, puesto que las señales de daño y abundancia facilitan la toma de decisiones privadas, acorde con una estrategia de desarrollo sustentable. Esto se logra mediante la aplicación de incentivos económicos dirigidos a los productores o consumidores haciendo uso de sus preferencias e intereses personales.

<sup>41</sup> loc.cit.

## 2.5 Instrumentos Económicos

El conjunto de instrumentos disponibles para el diseño de una política pro ambiental es prácticamente ilimitado. La selección de los instrumentos depende de los objetivos y circunstancias del problema que se desea resolver, por lo que estos pueden ir desde derechos de propiedad, creación de mercados, instrumentos fiscales, sistemas de derechos y cargos, instrumentos financieros, y sistemas de responsabilidad, hasta bonos ambientales y sistemas de depósito reembolso por mencionar solo algunos.

*Derechos de Propiedad:* La creación de derechos de propiedad es una herramienta útil cuando se trata de la gestión de recursos donde el usuario debe asumir por completo los costes de conservación y sin embargo, solo tiene acceso limitado a los beneficios.

*Creación de Mercados:* Puede resultar en un instrumento eficiente para proteger los recursos naturales y el medio ambiente, pero está en función directa de la necesidad que se quiera cubrir, es decir, se puede crear un mercado que regule la transportación de residuos peligrosos mediante el pago de fianzas y seguros que induzcan a los agentes involucrados a pagar un costo (seguro) que sería menor que reparar los daños causados por un accidente, o bien, crear un mercado donde se regule de manera estricta lo relacionado a la innovación tecnológica de modo tal que el gobierno retire permisos del mercado para acelerar el cambio técnico o reducir el nivel de producción y/o consumo de agentes contaminantes (uso de combustibles o disminución del volumen de producción industrial)

*Sistemas de Derecho y Cargas:* Su implementación esta basada en niveles establecidos de emisiones contaminantes que no pueden rebasar un límite predeterminado. Es un instrumento normativo que trata de prever el daño para poder aplicar medidas correctivas antes de generado el daño. Puede incluir herramientas como Cargos por contaminación, cuotas de uso y cargos por mejoras.

*Instrumentos Financieros:* Son instrumentos encargados de crear fondos ambientales que faciliten el proceso crediticio hacia proyectos o actividades relacionadas con la protección ambiental.

*Sistemas de Responsabilidad:* Ayudan a guiar el comportamiento social hacia la creación de prácticas legales; es decir, el comportamiento social de protección del medio ambiente se internaliza en el individuo y se facilita la formación de una normatividad ambiental. Buscan inducir comportamientos socialmente responsables estableciendo que quienes usan o gestionan determinados productos tienen la responsabilidad legal sobre los daños al medio ambiente, a los recursos, a la vida humana, a la propiedad privada y al incumplimiento de la normatividad.

*Bonos ambientales y sistemas de depósito – reembolso:* Son instrumentos dirigidos a agentes económicos que participan en el mercado y que producen o reciben directamente los daños ambientales.

*Instrumentos Fiscales:* Generalmente el gobierno participa en su implementación y pueden ser muy variados; van desde impuestos a los contaminantes, impuestos a productos y subsidios, hasta beneficios fiscales orientados a detener o alentar ciertas actividades que impacten sobre los ecosistemas directa o indirectamente.

- **Impuestos Ambientales**

Los impuestos ambientales<sup>42</sup> o impuestos a la contaminación, son considerados instrumentos económicos ya que pueden modificar los precios relativos de los bienes y servicios que se observan en el mercado mediante obligaciones como el pago de impuestos, derechos, cargos o depósitos. Una característica fundamental de los instrumentos económicos es que permiten que los agentes tengan la libertad de escoger entre varias opciones la alternativa más ventajosa para ellos. No se establecen obligaciones directas sobre tecnologías a adoptar, la elección de insumos o las cantidades a producir. Otro atributo relevante es su capacidad para generar recursos que pueden utilizarse para la conservación o el mejoramiento del medio ambiente.

Los impuestos, derechos o cargos permiten alcanzar los objetivos planteados de la manera menos costosa (más costo-efectiva). En términos técnicos, esto se logra al igualar el cargo o impuesto con los costos marginales de abatimiento. De igual manera, es posible alcanzar los objetivos mediante permisos intercambiables.

Entre algunas de las posibles medidas a implementar encontramos las siguientes:

1. Ajuste automático

Los niveles de emisión se ajustan automáticamente al impuesto; es decir, aquellos agentes que contaminen deben disminuir sus emisiones hasta que el costo marginal de contaminar iguale el impuesto. Por encima de este punto, resultaría más económico pagar el impuesto que contaminar.

2. Internalización de externalidades

Aquellos agentes que contaminen son quienes deben pagar los impuestos, cargos y permisos a fin de que sus decisiones particulares consideren los costos generados. De esta manera, se apropiarían del daño que generarían sus actividades para el resto de la sociedad.

---

<sup>42</sup> Una iniciativa fiscal que de manera directa o indirecta afecte los recursos naturales se considera un instrumento económico relacionado con el medio ambiente. Por ello, los impuestos ambientales serán considerados como instrumentos económicos relacionados con la obligación de pago hacia el gobierno que tiene implicaciones importantes con el medio ambiente

### 3. Generación de beneficios ambientales y económicos

Por un lado, los impuestos ambientales generarían ingresos que podrían tener un destino específico para la conservación o el mantenimiento de los recursos naturales, al tiempo que tendrían incidencia en el comportamiento de los agentes económicos y crearían incentivos para disminuir el impacto negativo sobre el entorno ambiental.

### 4. Integración del aspecto ambiental en las políticas sectoriales

Dado que la política fiscal permea al conjunto de la economía, al implementar el cobro de impuestos ambientales se incorporaría automáticamente a todos los sectores que contaminan el costo que generarían al contaminar.

### 5. Mecanismos de desarrollo limpio

Consisten en proyectos de protección al clima global para ser implementados en países en vías de desarrollo y financiados por los países industrializados; puede ofrecer estímulos importantes para proyectos energéticos que contribuyan a la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> en la atmósfera.

La política ambiental mexicana, también puede girar en torno a la aplicación de reformas a los impuestos ambientales existentes (eliminación de subsidios y reestructuración de impuestos vigentes) y a la inclusión de nuevos impuestos ambientales:

#### ➤ Eliminación de Subsidios e Impuestos que Inciden Negativamente en el Medio Ambiente

La eliminación de subsidios que afectan al medio ambiente permite la obtención de un doble beneficio al generar ingresos que pueden utilizarse para reducir las tasas de otros impuestos que distorsionan la economía. Algunos ejemplos de subsidios al consumo que inciden negativamente en el medio ambiente son:

Precios de energía por debajo del nivel óptimo, exención de impuestos al combustible utilizado en aviones, deducciones de impuestos de gastos en transporte y tarifas de energía subsidiadas en general.

También existen subsidios a: mercados de abastecimiento, generación de energía y compra garantizada, particularmente para productores agrícolas. En especial en el sector energía existe un gran número de medidas impositivas que inducen a altas tasas de consumo, y más contaminación.

#### ➤ La Reestructuración de Impuestos Vigentes

Muchos países han reestructurado algunos de sus impuestos de tal manera que ahora están indexados a los niveles de emisiones de azufre, bióxido de carbono, plomo, benceno o fósforo. Este es el caso de los impuestos a los combustibles. Estos impuestos fueron creados originalmente con el objeto de generar ingresos fiscales para los gobiernos.

Actualmente, en promedio, en los países de la OCDE, 80% del precio de los combustibles son impuestos. En México, a pesar de ser muy parecida la estructura, el 70% del precio de la gasolina corresponde al IVA e IEPS. Al tratar de hacer inherente este impuesto al nivel de contaminación de los combustibles el mercado se vería forzado a recurrir a nuevos combustibles que resultasen más limpios (lo que actualmente es la gasolina sin plomo y que en un futuro podría ser el biodiesel)

#### ➤ Introducción de Nuevos Impuestos Ambientales

Las reformas fiscales ambientales debe caracterizarse por ser neutrales en la recaudación; su instrumentación debe consistir en la introducción de nuevos cargos o impuestos ambientales y en la eliminación o disminución de otros que resulten obsoletos.

La idea de crear nuevos impuestos, básicamente surgió como alternativa ante los problemas más serios que requerían de acción inmediata. Esta medida suele ser extremadamente útil como “herramienta” complementaria a las propuestas y programas ambientales, cuando se encuentran en su proceso de formación ya que adecuan las necesidades particulares de cada proyecto a la forma en que deben ser llevadas a cabo.

Por citar solo un ejemplo de cómo la generación de nuevos impuestos podría facilitar la implementación de una actividad específica, o en su defecto, terminar con su práctica, tenemos el caso canadiense del “Impuesto a la madera no registrada” de 1987.

Este surgió a raíz de la tala ilegal en zonas protegidas por el estado y básicamente consistía en gravar a las astillerías de la zona que no pudiesen comprobar el origen de sus maderas. Los troncos que eran destinados a la tala, se ubicaban en zonas específicas de los bosques canadienses y se llevaba un control estricto tanto de la cantidad como del tipo de madera que podía ser trabajada. El impuesto tenía una función doble, ya que además de penalizar y limitar al tráfico ilegal de maderas, recaudaba recursos que eran invertidos en los bosques de modo que se garantizara la continuidad de su modelo de tala controlada (cada año se destinaba a la explotación de la madera una región específica de modo que al cabo de un periodo de 30 años, la región inicialmente trabajada se encontraba en condiciones de ser explotada nuevamente)

El impuesto tubo impacto inmediato ya que restringió al cabo de unos años el contrabando de madera en un 70% y una vez que resultó innecesaria su permanencia, fue eliminado.

Casos como este son ejemplares ya que implican un análisis del problema, plantean una solución, se aplican y sus resultados son percibidos de manera inmediata. Por ello resultan sumamente interesantes si son bien planeados. Al hablar de “impuestos ambientales” debemos considerar forzosamente los factores que pudiesen determinar el éxito o fracaso del mismo. Un impuesto ambiental debe influir directamente en el comportamiento de los agentes económicos, por lo que es necesario vincular el pago del impuesto lo más posible con el problema ambiental. Por ejemplo, si el problema es la contaminación de Bióxido de carbono, debe ponerse un impuesto a la generación de este gas medio la quema de combustibles, ya sea por peso o por volumen generado del gas.

Por otro lado, *al diseñar el impuesto es importante definir claramente la etapa en la cual se va a aplicar la carga fiscal*. Puede gravarse, por ejemplo, el bien de uso final, la fuente de emisión en la producción o las emisiones estimadas vertidas en un río en cualquiera de las etapas de producción.

Es importante considerar que para lograr los objetivos ambientales es conveniente establecer el impuesto sobre demandas precio elásticas. De manera que al enfrentar un precio mayor, se sustituya el consumo por alternativas menos perjudiciales al medio ambiente.

Al diseñar el impuesto se debe también considerar el grado del incentivo, es decir, la medida en que el impuesto apunta hacia la reducción de la contaminación. En este sentido, una consideración importante es el conflicto entre la efectividad de la medida y la recaudación: por un lado el propósito financiero del impuesto es recaudar fondos, y por el otro lado, su objetivo ambiental es reducir las emisiones o daños ambientales. Conforme se reducen los daños ambientales (eficiencia ambiental), menor es la base gravable y en consecuencia, la recaudación resulta más pequeña.

Aparentemente, los diseñadores de política se encuentran ante un «triángulo trágico» de decisión que en ocasiones es difícil de solucionar. El principal objetivo, que es la eficiencia ambiental, en ocasiones debe ceder un poco en busca de la simplicidad del instrumento. Este fenómeno es recurrente cuando la capacidad técnica de medición requiere de procesos administrativos muy complicados que pueden restar eficiencia ambiental al instrumento. Por otro lado, la autoridad financiera requiere certeza en la recaudación, por lo que los instrumentos que son eficaces desde el punto de vista ambiental, pueden ser negativos desde el punto de vista de la autoridad recaudadora tanto por su incertidumbre de captación de recursos como por el hecho de que al modificar comportamientos necesariamente reducen el nivel de recaudación.

Para que un impuesto tenga éxito debe por lo menos, cumplir con los siguientes criterios:

1. Ser claro tanto para la autoridad que lo impone como para quien es gravado por el, de modo que no se preste a confusiones o mal interpretaciones de ninguna de las partes.
2. Precisar la causa que lo amerita y la sanción que acredita
3. Que un impuesto sancione única y exclusivamente una falta (no es conveniente que el mismo impuesto pueda ser aplicado a dos faltas diferentes)
4. Su forma de pago y de cobro debe ser lo más sencilla posible de modo que implique un trámite ágil y eficiente.
5. Finalmente debe tener temporalidad, es decir, debe ser realizable en tanto se busque alcanzar un objetivo particular. En la medida que esta meta sea alcanzada, el impuesto debe ser eliminado o en su defecto modificado si es que el caso lo amerita.

- **Incentivos Económicos**

Desafortunadamente las sociedades modernas difícilmente estarían dispuestas a modificar sus patrones de consumo y producción si no son obligadas, o en su defecto, beneficiados de alguna manera. Todos sabemos de la precaria situación por la que atraviesa el planeta, hemos sido testigos de la extinción de especies animales y vegetales, sabemos de la existencia de problemas como el agujero en la capa de ozono, el deshielo de los polos, y más aún, de los cambios climáticos que se han acentuado en los últimos años, sin embargo, las medidas adoptadas aún resultan ineficientes y el deterioro ambiental, se ha convertido en un gravísimo problema de descapitalización. Estamos agotando los recursos naturales creyendo que obtenemos ingresos y producción y que hacemos crecer las economías, pero realmente estamos perdiendo capital natural ya que al agotar las reservas estamos perdiendo la capacidad de asegurar a las generaciones futuras los recursos suficientes para que subsistan. *“Estamos violando uno de los principios básicos del Desarrollo Sustentable”*. Los estudios nos dicen que para el año 2050, el mercado tendrá que satisfacer un incremento en la demanda alimenticia del 100%, es decir, se piensa que para ese año, la población mundial se habrá duplicado por lo que será sumamente complicado que la demanda sea cubierta por la oferta y los niveles de pobreza se dispararán de forma alarmante.

Ante esta proyección, los gobiernos además de optar por la implementación de impuestos ambientales que frenen los índices de contaminación y generen ingresos, han decidido tomar medidas que representen incentivos a las empresas y entidades que por su propia voluntad implementen tecnologías limpias que ayuden a conservar el medio ambiente: estamos hablando de los “Incentivos Económicos.”

Básicamente representarían la cara opuesta de la moneda, pues su finalidad, más que castigar el actuar de los agentes económicos, pretendería retribuir los esfuerzos realizados por los mismos, para alentar el buen accionar enfocado a la preservación del ambiente.

Estos consisten en apoyos generalmente fiscales otorgados a empresas que contribuyen a mejorar en cualquiera de sus formas, cuestiones sociales, culturales, ambientales, económicas, políticas, etc.

De manera general, los incentivos son instrumentos de política que buscan estimular decisiones por parte de los actores económicos en favor de la conservación y uso sostenible de la diversidad biológica. Estos instrumentos pueden ser regulatorios (comando y control), económicos o de tipo institucional. La señal que envían cada uno de estos instrumentos tiene una incidencia diferente sobre la toma de decisión de los actores económicos y por consiguiente, sobre el comportamiento en materia de conservación. Los incentivos económicos, a la diferencia de los instrumentos de comando y control, buscan cambios voluntarios por parte de los individuos y proveen una mayor flexibilidad de adaptación en la medida en que buscan compensar el costo generado por los cambios hacia un manejo sostenible de los recursos naturales o integrar los costos de la degradación generada por prácticas no sostenibles. Sin embargo, existe la dificultad de su valoración para adaptarlo a las particularidades regionales y locales que caracterizan

muchas de las formas de aprovechamiento de la biodiversidad. El objetivo fundamental en el diseño de instrumentos de política es el poder mejorar los niveles de bienestar social, reduciendo la distancia entre los intereses privados y los intereses de la sociedad en su conjunto. De esta manera, se generan una serie de reglas que actúan como incentivos para que las decisiones de los individuos se acerquen a aquellas que buscan la eficiencia social.

Un ejemplo de incentivo económico que facilitaría nuestro entendimiento del tema sería la Experiencia de Costa Rica y sus bosques:

Durante la década de los 70 y 80 Costa Rica sufrió un acelerado proceso de deforestación, pero a la vez en este mismo periodo se crearon la mayor cantidad de parques nacionales, reservas biológicas, reservas forestales y zonas protegidas. A finales de esta misma década se inició una política de incentivos a la actividad forestal del país, principalmente a la actividad de reforestación. Estos dos aspectos sentaron las bases y la experiencia que permitieron desarrollar mecanismos más complejos de fomento a la actividad forestal los cuales han llevado a una clara recuperación de sus bosques naturales. Paralelamente se desarrollaron sistemas privados de protección de bosque como es la Red de Reservas Privadas y un sistema de Pago de Servicios Ambientales que ha involucrado a más de 22 mil pequeños y medianos productos forestales. Como resultado de este proceso se notó una disminución considerable de las tasas de deforestación de un 35% a un 2% anual<sup>43</sup>, de acuerdo al estudio de cobertura forestal de Costa Rica, realizado en 1988.

Otro ejemplo un tanto más sencillo de entender, podría consistir en que el gobierno disminuyese la carga fiscal a las empresas que incluyeran en una parte de su producción insumos reciclados (papel, agua, plástico, vidrio, otros insumos, etc.) De esta manera tan sencilla, se podría alentar a los agentes económicos a que realizasen prácticas más sanas y complementando ambas medidas (impuestos ambientales + incentivos económicos) se podrían tener avances considerables en materia de sustentabilidad.

Algunos ejemplos de propuestas económicas que han demostrado ser eficientes en su aplicación, son las siguientes:

- Incentivar a empresas que adquirieran tecnologías limpias que reduzcan considerablemente la cantidad de desechos arrojados al entorno natural (ya fuesen desechos sólidos o emisiones).
- Las empresas que se dedicaran al desarrollo e investigación de tecnologías “limpias”, son candidatas directas a recibir apoyos económicos (ya sea financiamientos o disminución de la carga fiscal) que impulsen la continuidad de su trabajo.
- Las empresas que dedicaran parte de sus esfuerzos a la recuperación de zonas deterioradas (ya sea mediante su trabajo directo, mediante apoyos económicos o en especie), recibirían beneficios económicos por su accionar.

---

<sup>43</sup> Secretaría de Desarrollo y Agricultura, República de Costa Rica, Anuario Estadístico, 1988

Alentar actividades como estas, generalmente impactan a la sociedad y a la cúpula empresarial de manera positiva, ya que la percepción que se tiene es totalmente contraria a la que implica la instauración de nuevos impuestos. Nunca esta de más recompensar el buen accionar de los agentes productivos, pero tampoco lo está, el obligarlos cuando sea necesario, a modificar sus actividades si estas representan un peligro para la sustentabilidad económica del país.

Llevando esto al plano de México, sabemos que la situación que vivimos actualmente es una muestra clara de que se deben tomar acciones precisas encaminadas a un desarrollo más eficiente; por lo tanto, la instauración del biodiesel como fuente de energía para el transporte concesionado y privado debe llevarse a cabo mediante una propuesta a largo plazo que se apoye en herramientas como las anteriormente mencionadas, de modo que la ciudadanía se concientice de la importancia y las ventajas que implicaría el cambio, pero a su vez, tuviera claro que cometería una falta grave y sancionable si no se incorporara al proceso.

Un caso particular que ha demostrado ser aplicable en varios países europeos, consiste en motivar a las empresas del sector privado para que modifiquen y adapten sus flotas automovilísticas al uso del biodiesel. Medidas como estas, podrían ser el inicio de cambios radicales en las estructuras convencionales de los mercados actuales; podrían representar un paso importante en la búsqueda de la sustentabilidad (al menos, en lo referente a la cuestión de emisiones)



---

## **Capítulo III**

### **Biodiesel**

## Capítulo III

### 3. Biodiesel

#### 3.1 ¿Qué es el Biodiesel y por qué es importante su estudio?

El calentamiento de la atmósfera es el principal desafío medioambiental que hoy afronta la humanidad a nivel mundial ya que ninguna población es ajena al problema y a sus consecuencias. Los dos gases responsables del fenómeno llamado "Efecto Invernadero" son el anhídrido carbónico (CO<sub>2</sub>) y el metano. El caso del dióxido de carbono, ocurre principalmente por el uso de combustibles fósiles (petróleo y carbón) y de sus derivados como fuente de energía. La forma más coherente de enfrentar este problema sería mediante la utilización de algún combustible alternativo que fuese capaz de reducir la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera.

En función de la situación antes descrita y de los mayores requerimientos determinados por la necesidad de lograr un desarrollo sustentable y menos contaminante del medio ambiente, la comunidad internacional comenzó a desarrollar fuentes de energía alternativas, más ventajosas respecto al petróleo y con menor precio relativo en el mercado, de modo que las actividades económicas comenzaron a marchar hacia la obtención de energía hidráulica, eólica, solar, química, y derivada de la biomasa. Para lograr esto, una de las alternativas que más han llamado la atención en los últimos años es el llamado Biodiesel o combustible ecológico.

"A grandes rasgos podemos decir que el "metil-ésteres de aceite vegetal" o Biodiesel es un combustible obtenido a partir de aceites vegetales que funciona en cualquier motor Diesel, y cuyo comportamiento es similar al de los combustibles obtenidos a partir del petróleo."

La utilización de combustibles vegetales en motores Diesel, es casi tan antigua como el mismo motor<sup>44</sup>, de hecho, durante la década de los 30 se realizaban ya numerosos trabajos experimentales sobre la utilización de dichos combustibles y en épocas más recientes (particularmente durante la crisis del petróleo de finales de la década de los 70 y comienzos del 80, donde reinaba la incertidumbre sobre lo que podía acontecer con los recursos no renovables, especialmente sobre los derivados del petróleo) resurgió la idea de los biocombustibles como una alternativa económica – ecológica a tales problemas.

En ciertos lugares, principalmente en las grandes potencias económicas, el uso y desarrollo de los "combustibles ecológicos" generados a base de aceites vegetales, ha dejado de ser una práctica experimental para convertirse en parte de sus procesos productivos (en alguna o varias etapas del mismo.) Este proceso, se ha ido ajustando a las características geográficas de cada región del planeta, de modo tal que *en países tropicales como los de América Latina, se ha recurrido al uso de aceites de coco, arroz y de palma principalmente, en Estados Unidos, al aceite de Soja, mientras que en Europa el aceite de colza ha sido el más utilizado en la elaboración del mismo.*

---

<sup>44</sup> El inventor del motor Diesel, Rudolf Diesel utilizó en el año 1900 aceite de maní como combustible, para una demostración de la adaptabilidad del motor.

Aunque se han realizado intentos con diferentes tipos de aceites y grasas animales, no todos han tenido resultados satisfactorios, ya sea por problemas de incrustaciones y depósitos de sólidos en los conductos, problemas de temperatura, de combustión, de costos e incluso de rendimiento.

El término Biodiesel no tiene una definición estricta, sino que se trata de aceites vegetales, grasas animales y sus ésteres metílicos para ser utilizados como combustibles, sin embargo, a menudo se refiere cada vez más a los ésteres alquílicos de aceites vegetales o grasas animales y no a los aceites o grasas solas, utilizados como combustible en los motores Diesel. Por ese motivo la ASTM (American Society for Testing and Materials) define al Biodiesel como “el éster monoalquílico de cadena larga de ácidos grasos derivados de recursos renovables, como por ejemplo aceites vegetales o grasas animales, para utilizarlos en motores Diesel”.

Al sustituirse (en forma parcial o total) los combustibles actuales (naftas, gasolinas, diesel, combustóleos, y aceites), por biodiesel, podría lograrse un balance de emisiones mucho más favorable y sostenible a mediano y largo plazo.

El balance energético del biodiesel y las nuevas tecnologías es positivo, al igual que el balance ambiental. En el plano económico, en cambio, todavía no compiten con los derivados del petróleo, pero muchos países están implementando políticas ambientales que permiten compensar estas diferencias de costos. Ahora bien, la connotación principal de estos energéticos es de tipo ambiental, no económico, pero dadas sus características resulta sumamente atractivo en ambos campos.

Actualmente es necesario que se comience a pensar en nuevas alternativas que permitan enfrentar el futuro de manera planeada. Ante la inminente extinción de recursos naturales han adquirido fuerzas algunas propuestas como la del hidrógeno, la energía solar, eólica, y por supuesto, el Biodiesel. La importancia de considerar este último radica precisamente en esa necesidad de prepararnos para el futuro y evitar en la medida de lo posible, enfrentarlo sin las herramientas necesarias.

- **Propiedades del Biodiesel**

Los motores diesel de hoy requieren un combustible que sea limpio al quemarlo, además de permanecer estable bajo las distintas condiciones en las que opera. El Biodiesel es el único combustible alternativo que puede usarse directamente en cualquier motor diesel, sin ser necesario ningún tipo de modificación. Como sus propiedades son similares a las de los combustibles derivados del petróleo, se pueden mezclar ambos en cualquier proporción, sin ningún tipo de problema.

En Estados Unidos y algunos países europeos, existen ya numerosas flotas de transporte público que utilizan Biodiesel en sus distintas mezclas. Ahora bien, es muy importante recordar que su uso no queda restringido al sector transporte, ya que incluso puede tener aplicaciones industriales (puede tener incidencia en todos los motores diesel sin importar el uso que se les de).

Las bajas emisiones generadas por su uso, hacen de él un combustible ideal para motores en áreas marinas, parques nacionales y bosques y sobre todo en las grandes ciudades. Por ello, la alternativa del biodiesel resulta sumamente ventajosa en la búsqueda de un modelo sustentable para cualquier economía del planeta. Por citar solo un ejemplo que resultaría aplicable a nuestro país, podría obtenerse a partir de cultivos abundantes, como la caña de azúcar, coco, arroz, palma, aguacate u otros cultivos, que además generarían un rédito para el sector agrícola, impulsarían la actividad científica en investigación y desarrollo, generarían un aumento en la tasa de empleo y lo más importante, sería un avance indispensable en la búsqueda del Desarrollo Sustentable en el país.

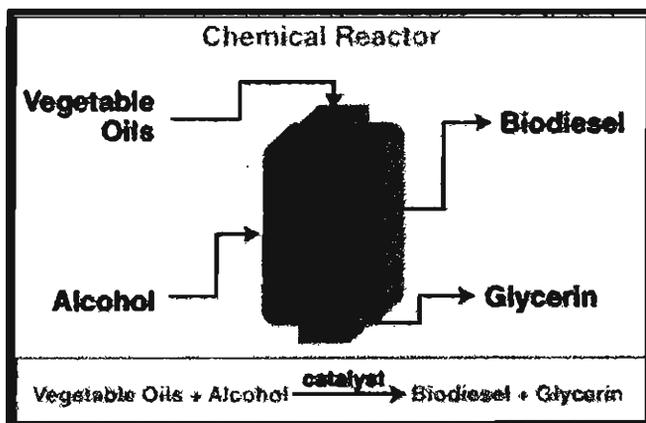
- **Producción de Biodiesel**

La fabricación del biodiesel es relativamente sencilla, y no requiere de economías de escala; se parte de un aceite vegetal que es sometido a un proceso llamado de transesterificación y que da como resultado el biocombustible y un subproducto genéricamente conocido como glicerol, que tiene más de 1600 usos en el agro, la industria, la medicina, los cosméticos, y la alimentación.

La figura N° 8 presenta un esquema muy simple de la forma en que puede llevarse a cabo el proceso de transformación del aceite vegetal en Biodiesel.

### Producción de Biodiesel

Figura N° 8



El método de producción probado en todas partes del mundo, desde el punto de vista técnico como operativo se caracteriza por desarrollarse en dos tipos de plantas:

1. Las que son muy pequeñas y cuya producción es para autoabastecimiento de productores.
2. Las plantas de ciclo continuo y alta capacidad de producción.

Por citar solo un ejemplo, para llegar a elaborar 146 millones de litros de Biodiesel al año, se necesitaría producir 400 mil litros por día. Evidentemente la producción estaría en función del consumo del mismo, pero dadas las características de nuestra ciudad y de la cantidad de vehículos que podrían tener acceso al mismo, la producción del combustible tendría que ser llevada a cabo forzosamente por una empresa de gran tamaño y capacidad tanto económica como administrativa.

De acuerdo a ello, la elección del tipo, tamaño y cantidad de plantas estará determinada por diferentes factores:

- ◆ Política de desarrollo de la producción.
  - Metas para la sustitución del combustible diesel por Biodiesel.
  - Sistemas de distribución del Biodiesel.
  - Distancias a las zonas de cultivos.
  - Distancias a las plantas extractoras de aceite.
  - Distancias a los centros de distribución de combustibles.

El análisis de todos estos supuestos indicaría que la producción no podría caer en manos de una empresa particular que no contase con la capacidad suficiente para enfrentar el reto, por lo que evidentemente, Petróleos Mexicanos sería la empresa indicada para encargarse del proceso entero. Con el fin de entender un poco mejor como pudiese adecuar unos de sus procesos al biodiesel, debemos analizar la siguiente figura, en la que se detalla la forma en que se podría producir por lotes cantidad suficiente de biodiesel para satisfacer la demanda de una ciudad como la nuestra:

## Producción de Biodiesel por Lotes

Figura N° 9

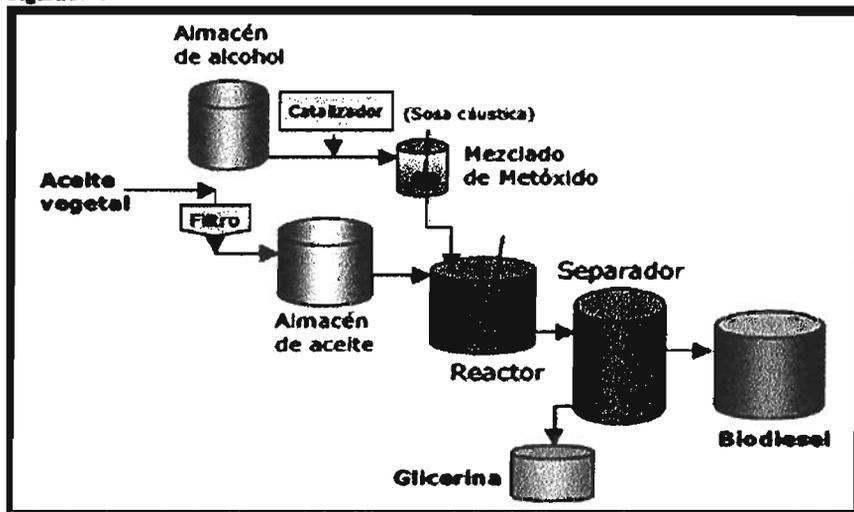


Figura 9. Esquema de la producción de Biodiesel en un proceso por lotes

El aceite vegetal de características conocidas reacciona a temperaturas moderadas ( $-65\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) con metanol en presencia de un catalizador alcalino o ácido; típicamente se utiliza hidróxido de sodio o de potasio. Después de aproximadamente dos horas bajo condiciones de constante agitación, los triglicéridos, las moléculas complejas que forman el aceite y que le dan su consistencia viscosa, reaccionaron completamente con el metanol para formar cadenas de metil-éster (biodiesel) y glicerina, un producto secundario de valor comercial.

A grandes rasgos el proceso por lotes, que en la actualidad es uno de los más utilizados para la fabricación de este energético consiste en filtrar por una parte el aceite vegetal para dejarlo “libre de impurezas” y por otro, procesar mediante un catalizador (generalmente sosa cáustica o metilato sódico) cierta cantidad de alcohol, para después introducir ambos en un reactor que se encargará de separar la glicerina del biodiesel.

Una de sus principales características es que es un proceso continuo, es decir, en la medida que se pasa de un lote al otro, el proceso puede reiniciarse sin necesidad de que la producción inicial haya sido terminada. Esto garantizaría una continuidad productiva y facilitaría la satisfacción total o parcial de la demanda del energético al menos, en el corto plazo (a futuro, podría incluso pensarse en producción excedente con fines diversos)

ESTA TESIS NO SALE  
DE LA BIBLIOTECA

La tabla N° 9 muestra la proporción de litros de combustible que se obtienen por hectárea cultivada de diferentes vegetales:

**Producción de Biodiesel por Litro  
Y por Hectárea Sembrada de Diferentes Vegetales.**

**Tabla N° 9**

Vegetales	l/ha
Soja ( <i>Glicine max</i> )	420 litros
Arroz ( <i>Oriza sativa</i> )	770 litros
Tung ( <i>Aleurites fordii</i> )	880 litros
Girasol ( <i>Helianthus annus</i> )	890 litros
Maní ( <i>Arachis hipogaea</i> )	990 litros
Colza ( <i>Brassica napus</i> )	1100 litros
Ricino (tartago)	1320 litros
Jatropha ( <i>Jatropha curcas</i> )	1590 litros
Caña de Azúcar ( <i>Artélea Sakjar</i> )	1840 litros
Aguacate (Palta) ( <i>Persea americana</i> )	2460 litros
Coco ( <i>Cocos nucifera</i> )	2510 litros
Cocotero ( <i>Acrocomia aculeata</i> )	4200 litros
Palma ( <i>Elaeis guineensis</i> )	5550 litros

Fuente: Colegio de Estudios Ambientales de Argentina

El beneficio obtenido de su producción también estará en función de su ecuación económica (dependerá del tipo de residuo sólido que la extracción del aceite genere). Si este residuo es apto para uso humano, o para alimentos balanceados, el costo del aceite vegetal será proporcionalmente menor. Si por el contrario sólo sirve para ciertos alimentos balanceados, o para uso industrial y/o fertilizante, entonces el costo del aceite vegetal será mayor. La gran cualidad de producir este combustible, es que en el peor de los casos, al producirlo en grandes cantidades los desechos generados serían casi en su totalidad biodegradables o reutilizables, pues se ha comprobado que en muchos procesos productivos ajenos a la elaboración del combustible, pueden ser utilizados como insumos en otros procesos. El beneficio, por tanto, no queda restringido a la producción del bien de uso final, sino que en sus etapas puede ir generando valor (como insumo) a otros procesos, y lo mejor es que además de contribuir a la disminución de emisiones a la atmósfera al implementar su uso, también contribuye de forma significativa en la búsqueda del Desarrollo Sustentable.

### 3.2 El Biodiesel llevado a la realidad: El caso de España y Brasil

Los primeros años del presente siglo, nos dejan ver ya casos de países sumamente avanzados en materia de nuevos energéticos, por lo que la incertidumbre de instrumentar el Biodiesel en las economías modernas ha quedado despejada, siendo países como Brasil y España innovadores en este sentido.

A pesar de las grandes críticas recibidas, de los éxitos y fracasos acontecidos en ambos países, y de la aceptabilidad por parte de la ciudadanía, industrias y gobierno, la entrada del biodiesel a sus economías representa independientemente del éxito económico, un triunfo en materia ambiental que bien podría ser imitado en México y otros países, siempre y cuando se adecuara el proceso mismo a las características propias de cada economía.

Para el “*caso español*”, su sector transporte consume el 40% del total de energía por lo que en los últimos años se formalizaron estrategias orientadas a la diversificación energética incluyendo, por supuesto, los biocarburos: combustibles líquidos obtenidos a partir de materiales biológicos como aceites vegetales. Dicho carburante sostenible cuenta con la *exención total de impuestos* y su proyecto de utilización implica que éste tendrá que llegar al 6% en 2010.

Entre las diversas variantes de biocarburos destaca la producción de Biodiesel, y actualmente España cuenta con seis plantas productoras en explotación o construcción. Su puesta en marcha forma parte de las medidas necesarias para cumplir el Protocolo de Kyoto sobre contaminación atmosférica, firmado en Japón en 1997 por 52 países, y la planta de “Stocks del Vallés” en Barcelona, fue la primera planta de producción de biodiesel en España, la segunda en Europa y la tercera en el mundo.

En sus inicios, esta empresa que contaba con 5,700 clientes y produjo 4,000 toneladas de biodiesel, distribuyó el combustible en 21 gasolineras que contaban con surtidores de este carburante, la mayoría concentradas en la región de Cataluña, y estaba realizando pruebas piloto en otras regiones del país como Madrid y Bilbao. El proyecto de la planta de “Stocks de Vallés” requirió una inversión cercana a los 5 millones de euros, y aunque cuenta con una capacidad para producir y almacenar 18 mil toneladas anuales, tienen estipulado funcionar al 100% en un periodo no mayor a 5 años, cuando esperan iniciar sus exportaciones a otros países europeos.

El tipo de carburante que producen es 100% puro, sin mezcla de petróleo, siendo su precio igual que el del gasóleo petrolífero, y la obtención del aceite vegetal que utilizan como insumo la realiza otra empresa autónoma, que los retiran de restaurantes, hoteles, empresas de catering, centros públicos y desecharía principalmente.

En este respecto, y dado que se trataba de la primera planta de producción de biodiesel en España, los aceites vegetales que utilizaba provenían del reciclaje industrial, comercios locales, restaurantes y algunas aceiteras zonas cercanas (, Huelva, Ciudad Real, Tarragona, Madrid, Euskadi, y Navarra)

A inicios del presente año, la distribuidora de carburantes catalana Petromiralles firmó un acuerdo comercial con “Stocks de Vallés” para colaborar en la producción y suministro del energético, incrementando en 16 estaciones más su venta, y cubriendo territorios como Barcelona y Lleida; además, se desarrolló hace unos meses una planta en Navarra que ha demostrado que se puede confiar en la agricultura de la región y por primera vez, se ha decidido a cerrar un ciclo agro-industrial completo, y todo gracias al biodiesel.

Como podemos observar, el caso español ha sido sumamente exitoso en materia de nuevos energéticos, y a pesar de haber tenido problemas mínimos como la disminución de potencia y el consumo levemente mayor de biodiesel, en comparación con la gasolina, los beneficios obtenidos han sido mucho mayores.

El “*caso brasileño*” en cambio, ha sufrido grandes críticas a pesar de ser el país latinoamericano más avanzado en este respecto. La principal crítica que se hace, radica en el costo que implica el desarrollo del biodiesel a partir del exterminio de regiones enteras en la selva amazónica destinadas a la siembra de los vegetales que se usarán en la producción del energético.

El 24 de Marzo del presente año, se inauguró en el estado de Minas Gerais la primera planta de producción de Biodiesel en Brasil llamada “Soyminas” respaldada por “Petrobras” y que cuenta con una capacidad de producción de 12 millones de litros de biodiesel al año generando cerca de 250 mil empleos.

El proyecto de Brasil, considera un acuerdo firmado con la empresa “América Latina Logística (ALL)” que tiene 15 mil Kilómetros de ferrocarriles en áreas estratégicas del Norte de Argentina y sur de Brasil, y que decidió este año sustituir un cuarto del combustible derivado del petróleo que consume, por biodiesel producido a partir de aceite de soya y caña de azúcar principalmente<sup>45</sup>.

Según el plan, ALL utilizará 35 millones de litros anuales de biodiesel en sus 580 locomotoras, aunque por ahora, se empleará la fórmula denominada B-20 (mezcla compuesta de 20% de biodiesel y 80% de diesel), y a su vez, serán los ferrocarriles de la empresa los que distribuirán el combustible por lo que no será necesario, en primera instancia, puntos de reabastecimiento.

A pesar de los grandes beneficios que implica un proyecto de tales magnitudes, la iniciativa brasileña ha sido duramente criticada ya que el gobierno de Lula da Silva ha destinado regiones importantes de la selva del Amazonas, a la siembra de caña de azúcar destinada a la producción del energético. El problema radica principalmente, en la planeación de dichos sembradíos ya que según el Departamento de Agricultura de Brasil, la tierra además de no ser adecuada para los fines que se pretenden, no es preparada adecuadamente por lo que después de cosechada, queda inservible no solo para dar continuidad al ciclo de siembra, sino incluso, para cualquier otra actividad.

---

<sup>45</sup> En Brasil el biodiesel se produce a base de soya, la oleaginosa de la cual es importante productor mundial, con casi 60 millones de toneladas al año, pero de la que sólo se obtiene 20 por ciento de aceite al ser procesada, por lo que se recurre adicionalmente a la palma, coco y caña de azúcar.

Otro de los problemas radica en la extinción de ecosistemas, en la contratación de agricultores extranjeros y en la importación de fertilizantes cuya calidad, aparenta ser menor a la de los producidos en el país por su alto contenido de químicos.

Los grupos ecologistas argumentan que producir biodiesel a partir de la extinción de la selva amazónica es exactamente lo mismo que producir gasolina a partir de petróleo, ya que una vez exterminados los recursos naturales, el daño será permanente e irreversible.

De acuerdo a lo anterior, ahora sabemos que México debe aprender de ambas experiencias para aterrizar el biodiesel en la realidad mexicana, adecuando el proceso a nuestras necesidades y recursos, para concretar un proyecto rentable desde el punto de vista económico y ecológico.

### 3.3 Ventajas y Desventajas del Uso e Implementación del Biodiesel en la Ciudad de México.

El uso de combustibles ecológicos, representa una gran alternativa en la lucha contra los problemas ambientales, principalmente en ciudades como la nuestra, donde el parque vehicular es cada vez mayor y los problemas de calidad de aire son más recurrentes. A pesar de la introducción del convertidor catalítico en 1991, del uso de gasolinas sin plomo, y de programas como el “Hoy no circula”, las llamadas *horas pico* representan los focos de alerta más conflictivos en la ciudad de México; factores como la carga vehicular, conglomeraciones automovilísticas, el mal estado del transporte público y privado, la falta de vialidades eficientes, y la circulación vehículos viejos, incrementa el deterioro ambiental de manera considerable. La estructura misma de la ciudad, la falta de planeación de un sistema de transporte público eficiente y muchas otras causas se complementan y dificultan la estructuración de un verdadero modelo económico sustentable en el país.

En este sentido, habría que analizar ¿Qué tan factible y conveniente resultaría voltear la vista hacia la implementación del biodiesel en la ciudad de México? Obviamente, en primera instancia podríamos pensar en los grandes beneficios que traería consigo su uso, pero el lograr avances en esta materia resulta sumamente complicado, por ello, es necesario considerar los “pros” y “contras” de las aplicaciones del energético para tener un balance real de su eficacia y saber entonces la factibilidad de su implementación en diferentes sectores y actividades productivas del país.

Entre las principales ventajas del uso del Biodiesel tenemos las siguientes:

1. Es el único combustible alternativo que cumple con los requisitos de la EPA (Environmental Protection Agency), bajo la sección 211(b) del “Clean Air Act”
2. Funciona en cualquier motor diesel convencional, sin ser necesaria ninguna modificación. Puede almacenarse en cualquier lugar donde el diesel de petróleo se guarda.
3. El Biodiesel puede usarse puro o mezclarse en cualquier proporción con el combustible diesel de petróleo. Las mezclas más comunes son las denominadas B20 y B30 que se constituyen, respectivamente por 20 y 30% de biodiesel puro con 80 y 70% de diesel de petróleo.
4. El ciclo biológico en la producción y el uso del Biodiesel reduce aproximadamente en 80% las emisiones de anhídrido carbónico, y casi 100% las de dióxido de azufre. La combustión de Biodiesel disminuye en 90% la cantidad de hidrocarburos totales no quemado, y entre 75-90% en los hidrocarburos aromáticos; además proporciona significativas reducciones en la emanación de partículas y de monóxido de carbono, en comparación con las que emana el diesel de petróleo. También proporciona un leve incremento o decremento en óxidos de nitrógeno dependiendo del tipo motor. Distintos estudios en EE.UU. han demostrado que el biodiesel reduce en 90% los riesgos de contraer cáncer.
5. Contiene 11% de oxígeno en peso y tiene un contenido despreciable de azufre por lo cual las emisiones de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) son prácticamente nulas o

inclusive inexistentes. El uso de biodiesel puede extender la vida útil de motores porque posee mejores cualidades lubricantes que el combustible de diesel de petróleo, mientras el consumo, encendido, rendimiento, y torque del motor se mantienen prácticamente en sus valores normales.

6. Este tipo de combustible es seguro manejar y transportar porque es biodegradable como el azúcar, 10 veces menos tóxico que la sal de la mesa, y tiene un punto de ignición de aproximadamente 150° C comparado al diesel de petróleo cuyo punto es de 50° C.
7. El Biodiesel puede hacerse a partir, de cultivos que abundan en nuestro país, como por ejemplo el aguacate, el coco, la palma, etc.
8. Biodiesel es un combustible que ya ha sido probado satisfactoriamente en mas de 15 millones de Km. en EE.UU. y por mas de 20 años en Europa.
9. Los olores de la combustión en los motores diesel por parte del diesel de petróleo, son reemplazados por el aroma de las palomitas de maíz, papas fritas u otro aroma dependiendo el tipo de aceite que se utilizase.
10. El Biodiesel es la opción más económica de combustible alternativo que reúne todos los requisitos del Energy Policy Act.
11. Las emisiones de todos los contaminantes principales (con la excepción de los óxidos de nitrógeno, NOx) son netamente más bajas; reducciones de hasta 90% en los hidrocarburos no quemados, de 40% en el monóxido de carbono (CO) y de 30% a 50% en otras materias particuladas.
12. El biodiesel tiene propiedades lubricantes muy importantes lo cual hace innecesaria la adición de productos que puedan contribuir a las emisiones.
13. El número de cetano tiende a ser más alto por lo cual el proceso de arranque del motor es más suave con menor tendencia hacia el cascabeleo.
14. El uso masivo del biodiesel en el transporte puede estimular un desarrollo significativo del campo ya que demanda un producto de mayor valor agregado. Simultáneamente se reduce la presión sobre las reservas de petróleo del país.
15. Implicaría una reducción en la importación de combustibles y a su vez, podría impulsar una industria nacional de producción 100% mexicana.

El Biodiesel es una gran alternativa contra los problemas de emisiones en ciudades como la nuestra, donde gran parte de estas, provienen del uso de vehículos particulares y de transporte público.

En cuanto a beneficios económicos se refiere, estos se determinarían en función de la cantidad de aceite vegetal producido y de la ganancia neta obtenida por concepto de venta del Biodiesel y por la reutilización de los residuos generados en el proceso de transformación del mismo. Por citar un ejemplo, si México lograra el primer año una producción anual similar a la de Brasil (12 millones de litros al anuales) obteniendo una ganancia de \$4.00 por litro, que colocaría el precio del biodiesel por debajo del de la gasolina, se obtendrían utilidades de 48 millones de pesos que sumadas a los beneficios ambientales generados, representaría grandes logros tanto económicos como ecológicos. Si además de ello se vendiera el residuo para producir alimento de ganado, se podrían obtener ingresos adicionales cercanos a los 5 millones de pesos que sería otra gran ventaja.

Ahora bien, si se partiera del supuesto de contar con un área destinada a la producción de Biodiesel de 100 mil hectáreas sembradas de aguacate y de acuerdo a lo expresado en la Tabla N° 9, obtendríamos una producción de aceite vegetal de 246 millones de litros. Al procesar dicho aceite para convertirlo en biodiesel y pensando en venderlo de modo que se obtuvieran los mismos \$4.00 por litro, entonces obtendríamos beneficios aproximados por \$984 millones de pesos sin considerar que los residuos generados, podrían también ser vendidos para diversas aplicaciones.

Resultaría ridículo sin embargo, aseverar que el biodiesel es la única opción viable que existe, y más aún, que su introducción al mercado nacional sería un proceso breve y exitoso. Hay muchos factores externos que limitan las posibilidades reales de implementar el uso de este combustibles en el corto y mediano plazo; factores como la falta de infraestructura, inversión, investigación, apoyos y programas gubernamentales, cuestiones culturales, y el papel mismo que desempeñan los combustibles convencionales, se traducirían en grandes barreras que limitarían la implementación del energético.

Uno de los problemas básicos del Biodiesel radica en su comportamiento al momento de introducirlo a los conductos de transporte del mismo cuando ellos están desarrollados sobre la base de caucho, pero se resuelve fácilmente reemplazando estos conductores, por elementos construidos con teflón.

Entre las principales desventajas que conllevaría su implementación tenemos las siguientes:

1. En algunos casos podría presentar elevados costos de materia prima ya que al depender de la producción del campo, la precaria condición del mismo podría reflejarse en los costos.
2. Su combustión puede acarrear un aumento de óxidos de nitrógeno ( $\text{NO}_x$ ) que afectaría principalmente las vías respiratorias de las personas expuestas a los mismos, generaría irritación de pulmones, bronquitis, neumonía e incrementaría la posibilidad de adquirir infecciones respiratorias.
3. Presenta problemas de fluidez a bajas temperaturas (menores a  $0^\circ \text{C}$ ) por lo que algunas zonas de la República Mexicana presentarían problemas especialmente en temporadas invernales.
4. Presenta escasa estabilidad oxidativa, y su almacenamiento no es aconsejable por períodos superiores a 6 meses.
5. Su poder solvente lo hace incompatible con una serie de plásticos y elementos derivados del caucho natural, y a veces obliga a sustituir mangueras en el motor, aunque realmente no representaría cambios significativos.
6. Su carga en tanques ya sucios por depósitos provenientes del gasoil puede presentar problemas cuando por su poder solvente "limpia" dichos depósitos, acarreándolos por la línea de combustible.

7. Es muy susceptible de ser contaminado por microorganismos, más aún en lugares en que se espera pueda entrar en contacto con agua. Los contaminantes más frecuentes en el biodiesel incluyen materia no saponificable<sup>46</sup>, agua, glicerina libre, alcohol, ácidos grasos libres, jabones, catalizador remanente o residual y productos de oxidación.

En este sentido, la problemática del agotamiento de insumos pudiese ser la desventaja más grande que enfrentaría el Biodiesel (incluso más que las anteriormente mencionadas), ya que al depender del campo para la obtención de los mismos, se podría caer en errores como el de Brasil, donde la mala planeación resultara en un costo mayor el esperado. La producción debe estar sustentada en una materia prima (vegetal en este caso) de fácil producción en el país, con ciclos de siembra relativamente cortos, y que nos provean de suficiente aceite por cosecha. De esta manera se garantizaría la existencia de insumos y se afianzaría la actividad del campo a mediano y largo plazo.

Al hacer un balance final, considerando las ventajas y desventajas de este energético, podríamos concluir que los beneficios que conlleva su aplicación son claramente mayores que los problemas que pudiesen generarse con su uso; ya que estos implicarían cambios menores o poco significativos, mientras que sus beneficios serían sustanciales.

La ventaja implícita a la producción de biodiesel, de la reutilización que puede darse a los residuos obtenidos en la generación del aceite vegetal es un “plus”, ya que el remanente obtenido en forma de masa pulposa (altamente proteínica) usado en la elaboración de alimento para animales, complementos energéticos, artículos naturistas, fertilizantes e incluso, en procesos alimenticios para el ser humano se suma a los grandes beneficios ecológicos de la propuesta cerrando el ciclo de manera excepcional.

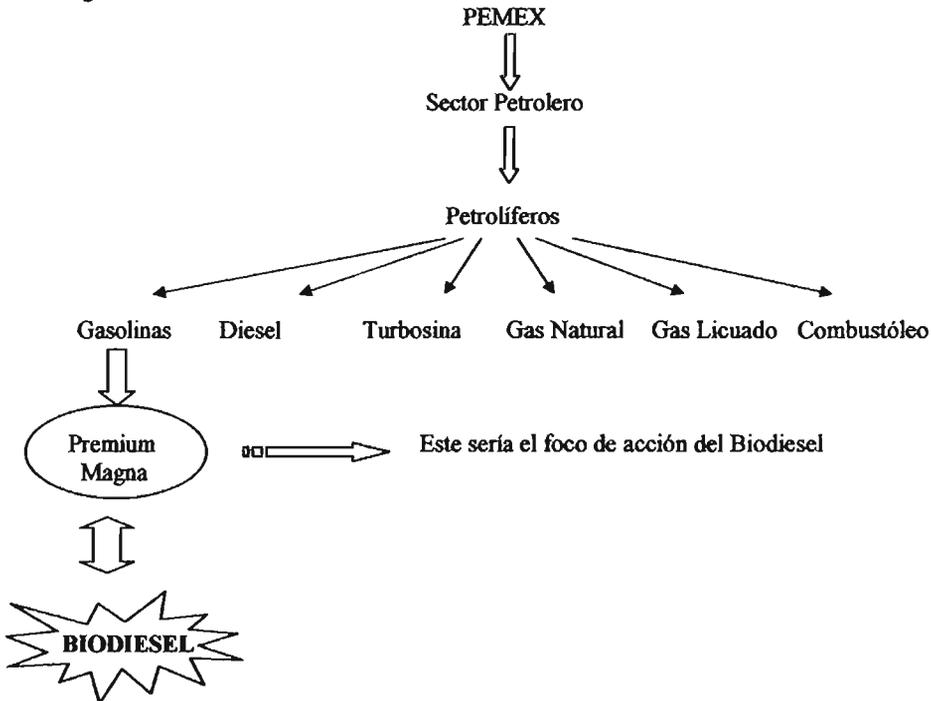
---

<sup>46</sup> Toda materia contenida en los aceites que no sea materia grasa se denomina insaponificable. Se conocen con el nombre genérico de gomas y comprende una larga lista de sustancias: polipéptidos, fosfátidos, lecitina, proteínas, mucilágenos, esteroides, hidrocarburos, etc. Al no participar en las reacciones de transesterificación, forman compuestos indeseados en el biodiesel. Esto puede alterar el funcionamiento del motor. En general, son tratados con algún ácido que luego se neutraliza junto con los ácidos grasos libres.

### 3.4 Gasolina vs Biodiesel

Una de las críticas más recurrentes a la implementación del biodiesel radica en la incertidumbre que generaría sobre los consumidores el hecho de que se introdujera un combustible adicional a los que actualmente se encuentran en el mercado. Evidentemente, la producción de Biodiesel no significaría que Pemex dejara de producir la gasolina tradicional (Magna y Premium) y mucho menos que su introducción al mercado se lleve acabo “de la noche a la mañana” porque simplemente sería imposible. Lo que se propone es adherir gradualmente la producción de este energético al mercado nacional de modo tal que los usuarios puedan involucrarse con el mismo, una vez entendidos los beneficios que implicaría dicha transición. Con el fin de poder acotar la investigación y demostrar el impacto que generaría la introducción del biodiesel al mercado mexicano, es necesario que entendamos primero, el papel que juega la gasolina en PEMEX:

Figura N° 10



La actividad de PEMEX seguiría desempeñándose de manera normal, con la diferencia de que además de seguir realizando producción de gasolina, tendría que implementar esfuerzos adicionales para adherir a ese grupo de combustibles el Biodiesel (Como se muestra en la Figura N° 10).

Como sabemos, el abanico productivo de Petróleos Mexicanos es sumamente extenso, y a pesar de que la producción de biodiesel se realiza a partir de vegetales (que no tienen nada que ver con el petróleo), podría incluirse en su accionar como una rama productiva alternativa (algo así como lo que actualmente hace el gas natural por mencionar un ejemplo)

El nicho de mercado al que estaría enfocado el biodiesel, por tanto, sería al de usuarios finales que tuviesen un automóvil de motor diesel, ya fuera para su uso particular, o bien, para desempeñar alguna labor de transporte (público, de materiales, etc.)

Respecto a si el Biodiesel pudiera ser una alternativa frente a los altos precios de la gasolina, se podría responder que sí (con los precios actuales del petróleo y el nivel de precios de los aceites vegetales, que son la materia prima del Biodiesel es absolutamente viable) pero en realidad, esta es una respuesta a una pregunta mal formulada. **El concepto del Biodiesel no es para bajar el precio de la gasolina. Es básicamente una propuesta ambiental, con extraordinarias connotaciones económicas y sociales.**

El costo del Biodiesel es aproximadamente igual al precio del aceite vegetal del cual es extraído. Por poner un ejemplo, en los Estados Unidos el aceite de Soja está en el orden de los 300 dólares la tonelada. En consecuencia, el litro de Biodiesel rondaría los 30 centavos a salida de fábrica. Si se le agrega el margen industrial y comercial, más el transporte y el IVA, el precio se iría a unos 55 centavos el litro. Bastante por debajo del litro de gasolina común, y algo por arriba del gasoil agrícola.

Esta diferencia en los precios es una realidad, sin embargo, la introducción del biodiesel no debe verse tanto desde el punto de vista del costo, sino por el impacto ambiental que implicaría su utilización.

La producción de Biodiesel tiene que sustentarse en la idea de que se deben gravar en mucho mayor medida los combustibles no renovables y contaminantes (hidrocarburos derivados del petróleo) por dos razones:

1. El Estado debe recuperar el costo que sobreviene al agotamiento del recurso (para no descapitalizarse)
2. El gasto que implica en cuestión de salud.

Como sabemos, el Biodiesel al igual que el etanol, es un combustible renovable y no contaminante, así que por el lado del componente impositivo, no existiría riesgo alguno de que se encareciera en el futuro. Aunado a ello, en todo el mundo se maneja un diferencial impositivo en favor de las iniciativas ambientales, por lo que sería políticamente insostenible algún movimiento dirigido a gravar al Biodiesel.

Ahora bien, debido a que en el corto plazo resultaría muy difícil que bajase el precio de la gasolina, y por lo tanto, de su componente impositivo; el mayor riesgo que tendría el proyecto del Biodiesel sería que se presentara un incremento de su materia prima esencial: el aceite vegetal, pero dadas las características de su producción, el costo del aceite podría regularse de la siguiente manera:

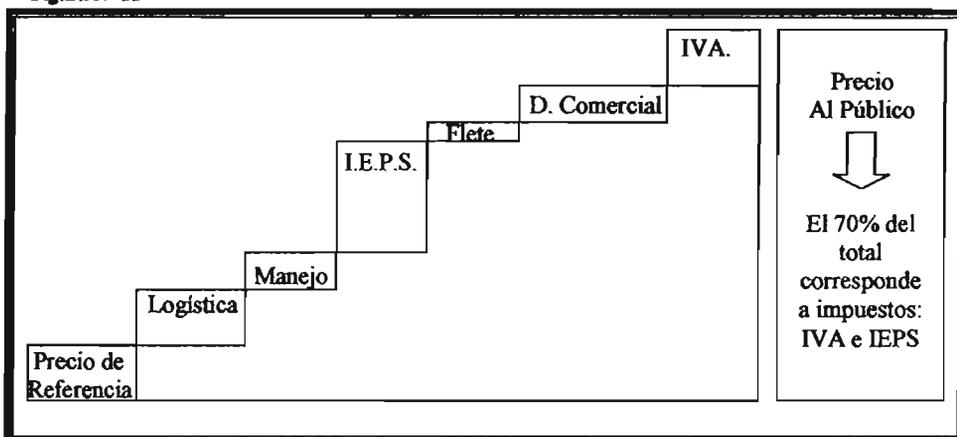
Limitando el papel de la industria aceitera dentro del mercado del biodiesel a una empresa de servicio, encargada sólo de moler los vegetales como una forma de dar valor agregado a la materia prima. Esta medida pudiese ser aplicada en el corto y mediano plazo con el fin de evitar el riesgo de que el aceite incrementase su precio y el Biodiesel dejara de ser competitivo.

Aunado a esto, otra medida alternativa sería fijar un consumo mínimo anual de biodiesel, de modo que se evitara que la demanda del mismo estuviera sujeta al mercado. En un principio, sería solo una forma de darle continuidad a su aplicación ya que con el tiempo, este podría dejarse libre a las fluctuaciones de mercado.

Para entender mejor la forma en que actualmente se determina el precio de la gasolina en la ciudad de México, podemos referirnos a la siguiente figura:

### Estructura del Precio de la Gasolina

Figura N° 11



Fuente: Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, Ley del Impuesto Especial sobre Producción y Servicios Vigente

\* IEPS – Impuesto Especial sobre Producción y Servicios

\* IVA – Impuesto al Valor Agregado

\*\* El precio al público se determina por la suma del precio del productor + descuentos comerciales + fletes e impuestos

\*\* El Precio de los productos a su vez se determina por una referencia internacional + logística de importación + costo de manejo.

Llevando esta información al supuesto de que la producción de biodiesel fuera una realidad, veríamos que el costo estaría muy por debajo del de la gasolina que normalmente utilizamos; es decir, un litro de Biodiesel producido a base de aceite de coco costaría alrededor de 4 pesos<sup>47</sup>, mientras que el litro de Magna fluctuaría entre los \$6.00 y \$6.30 por litro; y más aún, el costo del biodiesel podría mantenerse relativamente

<sup>47</sup> Estimación considerada a partir del costo de producción por litro de aceite vegetal.

constante durante un periodo considerable de tiempo, en tanto que la gasolina seguiría incrementando sus precios con relativa frecuencia debido a los cambios en los precios del petróleo.

Según lo anterior, el biodiesel resultaría sumamente rentable a los ojos de los consumidores, pero más por el lado del ahorro que les representaría y no por el impacto ambiental que generaría su uso, lo cual sería una interpretación errónea del objetivo medular del cambio de combustibles.

Bajo este supuesto, se podría vender a los consumidores en primera instancia que la transición de gasolina a biodiesel sería por cuestiones eminentemente ambientales, pero que a su vez representaría un beneficio adicional para sus bolsillos y en general, para la economía nacional. De esta manera se tendría más aceptación que si solo se mencionara la cuestión ambiental.

La Tabla N° 10 muestra la forma en que han evolucionado los precios de la gasolina Magna y Premium de 1999 a la fecha, y además de eso, hay una tercera columna que supondría un precio casi constante de biodiesel (en caso de que se encontrase en el mercado desde 1999) Esto, con el fin de evidenciar el comportamiento de sus precios en el mercado.

### **Evolución del Precio de la Gasolina en el Valle de México vs Biodiesel 1999 – 2005**

**Tabla N° 10**

Periodo	Precio Gasolina Magna	Precio Gasolina Premium	*Biodiesel
1999	4.790	5.270	3.79
2000	5.270	5.910	3.84
2001	5.610	6.290	3.90
2002	5.800	6.500	3.98
2003	6.005	6.840	4.02
2004	6.180	6.950	4.05
2005	6.256	7.102	4.09

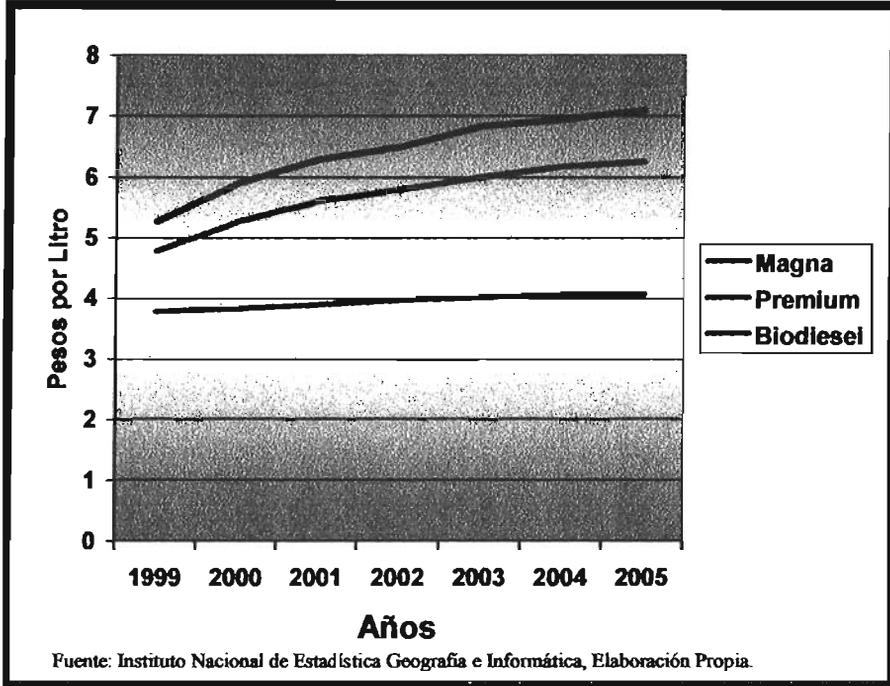
Unidad de Medida: Pesos por litro

Fuente: INEGI / Secretaría de Energía - Compendio Estadístico del Sector Energía

NOTA: \*Los datos de la columna de Biodiesel son supuestos, al igual que su comportamiento. Son considerados sobre la base del costo de producción del aceite vegetal ya que en México aún no contamos con suficiente información sobre este tema. Simplemente fueron considerados con fines demostrativos.

## Comportamiento de los Precios de Gasolina En comparación con el Biodiesel.

Figura N° 12



Como se muestra en la tabla y el en gráfico anterior, la tendencia de los precios de la gasolina es siempre a la alza, ya que presenta incrementos pequeños pero constantes debido, en gran parte, a que esta es en función de un indicador internacional externo que fluctúa de acuerdo al mercado mundial del petróleo.

A pesar de que los incrementos de precio casi nunca superan los 10 centavos por litro, si se presentan de manera repetida por lo que muchas veces son casi imperceptibles por el consumidor.

Como se muestra en la Figura 11, el precio de la gasolina está determinado por el precio al productor más fletes e impuestos principalmente. Sin importar cual sea la situación del petróleo en el mercado, los cambios en el precio de la gasolina siempre tenderán a incrementarse (ya sea por mayores costos de producción o por incrementos en los impuestos mismos). Situaciones como esta han generado que la gasolina mexicana no sea competitiva en comparación con la de países como Estados Unidos y Brasil.

El biodiesel en cambio, al ser producido a base de recursos naturales renovables cuya existencia en el mercado no peligrará, aseguraría su estabilidad en cuanto al costo de producción. Al no depender de un indicador externo (como la gasolina depende del petróleo) se podría regular la actividad aceitera de modo que no influyera en los precios de la demanda del insumo.

El impacto económico que implicaría el uso del biodiesel resulta incuestionable, ya que además de impactar directamente sobre la cuestión ambiental, podría estabilizarse tan pronto entrara al mercado.

### 3.5 Recomendación para llevar a cabo la implementación del Biodiesel en la Zona Metropolitana del Valle de México.

La necesidad de transformar la economía mexicana hacia un modelo sustentable es urgente, y aunque el proceso puede ser largo y complicado, es prioritario tomar medidas e implementar acciones en el presente.

El cambio debe implicar una visión enfocada a la reconstrucción de nuestra ciudad sobre una base sólida de respeto y armonía entre los ciudadanos, que cuente con alternativas de transporte eficientes y seguras, y que permita un ambiente sano y sostenible en el corto, mediano y largo plazo; por ello, una de las alternativas a seguir debe ser promoviendo la creación de una política integral de transporte sostenible en la ZMVM, que genere un profundo cambio en la mentalidad del ciudadano, transforme el espacio público y el medio ambiente urbano, mejore el bienestar y la calidad de vida de la población, y a su vez haga la ciudad más eficiente, próspera y humana.

El objetivo primordial de la propuesta (de corte 100% ambiental) consiste en disminuir la cantidad de emisiones arrojadas a la atmósfera, que son generadas mediante la combustión de gasolinas en las actividades de transporte público o particular. En ciudades como la nuestra, donde el parque vehicular ha rebasado por mucho la capacidad vial de las calles y avenidas, y donde además, el transporte público es sumamente ineficiente y se encuentra en pésimas condiciones, la introducción de un combustible ecológico resultaría sumamente atractiva para la disminución de emisiones dañinas arrojadas a la atmósfera.

Por ello, resulta necesario considerar alternativas como la que presento a continuación, ya que esta implicaría cambios substanciales en las estructuras convencionales, pero a su vez, repercutiría de manera significativa y positiva sobre la economía nacional.

Me refiero a la puesta en marcha de un programa cuyo objetivo “*primo*” consista en **sustituir de manera gradual el uso de gasolina generada a base de petróleo por una mezcla de Biodiesel denominada B30.**

Ya conocemos las ventajas del Biodiesel en su forma pura, pero también es importante saber, que puede ser mezclado con la gasolina producida a base de petróleo, sin que ello afecte de manera considerable su desempeño y funcionalidad.

La mezcla conocida como B30, consiste en un combustible formado de 30% biodiesel “puro” hecho a base de aceite vegetal, y 70% de gasolina tradicional. Esta mezcla además de reducir en aproximadamente 19% el total de emisiones arrojadas en comparación con las partículas expuestas por motores de gasolina pura, tiene un comportamiento prácticamente idéntico que el de la gasolina Magna y Premium. Al ser el tema de biodiesel tan nuevo en nuestro país, la mezcla B30 resultaría la más indicada para dar pie a una cultura ambiental sostenida en tecnologías limpias, y sería una buena forma de darle entrada al mercado sin que golpee tan fuerte la industria petrolera nacional; particularmente lo referente a la producción gasolinera mexicana.

Entre las principales ventajas que traería consigo la instrumentación del B30 tenemos las siguientes:

- \* Se aligeraría un poco la carga que actualmente recae sobre el petróleo en la economía nacional.
- \* Se incentivaría la investigación científica y el desarrollo tecnológico ya fuese mediante su creación o mediante su transferencia.
- \* Se incentivaría la actividad del campo ya que el principal insumo para la elaboración del biodiesel proviene de ahí.<sup>48</sup>

---

<sup>48</sup> Por citar un ejemplo de la forma en que se impactaría al campo mediante la producción de este combustible, podemos tomar un caso particular que ejemplifique el efecto económico que representaría: Producción de Biodiesel a base de Aceite Vegetal de Caña de Azúcar. Como es sabido por todos, la industria azucarera nacional se encuentra sumergida en una de las peores crisis de toda la historia; dentro de los grandes desafíos que enfrenta la economía actual (productividad, competitividad en el mercado internacional, y búsqueda de un desarrollo industrial) el panorama de esta industria no es alentador, ya que se trata de una industria que ha venido arrastrando problemas ancestrales de subdesarrollo industrial, ineficiencia, crisis administrativa, desestabilización en el mercado interno y falta de avance tecnológico.

La industria azucarera ha sido históricamente una de las más importantes del país, debido a la gran fuerza económica y social del sector agropecuario. De acuerdo a estadísticas obtenidas de fuentes del Senado de la República, la Industria azucarera emplea alrededor de 3 millones de mexicanos y se extiende por 227 municipios en 15 Estados de la República. Aunado a ello, su procesamiento requiere en primera instancia de tierra para cultivar la caña, y de ingenios para manufacturar el endulzante, razón por la cual los indicadores de la economía mexicana la consideran dentro del sector agrícola y manufacturero.

La crisis más reciente y más grave de esta industria, tuvo su origen hace no muchos años como consecuencia de la negativa Estadounidense de cumplir lo acordado en el Capítulo VII del TLCAN, que en síntesis, obligaba a los Estados Unidos a abrir su mercado interno a las exportaciones libres de aranceles de azúcar mexicana con un precio preferencial, una vez que este hubiese cumplido con ciertos requisitos (ser un producto superavitario durante dos años consecutivos), que cabe mencionar si fueron cubiertos al año siguiente de la entrada en vigor del TLCAN. Con esta negativa estadounidense de abrir sus fronteras al excedente de azúcar mexicana, se creó una sobreproducción en la industria azucarera nacional, causando una sobre oferta en el mercado nacional que deprimió los precios del mercado interno. Al mismo tiempo se presentó la entrada en grandes cantidades de fructosa procedente de Estados Unidos que rápidamente sustituyó la azúcar por su precio más bajo. Ante tal panorama, la situación de los ingenios azucareros se volvió insostenible y finalmente, desembocó en una huelga de 58 ingenios a finales del año 2000.

Al involucrar directamente la producción de biodiesel con esta industria, se lograría, como se dice coloquialmente “matar dos pájaros de un tiro”, ya que se incrementaría la superficie sembrada y cosechada de caña de azúcar, y se reestructuraría la base industrial azucarera, generando una gran cantidad de empleo, y un excedente de producción que sería absorbido directamente para la producción del energético y también se fortalecería en su conjunto la actividad agrícola de las regiones involucradas con su producción.

La demanda de caña de azúcar quedaría garantizada en el largo plazo, por lo que la oferta tendría que ajustarse de manera automática. Los precios podrían ser controlados de modo que el aceite vegetal obtenido, que es el principal insumo del Biodiesel, no impactaran de manera significativa sobre el precio del bien de uso final, y las condiciones del campo mejorarían mediante la inversión de capitales e introducción de tecnología.

Partiendo de información obtenida por el INEGI, la producción de caña de azúcar podría incrementarse de manera significativa de modo que de las 123,419 unidades de producción registradas en el VII Censo Agrícola y Ganadero de 1991, se podría incrementar el número a más del triple para finales de esta década, y dicho incremento no sería únicamente en cuanto a cantidad, sino en cuanto a calidad y volumen de producción. Partiendo del supuesto que se incentivara una producción de 500 mil hectáreas de caña de azúcar, se podría obtener un aproximado de 920 millones de litros de biodiesel (Ver tabla de Producción de Biodiesel por Litro), de los cuales, si se obtuviese una ganancia neta por litro de 3 pesos, se obtendrían más de 2,760 millones de pesos que podrían ser reinvertidos en el campo, en tecnología y en otras áreas productivas relacionadas con la industria. De ahí que la cadena productiva del biodiesel no limite sus ventajas a la venta del energético.

\* Se tendría el “plus” de un impacto económico positivo mediante la implementación de políticas regulatorias que incrementaran la recaudación y destinara lo obtenido a actividades de preservación de los recursos naturales.

\* Finalmente, incrementaría la calidad de vida mediante la formación de una cultura ambientalista, que demostrase que la actividad económica no debe estar peleada con la productiva y mucho menos con el medio ambiente.

Además de combatir el deterioro ambiental, la propuesta cuenta con grandes implicaciones económicas que facilitarían su adaptación al mercado actual. Desde el punto de vista de rentabilidad, el biodiesel resulta más barato de producir, tiene prácticamente las mismas propiedades que la gasolina que conocemos, contamina menos después de su proceso de combustión y además, puede ser utilizado de forma pura o en mezcla por lo su entrada al mercado podría darse de forma gradual (incrementándose en la medida que los consumidores fueran familiarizándose con su uso)

Los principales sectores que se verían involucrados en su proceso de obtención serían los siguientes:

### **1. Sector agrícola**

Al depender la producción de biodiesel de aceites vegetales, el sector agrícola tendría que ser involucrado como el proveedor principal de materia prima e insumos; una de las grandes ventajas es que no se requeriría una inversión “titánica”, ya que podría producirse a partir de vegetales que se dan con facilidad en diversas zonas de nuestro territorio como el aguacate, el coco, la palma, arroz, caña de azúcar, etc. Debido a las grandes extensiones territoriales y a la variedad de productos con que cuenta el país, no se correría el riesgo de que la producción tuviese que detenerse por falta de insumos, y mejor aún, el costo de producción del biodiesel no estaría en función de indicadores extranjeros por lo que su precio sería más controlable que el de la gasolina.

### **2. Industrias Aceiteras**

Obviamente la producción del aceite vegetal implicaría un incentivo para las industrias de este ramo, aunque su labor consistiría únicamente en mediar la relación entre el campo y la industria química productora del energético. Solamente agregarían valor a la materia prima moliendo los vegetales, de modo que se evitara la posibilidad de que incrementase el precio del aceite y el biodiesel perdiera competitividad.

### **3. Industria Química**

Sería la encargada de transformar el aceite vegetal en biodiesel. Este proceso no requeriría de tecnología que estuviera fuera de nuestro alcance, ya que su producción es relativamente sencilla. Si bien es cierto que se requiere de tecnología especializada que

puede desarrollarse en México, o adquirirse en el extranjero, también es cierto que podría ser producido con la infraestructura que actualmente se tiene, por lo tanto, no existiría la barrera tecnológica. Petróleos Mexicanos sería la base en esta parte del proceso ya que al referirnos a la industria química, entenderíamos por ella como el área de la paraestatal que se encarga de transformar los insumos en el producto final.

#### **4. Petróleos Mexicanos**

Debido a su importancia e infraestructura, PEMEX sería la base de todo el proceso, ya que estaría a cargo de realizar la producción, revisión, refinación y demás procesos inherentes al biodiesel; además de tener la responsabilidad de su distribución y venta en el mercado. Esto implicaría que la empresa tuviera que dedicar una parte de sus esfuerzos y recursos a este ramo, pero dada su capacidad, conocimiento y experiencia sería la única empresa capaz de llevar acabo una producción de esta magnitud. En este sentido, sería importante que la paraestatal creara una división encargada de controlar todo lo referente con el biodiesel, por lo que mi sugerencia sería, como se puede observar en la figura N° 13 sería formalizar “Ecopemex, división biodiesel”

#### **5. Gobierno Federal y Autoridades Locales**

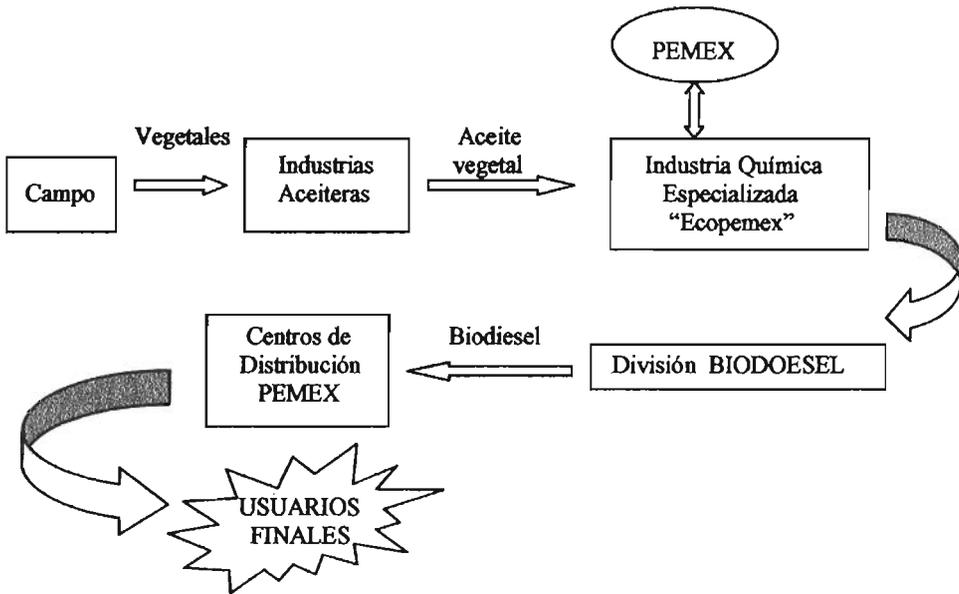
El Gobierno además de regular la producción y venta del biodiesel, deberá promover e incentivar el consumo del mismo. Podría incluso copiar medidas tomadas por otros gobiernos que resultan sumamente interesantes como dictar una ley que desgravara el biodiesel para incentivar a los usuarios a su consumo, e incluir un porcentaje mínimo obligatorio de uso del mismo, para que en el corto plazo, la demanda del biodiesel no estuviera sujeta al mercado.

El impacto que genere en la sociedad y su aceptación en el mercado dependerán en gran medida, de las acciones implementadas por las autoridades y del marco jurídico e institucional que lo regule.

De acuerdo a lo anterior, el ciclo completo de producción del biodiesel en México se llevaría acabo de la siguiente manera (Ver Figura N° 13):

Figura N° 13

### Ciclo de Producción, Distribución y Venta del Biodiesel



Los vegetales una vez molidos y obtenido su aceite, serían transportados a las plantas de producción de PEMEX, donde una parte del proceso especializado al que llamaremos "Ecopemex División Biodiesel" llevaría a cabo su proceso de limpieza, separación de residuos, procesos químicos, control de calidad, etc. para posteriormente enviar el producto terminado a los centros de distribución y venta a los usuarios finales.

La introducción del nuevo combustible, no puede ni debe darse de manera radical ya que resultaría imposible pensar si quiera en la posibilidad de sustituir el energético tradicional de la noche a la mañana; para lograrlo, sería necesario informar poco a poco a la ciudadanía sobre las ventajas (ecológicas y económicas) del mismo, sobre los deberes y obligaciones que implicaría una propuesta como esta, sobre la forma en que se llevaría a cabo el cambio, y sobre el papel que jugaríamos todos dentro del mismo.

La información oportuna, clara y precisa facilitaría la puesta en marcha del energético e influiría de manera determinante en su aceptación. Aunado a esto, el plan tendría que ser acompañado de una política Ambiental influyente y bien pensada que se valiera de herramientas como incentivos e impuestos ambientales que le permitieran alcanzar los objetivos.

Sobre esta base, considero que podría hablarse entonces de un proceso de cuatro etapas que serían las siguientes:

**1ra etapa:**  
**(Autoridades)**

La propuesta carecería de credibilidad si el Gobierno no tomara acciones precisas y “*predicara con el ejemplo*”, por lo que en primera instancia, el Gobierno del Distrito Federal, en unión con las 16 delegaciones debería adecuar su parque vehicular al uso del nuevo combustible:

Todos los vehículos de uso oficial utilizados por el personal de las instituciones gubernamentales, los que son considerados como parte de su activo fijo (camiones de carga, motocicletas para reparto, pipas de agua, vehículos particulares y en general, cualquier vehículo que tuviera que ver con su accionar como patrullas, camiones de limpia, etc.) deberían implementar el uso del biodiesel al cabo de un periodo no mayor a tres años.

Aunado a esto y de manera Federal, podrían ser incluidos como parte de este proceso y guardando las respectivas distancias, el Ejército, la Marina, el Cuerpo de Bomberos, Agrupamientos Policiacos, etc.

Para que la propuesta pudiese funcionar de acuerdo a las expectativas planeadas, y el proceso por sí mismo no resultaría estéril, se debe considerar la necesidad de adecuar el entorno conforme se fueran presentando las fases del proyecto.

En esta primera etapa se requeriría que la producción de Biodiesel (B30) fuera una realidad y que bastara para cubrir las necesidades básicas del programa. Tendría que ser precedida de campañas publicitarias, de información clara que estuviera al alcance de los implicados en el cambio, y de adaptaciones en centros de distribución estratégicos. Se tendrían que adecuar algunas gasolineras de modo que se pudiera acceder al biodiesel sin complicaciones y lo más importante de todo, se tendría que adecuar una política ambiental influyente que regulara el cambio e hiciera que se cumpliera en las formas y tiempos especificados.

*Incentivo económico:* En caso de que una delegación cumpliera con los objetivos de la etapa antes del tiempo estipulado, el gobierno podría absolverlos del pago de tenencia durante el siguiente año, o en su defecto, podría financiar la manutención de dichos vehículos durante un año.

*Impuesto Ambiental:* En caso de que no se cumpliera la adaptación del parque vehicular considerado para esta fase, el gobierno federal deberá imponer una multa a las delegaciones del DF “por vehículo” cuyo motor no hubiese sido adaptado al biodiesel en los tiempos requeridos, a fin de que estos se viesen obligados a cumplir con el requisito. Los montos de dichas sanciones deben ser elevados con el fin de que resulte más conveniente adaptar los vehículos que pagar las multas, y además, deben ser progresivos, de modo que por cada día de retraso, la multa vaya siendo mayor.

**2da etapa:  
(Transporte Público Concesionado)**

Es esta parte del proceso, además de atacar uno de los principales focos de contaminación que es la generada por el parque vehicular que conforma la red de transporte público concesionado<sup>49</sup> (en su mayoría en pésimas condiciones y con un gran número de vehículos “pirata”), también se buscaría regularlos para tener un control más preciso del mismo. El alcance de esta etapa se limitaría principalmente a taxis, microbuses, combis, y autobuses con motores diesel, y el impacto que se lograría al involucrar este sector al uso del biodiesel sería uno de los más representativos, aunque también, representaría quizá, la epata más conflictiva de todo el proceso. De acuerdo a la SETRAVI, la constitución del Transporte Público Concesionado en la Ciudad de México es la siguiente:

**Tabla N° 11**

**Transporte Público Concesionado Registrado  
1999 – 2003**

Año	Combi	Microbus	Autobus	Taxis
1999	3,898	22,984	1,170	103,982
2000	3,904	22,850	1,174	103,982
2001	3,904	22,447	1,577	103,982
2002	3,904	21,658	2,366	106,642
2003	3,904	20,855	3,169	106,642

Fuente: Gobierno del Distrito Federal, Secretaría de Transporte y Vialidad – Dirección General de Servicios de Transporte Público

De acuerdo a esta información y considerando la existencia de otro gran número de vehículos sin registro, la segunda etapa tendría una duración de 7 a 9 años aproximadamente. (5 años para taxis y autobuses, y 4 años para combis y microbuses)

En este momento de la propuesta, se requeriría que al menos el 30% del total de gasolineras existentes en el Distrito Federal hubieran modificado su estructura para dedicar el 80% o 90% de sus ventas a la mezcla B30, y que la sociedad en general estuviera más involucrada con el producto.

*Incentivo Económico:* A modo de estrategia para regular el transporte público concesionado del Distrito Federal, se podría beneficiar a los llamados taxis “piratas” facilitándoles su trámite de registro, siempre y cuando demostraran utilizar biodiesel en lugar de gasolina. Para aquellos que tuvieran sus trámites en regla, se les podría beneficiar mediante descuentos en pago de tenencia, o bien, mediante acuerdos con aseguradoras para que se les ofrecieran tarifas más accesibles para sus vehículos.

<sup>49</sup> De acuerdo a la constitución del Transporte Público en México, la Secretaría de Transporte y Vialidad (SETRAVI) clasifica este de dos maneras: Transporte Público del Gobierno del Distrito Federal (Sistema de Transporte Colectivo Metro, Trolebuses y Tren Ligero) que no entrarían en este programa, y Transporte Público Concesionado (Taxis, Microbuses, Combis y Autobuses) que sería el foco principal de la propuesta.

*Impuesto Ambiental:* Además de hacerse acreedores a multas, se les sancionaría a través de la suspensión de licencias de manejo, retiro de tarjetas de circulación, e incluso de unidades hasta que se realizara el cambio pertinente. Esta medida podría complementarse mediante acuerdos entre el gobierno y las gasolineras tradicionales, para que dejaran de vender al cabo de un tiempo, gasolina diesel a taxis, combis y demás vehículos del transporte concesionado. De esta manera se obligaría a todos los conductores a adecuar sus unidades.

### **3ra etapa: (De Expansión)**

Para este periodo, estaríamos hablando que tanto los vehículos del Gobierno, como los del transporte público estarían adecuados al uso del biodiesel, por lo que el siguiente paso, consistiría en expandir el alcance del programa a las empresas y negocios para que estas modificaran sus vehículos (autos utileros, camiones de reparto, vehículos de transporte de personas y mercancías, motocicletas, etc.)

Al haber logrado avances considerables en materia de transporte público, el periodo sería únicamente de 3 a 4 años, ya que para ese momento, se contaría con la infraestructura suficiente para cubrir la demanda del combustible.

Estamos hablando que por lo menos el 50% del total de gasolineras tendrían que dedicarse a la venta del B30, la política ambiental ya debería estar completamente estructurada y puesta en práctica, y la propuesta del biodiesel debería ser del conocimiento de todos, así como sus beneficios e implicaciones. Eventualmente esta propuesta implicaría la eliminación del pago de verificación, e incluso, de tener una respuesta favorable, podría contribuir a la eliminación del pago de tenencia (otra forma de incentivar a la población)

*Incentivo Económico:* Al enfocarse a la cúpula empresarial del país, incluyendo desde los micro negocios hasta los grandes corporativos, el gobierno podría disminuir la carga fiscal de aquellos que demostrasen haber terminado oportunamente su proceso de adaptación.

*Impuesto Ambiental:* Básicamente implicaría multas y sanciones administrativas (retención de vehículos, de permisos de transportación, etc.) Es aquí donde podría implantarse la creación de un nuevo impuesto que se adecuara a las necesidades de ese momento; evidentemente se podrían suponer muchas cosas, pero sería imposible determinar una medida en este momento ya que habría que analizar el impacto de las externalidades generadas en ese punto de la propuesta.

**4ta etapa:  
(De consolidación)**

Básicamente se buscaría llegar a los usuarios particulares, por lo que sería la parte más larga. Estamos hablando de un periodo de al menos 10 años, para que se tuvieran resultados considerables.

Debido al alcance que se pretendería tener, podríamos pensar en una propuesta a 10 años que implicara una evolución del incentivo, de modo tal que conforme pasara el tiempo, este se fuera disminuyendo hasta el punto que se convirtiera en un impuesto:

- El 1er y 2do año, los vehículos particulares que adaptaran su motor hacia el Biodiesel, quedarían exentos del pago de tenencia durante 2 años.
- El 3er y 4to año, los vehículos particulares que adaptaran su motor hacia el Biodiesel, tendrían un descuento del 75% al momento de realizar su pago de la tenencia.
- El 5to y 6to año, los vehículos particulares que adaptaran su motor hacia el Biodiesel, tendrían un descuento del 50% al momento de realizar su pago de la tenencia.
- El 7mo y 8vo año, los vehículos particulares que adaptaran su motor hacia el Biodiesel, tendrían un descuento del 25% al momento de realizar su pago de la tenencia.
- El 9no y 10mo año, los vehículos particulares que adaptaran su motor hacia el Biodiesel, tendrían un descuento del 10% al momento de realizar su pago de la tenencia.

Superando esta barrera de tiempo, se suspenderían los beneficios y comenzarían las multas, de modo tal que cumplido el plazo de 10 años para que los vehículos particulares adaptaran sus motores y su patrón de consumo orientándolo a la compra de Biodiesel, se incurriría en una falta grave que implicaría una sanción igualmente progresiva.

También se podría apoyar esta propuesta mediante la creación un impuesto similar a la tenencia, solo que sería aplicado a los automóviles que siguieran utilizando gasolina a base de petróleo. De esta forma se podría dar por concluido el proceso de sustitución de combustibles y además de que traería consigo grandes beneficios ambientales, tendría un impacto económico considerable para la economía mexicana.

De manera permanente y con el fin de seguir incentivando a la ciudadanía en cualquiera de sus esferas, se podría considerar la eliminación de los periodos de Verificación en la medida que se adecuaran al uso del energético.

La propuesta por sí misma, carecería de viabilidad si no se considerasen otros aspectos como los siguientes:

- ✓ Garantizar la existencia suficiente de Biodiesel para satisfacer la demanda del mismo.
- ✓ Desgravar el biodiesel durante los primeros años y establecer un mínimo para su consumo de modo que la demanda no estuviera en función del mercado. De esta forma se garantizaría su permanencia a la par de que los consumidores comenzarían a identificarse con él.
- ✓ Producir un combustible de alta calidad y bajo costo que permita inclinar la preferencia del consumidor hacia el nuevo energético. Mientras no resulte económicamente atractivo, difícilmente podrá posicionarse en el mercado.
- ✓ Facilitar su accesibilidad, es decir, planear los puntos de distribución y venta de manera que vayan adecuándose a las etapas de la propuesta (a medida que se avance de una etapa a la otra, la cantidad de puntos de venta debe ser suficiente para cubrir el mercado).
- ✓ Concientizar a la ciudadanía de la importancia del uso del biodiesel y del Desarrollo Sustentable.
- ✓ Formalizar una Política Ambiental influyente y coherente con los objetivos primarios de la economía mexicana.
- ✓ Explicar los requerimientos y ajustes mínimos que tendrían hacer los usuarios a sus vehículos para adaptarlos al uso de biodiesel.
- ✓ Determinar un sistema de identificación sencillo y práctico que permitiera reconocer los vehículos que aún no consumieran el nuevo energético. (Crear un padrón vehicular)
- ✓ Finalmente, se deberían intensificar las medidas existentes e implementar nuevas formas que permitieran al estado obtener recursos económicos para poder dar continuidad al proyecto; para esto, podemos plantearnos dos simples preguntas:

¿Cómo obtener dinero suficiente para financiar estos programas?

- Mediante la implementación de impuestos ambientales guiados bajo la idea de la “tolerancia cero”

¿Cómo involucrar a la sociedad de forma positiva?

- Mediante la aplicación de incentivos económicos

Una vez considerado lo anterior, se habría dado un paso necesario en la búsqueda de la sustentabilidad.

Conforme la propuesta fuese tomando forma, la mezcla de biodiesel podría ir incrementándose de manera gradual, con el fin de que la economía y los usuarios no sintieran el cambio tan radical o lo percibieran como una imposición autoritaria del gobierno. Luego entonces, se podría pensar en otro proceso donde se comercializara una mezcla B50 y así progresivamente hasta contar con un entorno sano.

La recomendación que hago en mi análisis, sobre la implementación del uso de biodiesel en el transporte público concesionado y particular en la ZMVM, implicaría un proyecto sumamente ambicioso, pero no por ello irreal. Los grandes cambios implican grandes esfuerzos y México cuenta con los recursos y la infraestructura necesaria para llevar a cabo un proyecto como este.

La transición a una economía sustentable debe ser quizá el reto más grande que enfrente la economía mexicana, ya que se debe luchar por la implementación de un modelo económico a largo plazo que tenga continuidad y deje de lado los problemas partidistas y los intereses personales, para dar paso a nuevas propuestas que además de asegurar el desarrollo y crecimiento económico del país, permita hacer frente a la crisis ambiental de manera conjunta.

## Conclusiones

La relación que existe entre la realidad y el pensamiento económico debe ser concebida como un proceso dialéctico, que haga que el contenido doctrinal de la ciencia económica vaya cambiando a medida que cambia la sociedad. Si la realidad está constituida por lo natural y lo social en su interrelación mutua, entonces la relación medio ambiente – desarrollo es ineludible, íntima e inseparable. Esto implica que no es posible interpretar el fenómeno del desarrollo prescindiendo de la dimensión ambiental y, consecuentemente, que no es posible alcanzar objetivos y metas de desarrollo sin explicar el impacto ambiental. Si bien es cierto que el tema ambiental ha adquirido fuerza los primeros años del presente siglo, también es cierto que los intentos a nivel mundial por disminuir las emisiones a la atmósfera han fracasado; el más claro ejemplo de ello es la negativa de algunas potencias económicas por firmar el Protocolo de Kyoto.

Toda concepción de desarrollo que proponga y oriente la actividad económica y social hacia determinados objetivos, ignorando el contexto ambiental del sistema social, tarde o temprano lleva a un proceso de deterioro del medio ambiente, que en el largo plazo frustra el logro de los objetivos socioeconómicos. Por consiguiente, en el largo plazo, las consideraciones de orden ambiental no pueden ser ignoradas a sabiendas del peligro existente de que el proceso de desarrollo se vea comprometido.

El caso de México resulta particularmente interesante, ya que muy a nuestro pesar, se carece de crecimiento y desarrollo económico, y no se protege el medio ambiente por lo que la idea del Desarrollo Sustentable no deja de ser eso, una “idea”. Se sabe de los grandes riesgos que esto implica y sin embargo la política económica no da solución a los problemas que nos aquejan, y peor aún, la sociedad misma no hace nada por conservar los recursos que tenemos.

¿Qué estamos haciendo mal? Yo diría que todo.

La búsqueda de una economía sustentable no debe ser una utopía ni quedarse en los libros; sin embargo debe pretenderse sobre la base de alcances reales. Es necesario que primero se comprendan plenamente los problemas que nos aquejan, para después buscar alternativas viables que nos ayuden a solucionarlos de manera que se disminuya el impacto ambiental sin que se comprometan los objetivos económicos.

El pensamiento económico ha evolucionado a la par de las actividades del hombre y los hábitos de consumo de combustibles, han pasado de las máquinas impulsadas por fuerza animal y humana, a las de vapor, carbón, gasolina e incluso algunas nuevas tecnologías como la energía solar y más recientemente hidrógeno y combustibles vegetales.

La historia también nos dice que ninguna de esas transiciones fue sencilla o rápida, sin embargo fueron procesos necesarios que indican que la sociedad actual, debe dar paso a nuevas alternativas cuyo desempeño sea eficiente, pero cuyo costo ambiental sea mucho más reducido.

Los beneficios que otorga el biodiesel pudiesen formar parte en la economía mexicana si se impulsaran programas y propuestas como la expresada en este trabajo de Tesis. México debe considerar casos como el brasileño y el español, estudiarlos a fondo para analizar las ventajas y desventajas de los mismos, y tratar después de imitar aquellos puntos exitosos y suprimir los que representaron inconvenientes, de modo tal, que resultemos pioneros en la instrumentación exitosa del biodiesel a escala nacional. Nada tiene de malo el copiar programas y proyectos de otras naciones, siempre y cuando se haga de manera responsable y se adecue a la realidad del país. Si se lograra impulsar la actividad del campo, el desarrollo tecnológico y científico en materia ambiental, se complementara con políticas económicas eficientes y se involucrara a la sociedad en su conjunto, podríamos alcanzar metas como las expresadas en mi propuesta; sin embargo, también es extremadamente importante reconocer que **NO ES INDISPENSABLE** contar con un entorno que reúna todas las características anteriores ya que si así fuera, estaríamos condenando el Biodiesel desde antes de su aparición.

El entorno y las condiciones deben construirse poco a poco, pero la producción del energético debe iniciarse cuanto antes y en la medida que éste lo vaya permitiendo, podremos instrumentar los elementos necesarios que permitan a México, hacer frente a la crisis ambiental, particularmente, lo referente a la calidad del aire en la ZMVM.

De esta manera, nos damos cuenta que lo planteado en las Hipótesis podría cumplirse cabalmente; es decir, *de lograrse avances representativos en materia de nuevos combustibles, estos se reflejarían no solo en materia de emisiones, sino que a la par, alentaría la actividad del campo, aprovecharía la infraestructura existente, desarrollarla otras áreas como la de investigación y desarrollo científico, y se acercaría a un modelo sustentable que probara que medio ambiente y economía no están peleados, sino que pueden complementarse en la búsqueda de sus objetivos.*

Desafortunadamente, a escala nacional los avances obtenidos en este respecto resultan pobres, y peor aún, los intentos por atenuar la crisis ambiental son casi inexistentes. El rezago mexicano es evidente y en materia de Biodiesel y nuevos energéticos, es abrumador al compararnos con países como Brasil, Uruguay y Argentina, cuyas economías presentan avances significativos en esta materia.

A pesar de tratarse de una propuesta meramente ambiental, la introducción del Biodiesel al mercado nacional también generaría logros en materia de investigación y desarrollo tecnológico, incrementos de la producción agrícola, beneficios económicos obtenidos por concepto de la venta del combustible y sus residuos, y por supuesto, disminuciones considerables de las emisiones generadas por concepto de quema de gasolinas en el valle de México.

En la medida que sigamos manteniendo los patrones de consumo de la actualidad, conservemos los niveles de investigación y desarrollo tecnológico por los suelos, permanezcamos como simples espectadores de los éxitos en materia de ecología de otros países, sigamos descapitalizando nuestra industria petrolera, marginemos a la sociedad de los procesos de cambio y contemos con instituciones y organismos incapaces de crear una política económica que de el valor que corresponde a la política ambiental, el panorama seguirá siendo el mismo, con la salvedad que seguramente en algunos años,

no contaremos con la misma diversidad con que actualmente gozamos, probablemente nos convirtamos en importadores de petróleo, y lo peor de todo, seguiremos sin entender las raíces de nuestros problemas por lo que no habrá posibilidad alguna de que les demos solución.

El panorama puede ser catastrófico y sin embargo, es poco lo que hacemos para evitarlo. Incluso en materia de educación dentro de nuestra Universidad, el peso que se le da al estudio de los problemas ambientales es reducido. La matrícula de materias de la Facultad de Economía se limita a cerca de 10 clases relacionadas con el tema y la falta de interés por los mismos estudiantes y la sociedad en general, dificultan el accionar del Desarrollo Sustentable.

La transición gradual de los patrones de consumo de los habitantes puede ser modificada de modo que estos sean orientados al uso del biodiesel. El impacto ambiental que generaría es evidente, además de las externalidades positivas antes mencionadas.

Hoy estamos a tiempo de iniciar este proceso de cambio que si bien es cierto será muy complicado, también es posible. Por dicha razón, el objetivo de este trabajo de tesis es únicamente mostrar una alternativa que podría ayudar a solucionar parte de nuestra problemática. La recomendación que hago en el capítulo tercero de la misma, es una alternativa de tantas que podemos tomar. Evidentemente no terminaría con la problemática ambiental porque únicamente se enfoca en los problemas causados por la emisión de gases tóxicos generados al momento de quemar gasolinas; sin embargo, es parte de un proceso que podría dar pauta nuevos modelos económicos encaminados a la preservación ambiental desde el punto de vista económico.

En general hay algunos puntos que considero es importante tener presentes:

1. Es indispensable comprender los problemas que nos aquejan para poder darles solución óptima.
2. La ciencia económica y la ecología pueden y deben, además de complementarse, trabajar juntas para mitigar el daño ambiental sin comprometer los compromisos de crecimiento y desarrollo económico de la economía mexicana.
3. La alternativa del Biodiesel, a pesar de ser una propuesta de corte 100% ambiental, tiene importantes connotaciones económicas.
4. La implementación del energético podría llevarse a cabo de manera más pronta, si Petróleos Mexicanos fuera el eje coordinador y regulador de la misma, ya que además de contar con la infraestructura, tiene la experiencia y los medios necesarios para llevar a un proceso de tales magnitudes.
5. PEMEX se está descapitalizando y de seguir así, México podría enfrentar una gran crisis económica en años futuros, por lo que si bien es cierto que el biodiesel no representa la solución a los grandes problemas de la paraestatal, también lo es que podría aminorar un poco del peso que recae sobre el hidrocarburo, y le representaría un excedente económico considerable.
6. La determinación de la Política Ambiental debe valerse de los Instrumentos Económicos adecuados si quiere impactar de manera eficiente en la economía nacional.

7. El aspecto tecnológico es muy importante por lo que todo lo relacionado con su desarrollo debe ser parte esencial en la puesta en marcha de la propuesta.
8. Todo proceso de transición requiere de la colaboración del Estado, de las instituciones, de los organismos, pero principalmente de la población en general; por ello, es necesario mantener informada a la sociedad e impulsar las actividades que fomenten una cultura económica – ecológica.

En la medida que impulsemos y consideremos nuevas alternativas, podremos mejorar la calidad de vida de los habitantes del país. Lo que sigue, es encontrar la forma de implementar alguna de ellas en un entorno sano (institucionalmente hablando) y en un proyecto incluyente (estado – sociedad) que permita a las sociedades presentes legar un medio ambiente sano a las sociedades futuras.

Cuando logremos el trinomio **“Calidad de Vida, Desarrollo Económico y Protección Ambiental”** podremos hablar de una economía sustentable y competitiva a nivel mundial. Esa debe ser la visión de los nuevos economistas y de la sociedad en general para vivir en el país que todos queremos.

## **Bibliografía**

- Aguilera Klink, F., “Economía de los Recursos Naturales”, Fundación Argentinaria, España, 1995.
- Aguilera Klink, F., “De la Economía Ambiental a la Economía Ecológica”, Edit. Economía Crítica, Barcelona, España, 1994.
- Américo Saldivar (Coordinador), “De la Economía Ambiental al Desarrollo Sustentable: Alternativas frente a la crisis de gestión ambiental”, UNAM, Facultad de Economía, México 1998.
- Roberto Escalante, “Instrumentos Económicos para la Gestión Ambiental: El caso de los aceites lubricantes usados en México” UNAM, Facultad de Economía, 1ra Edición, México 2003.
- Beltrán Hernández José, “Petróleo y Desarrollo”, Centro de Estudios de Investigación del Sureste, México, 1985.
- Corona Renteria, Alfonso, “Economía Ecológica: Un método para la sustentabilidad”, UNAM, Facultad de Economía, México 2000.
- Christopher Tugenhat, “Petróleo: El mayor negocio del mundo”, Edit. Alianza, Madrid España, 1969.
- De la Vega Navarro, Angel, “La evolución del componente petrolero en el desarrollo y la transición de México”, Programa Universitario de Energía, México 1999, UNAM, Facultad de Economía.
- Field Barry, “Economía Ambiental: Una introducción”, Edit. Mc Graw Hill, 1995.
- García Páez, Benjamín, “Economía Ambiental”, México 2000, UNAM, Facultad de Economía.
- Jiménez Herrero Luis, “Desarrollo Sostenible y Economía Ecológica”, Edit. Síntesis S.A.
- Kirkby John, O’keefe Phil, Timberlake Lloyd, “The Earthscan Reader in Sustainable Development”, Earthscan Publication Ltd, London, 1995.

- Kras Eva, “El Desarrollo Sustentable y las Empresas”, Grupo Editorial Iberoamérica, Primera edición, 1994.
- Leff Enrique, “Economía y Democracia: La alternativa para el Desarrollo Sustentable y Equitativo”, Sustentabilidad y Desarrollo Ambiental, Tomo I, Juan Pablo Editores, 1996.
- Leff Enrique, Caravias Julia, “Cultura y Manejo sustentable de los Recursos Naturales” (Compilación), Volumen I
- Leff Enrique, “Medio Ambiente y Desarrollo en México”, Centro de Investigaciones Interdisciplinarias y Humanidades, UNAM, Vol. I
- Meyer Lorenzo, Morales Isidro, “Petróleo y Nación (1900 – 1987): La política petrolera en México”, Primera Edición, Fondo de Cultura Económica, 1990
- Petróleos Mexicanos (PEMEX), “El Petróleo”, México 1988, pp. 176
- Snoek Michele, “El Comercio Exterior de hidrocarburos y Derivados en México”, Edit. Colmex, México, 1987.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, Anuarios Estadísticos de México.
- Secretaría de Transporte y Vialidad, Dirección General de Servicios de Transporte Público, México
- Molina, Mario, “Calidad del Aire en el Valle de México” 1ra Edición, México D.F. 1993 Págs. 19 - 32