

# Permisos de contaminación negociables: un instrumento de mercado para la regulación ambiental

*(Recibido: marzo/06–aprobado: julio/06)*

*Walter Butze Aguilar\**

## **Resumen**

El creciente conflicto de la sociedad por minimizar el deterioro ambiental como consecuencia de su actividad económica, cuyo objetivo es satisfacer sus necesidades al menor costo. Le ha conferido a la autoridad administrativa, la conciliación del interés ambiental con el interés económico. Con el tiempo, se han presentado una variedad de soluciones al mismo, que van desde la regulación directa hasta la indirecta o económica. Dentro de esta última, se ubican las soluciones de Mercado, y en éstas los Permisos Negociables. Cuyos orígenes se remontan hacia mediados del siglo pasado, y sus fundamentos teóricos se identifican con la filosofía liberal del pensamiento de la economía neoclásica. Con estos fundamentos, el análisis económico de “costo-efectividad” permite establecer la cantidad “eficiente” de emisiones al menor costo, en el equilibrio de mercado correspondiente a un Sistema de Permisos. La práctica ha hecho necesario desarrollar una variedad de sistemas, dada la versatilidad en su uso y aplicaciones para conseguir los objetivos ambientales deseados. Indudablemente éstos no están exentos de crítica, pero ninguna ha sido lo suficientemente trascendental como para poner en peligro su utilidad.

**Palabras clave:** medio ambiente, permisos negociables, emisiones, fundamentos teóricos.

**Clasificación JEL:** I18, I28.

\* Profesor-Investigador del Departamento de Economía de la UAM-Azcapotzalco (baw@correo.azc.uam.mx).

## Introducción

El inexorable incremento de la actividad económica, la aceleración en la creación de necesidades, los modelos de consumo nuevos, y la intensificación de la competencia por los mercados que demandan productos a un precio accesible, y por ende, una producción a menor costo la cual deteriora al medio ambiente. Ante tal panorama la comunidad científica ha reflexionado sobre el daño que la humanidad misma le está causando a su entorno de vida a un ritmo mayor al conocido, presentándose un escenario de incertidumbre sobre las graves consecuencias que esto ocasionará. Ello a su vez ha originado una preocupación en muchos países, traduciéndose en planteamientos para dar solución o al menos mitigar tal problemática ambiental. Sin embargo, a pesar de las incuestionables consecuencias que trae consigo el daño a la naturaleza, se tienden a privilegiar argumentos a favor del desarrollo económico, el empleo, las utilidades, disminución de costos, etcétera. Por tanto los instrumentos de gestión ambiental con implicaciones en una disminución del crecimiento económico, ya sea que entrañen abandonar la elaboración de ciertos productos o signifiquen altos costos de producción que repercutan en el precio de venta y las utilidades de las empresas, los convierten en soluciones fútiles, y por lo tanto, en un conflicto de intereses entre la economía y el medio ambiente.

Indudablemente, el sector productivo no es el único responsable de la contaminación, de hecho cualquier actividad del hombre ya sea que tenga o no por objeto la satisfacción de necesidades fundamentales para la conservación de la vida y la especie misma, produce un cambio en el entorno natural el cual en ocasiones puede resultar incompatible con la pervivencia de los seres.

Desde esta perspectiva, se plantea la interrogante: ¿cómo llevar a cabo una actividad económica que por un lado permita satisfacer las necesidades al menor costo, y por otro, se minimice al máximo el inevitable deterioro ambiental para no poner en peligro la vida o calidad de ésta, tanto en el presente como en el futuro?

### 1. El conflicto de intereses y las alternativas de solución

El Estado como árbitro, tiene la obligación de dirimir los conflictos de intereses que se presentan entre la economía y el medio ambiente, diseñando variados instrumentos orientados a influir o condicionar el comportamiento de los agentes de la sociedad con el fin de inducirlos a actuar de un modo tal, que se minimice el deterioro ambiental, o que se maximicen los efectos ambientales positivos de sus acciones.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> CEPAL/PNUMA (1997: 33).

### Asimismo, la política económica:

[...] en cuanto proceso generador de decisiones destinado a convenir acciones, también llamadas medidas o instrumentos, cuyo propósito es influir y condicionar el comportamiento de las personas, de las organizaciones, de las empresas y de las propias reparticiones públicas, es determinante de las actividades económicas. Se trata entonces, de un conjunto orgánico de instrumentos que pretenden inducir a estos entes sociales a realizar ciertos actos económicos, o a que se abstengan de hacerlos, o a que los realicen de determinada manera.<sup>2</sup>

De este enunciado se desprende la íntima relación que existe entre la política ambiental y la política económica, y por lo tanto sus objetivos deben ser congruentes para dar solución a la disyuntiva planteada.

Los instrumentos para conciliar este conflicto de intereses, se pueden ubicar en un rango de motivación que va desde la coacción y el convenio hasta el libre arbitrio, en este pasaje la motivación puede ser llevada a cabo fundamentalmente por regulación directa, regulación indirecta o persuasión.

#### *1.1 Solución por regulación directa*

Los problemas ambientales son originados primordialmente por la contaminación resultante de las acciones de producción y consumo de un conjunto de individuos que afectan a otros, aún cuando éstos se encuentren distantes en espacio y tiempo o inclusive no hayan nacido. En ese sentido, se ha conformado una corriente de pensamiento, la cual justifica restringir la libertad de aquellos que originan los problemas ambientales, con el objeto de proteger la libertad y el bienestar de los afectados. Tal restricción, se debe llevar a cabo por medio de la regulación directa, mediante normas impuestas por el Estado con el objeto de arribar a un resultado colectivo que la misma sociedad prefiere, y no puede obtener de manera individual. Principalmente, en bienes ambientales públicos que no pueden lograrse por medio de las decisiones individuales de las empresas o los consumidores, como el aire o el agua. En estas circunstancias, los agentes económicos pueden aceptar restricciones colectivas más estrictas, convencidos del beneficio ambiental que les reporta el someterse a ellas, con el objeto de alcanzar los fines deseados. Es preferible restringir la libertad de todos, al ejercicio anárquico de la misma.

<sup>2</sup> Sierra (1997).

La regulación directa se lleva a cabo por medio de instrumentos con los cuales la autoridad estatal competente establece la norma y motiva su cumplimiento, a través de la sanción respectiva en caso de incumplimiento, mediante una sanción pecuniaria; inhabilitando de manera temporal o definitiva para continuar con la actividad; obligando a resarcir el daño o con la pérdida de la libertad del responsable. La propiedad característica de los instrumentos regulatorios es la relación del tipo autoritaria, que se establece entre el gobierno y la sociedad, el primero manda y la segunda obedece. Este tipo de estrategia en política ambiental ha dado en llamarse “comando y control”, por su definición en inglés (*command and control*).<sup>3</sup>

Por otro lado, existe otra corriente de pensamiento, la cual tiene la percepción de que las regulaciones directas pudieron haber llegado al límite de su eficacia, calificándolas de estáticas, inflexibles y subóptimas en términos de eficiencia económica y ambiental. No obstante, en la práctica los instrumentos de regulación directa son los más ampliamente utilizados.<sup>4</sup>

La aparente confrontación entre los defensores de los instrumentos de regulación directa con aquellos que los desdeñan, dada la percepción de su ineficacia económica y ambiental, ha podido conciliarse confinando los instrumentos de regulación directa al ámbito indicativo de lo que se debe hacer, excluyéndolos del terreno ejecutivo del cómo hacer: dando paso a los instrumentos de regulación indirecta o económicos.

### *1.2 Solución por regulación indirecta*

La regulación indirecta comprende una serie de instrumentos que tienen en común corregir indirectamente los problemas ambientales, sin imponer determinadas conductas. A este tipo de instrumentos se les denomina también instrumentos económicos. Su utilización se ha visto incrementada por la adopción de políticas de corte liberal, tendientes a favorecer la desregulación y revalorizan el papel del mercado en la asignación de recursos. En este mismo contexto, se han privilegiado las estrategias ambientales de prevención, en relación a las de reparación o mitigación.<sup>5</sup>

<sup>3</sup> El término usado en inglés, *command and control*, viene del medio militar, en Mercado véase (1999: 11).

<sup>4</sup> Franco (1995: 166).

<sup>5</sup> “La doctrina liberal postula que el Estado no debería intervenir en la economía, porque la acción del libre mercado es eficiente. Esto es, en una economía competitiva, las fuerzas del mercado conducirán a la economía a una posición de equilibrio paretiano, a partir de la cual, es imposible hacer un cambio sin que empeore el bienestar de algún individuo. Uno de los argumentos liberales más sólidos, para oponerse a la intervención del Estado, sostiene que es posible mejorar la situación de una persona (o de varias) pero no sin antes empeorar la situación de otra” Ayala (2000: 36).

Los instrumentos económicos o de regulación indirecta comprenden un conjunto de regulaciones diversas de tipo normativo y de mercado, a través del mecanismo de precios, cuyo objetivo es internalizar las externalidades ambientales, y consecuentemente hacer pagar al que contamina.<sup>6</sup> Lo característico de estos instrumentos es: “Proporcionar incentivos económicos que inducen a los agentes causantes a adoptar medidas eficientes destinadas a evitar la contaminación o a conservar los recursos naturales”.<sup>7</sup> En otras palabras, estos instrumentos “Otorgan a los agentes descentralizados su libertad de elección, de decisión y de comercio, mientras que al mismo tiempo afectan el esquema de ventajas y desventajas asociadas a las consecuencias de esas elecciones”.<sup>8</sup> Los instrumentos de regulación indirecta son sustitutivos o complementarios de otras categorías, tal como los de regulación directa. Una característica importante radica en el hecho de que éstos pretenden modificar la conducta de los individuos mediante el convencimiento, con el objeto de ser utilizados de manera voluntaria.

A los instrumentos de regulación indirecta o económicos se les ha definido como:

Todos aquellos instrumentos que inciden en los costos y beneficios imputables a los cursos de acción alternativos que enfrentan los agentes económicos. En otras palabras, es un instrumento económico aquél que afecta la rentabilidad de procesos o tecnologías alternativas, o el precio relativo de un producto, alterando, en consecuencia, las decisiones de productores y consumidores, induciéndoles eventualmente, a acciones que, en el agregado, contribuirán a reducir los niveles de deterioro ambiental.<sup>9</sup>

En la literatura especializada existen una gran variedad de instrumentos económicos identificados. Mismos que han sido clasificado en:<sup>10</sup>

- 1) Instrumentos fiscales y financieros: cargos, ayudas financieras, subsidios, sistemas de reembolso, incentivos al cumplimiento, etc.

<sup>6</sup> Externalidad: de manera convencional se acepta que existe una externalidad, cuando en el consumo o en la producción de algunas actividades, se tiene un efecto indirecto en otras actividades de consumo y producción que no se refleja directamente en los precios de mercado, es decir, los efectos sobre otros (sean beneficios o costos) son «externos» al mercado, de ahí el nombre de externalidades. Las externalidades surgen como un resultado intertemporal entre las empresas en dos periodos de producción. Externalidades positivas: se dice de aquellas actividades económicas que generan beneficios a terceros independientemente de la voluntad de los agentes generadores o receptores (Ayala: 469).

<sup>7</sup> Brañes (2000: 210).

<sup>8</sup> Godard (1994: 210). Citado por O'Connor (1999).

<sup>9</sup> CEPAL/PNUMA (1997: 2).

<sup>10</sup> CEPAL/PNUMA (1997: 8).

- 2) Instrumentos de mercado: las cuotas o derechos negociables, los impuestos, y los seguros.
- 3) Instrumentos relacionados con derechos de propiedad y de uso: propiedad, tenencia, concesiones, etc.

Una de las ventajas de los instrumentos económicos consiste en que hacen posible el uso eficiente de los recursos ambientales afectados, facilitando el establecimiento de precios adecuados de los bienes y servicios ambientales. Bajo esta perspectiva pueden ser tratados como cualquier otro bien o servicio en el mercado, aunque para buena parte de ellos no hay posibilidades de valoración vía mercado. Como se señaló, el principal argumento reside en que inducen a la internalización de los costos del deterioro ambiental, a través de la aplicación de cargos de diversa naturaleza, afectando la función de costos de la empresa y por tanto, su proceso de optimización.

## **2. Los instrumentos de mercado**

Existe una gama de instrumentos económicos que han sido diseñados y orientados hacia la solución de una problemática ambiental específica, uno de ellos son los instrumentos de mercado, dentro de los cuales se encuentran catalogados los permisos de contaminación negociables.

Es posible definir los instrumentos de mercado, como “Aquellos aspectos del derecho o leyes que fomentan conductas a través de señales del mercado en vez de directivas explícitas referentes a métodos o niveles de control de la contaminación”.<sup>11</sup>

Su característica es la modificación de la conducta colectiva e individual de las empresas y consumidores por medio de los mecanismo de precio, cuyo objeto es lograr una determinada conducta colectiva de los agentes económicos, resultado de la combinación de las decisiones que toman de manera individual tanto productores como consumidores, en una situación de mercado.

La noción de mercado implica “El proceso mediante el cual se reconcilian todas las decisiones de las economías domésticas sobre el consumo de bienes alternativos, las decisiones de las empresas sobre qué y cómo producir y las de los trabajadores sobre cuanto y para quien trabajar mediante ajustes de los precios”.<sup>12</sup> Los mercados se caracterizan por la existencia de cierta cantidad de productores y

<sup>11</sup> Stavins (2003).

<sup>12</sup> Dornbusch y Fischer (1986: 13).

consumidores, que se encuentran en libertad para decidir con quién negociar. Decisiones inducidas principalmente por los cambios en los precios, los cuales provocan una reacción interactiva entre la oferta y la demanda de los bienes y servicios. Cuando dichas decisiones se exteriorizan de manera conjunta en la economía, se provoca una consecuencia colectiva impersonal, conocida como fuerzas del mercado.

Los individuos que actúan en economías de libre mercado, buscan el logro de sus propios intereses tratando de encontrar la mejor opción para ello. El libre mercado deja en libertad a las empresas y familias para perseguir su propio interés. Por lo tanto la:

[...] competencia y la motivación de maximizar las ganancias, también conducirá a la maximización del bienestar social, mientras los individuos actúan a favor de sus intereses egoístas. En consecuencia, no hay necesidad de que intervenga el Estado porque la economía de mercado por sí sola alcanzará los mejores resultados posibles para los individuos y para la sociedad en su conjunto.<sup>13</sup>

Los instrumentos económicos con base al mercado consideran la contaminación ambiental como una externalidad, dado que en el costo de producción de bienes y servicios no se toma en cuenta el costo del daño ocasionado al ser humano y a su entorno de vida. Esta consideración se introdujo en el informe “Brundtland”,<sup>14</sup> bajo el principio: “el que contamina paga”.<sup>15</sup> Por medio del cual, se pretende obligar al productor de bienes y servicios a internalizar la externalidad, absorbiendo los costos no solamente de producción, sino también los ambientales. Este princi-

<sup>13</sup> Ayala (2000: 36).

<sup>14</sup> La Comisión Brundtland, fue una comisión de expertos reunida bajo la dirección de la primera ministra de Noruega Gro Harlem Brundtland. Su informe se encuentra en Comisión Mundial del Medio Ambiente y el Desarrollo (1987).

<sup>15</sup> Juste (1999: 82) señala que “El principio ‘quien contamina paga’ fue introducido ya por la OCDE en sucesivas recomendaciones adoptadas en 1972, en 1974 y en 1989. Más tarde, este principio ha sido evocado o adoptado en algunos convenios internacionales, tales como el Acuerdo de 1985 sobre conservación de la Naturaleza y los recursos naturales, el Convenio sobre los Alpes de 1991 o el Convenio sobre cursos de agua transfronterizos de 1992. El Convenio sobre cooperación, preparación y lucha contra la contaminación marina por hidrocarburos de 1990 lo toma en cuenta en su preámbulo ‘como principio general de derecho ambiental internacional’. Sin embargo, la aceptación generalizada del principio ‘quien contamina paga’ en las relaciones internacionales, suscita todavía fuertes reticencias por parte de algunos Estados. Ello explica la redacción duplicativa y timorata que se ha dado a este ‘criterio’ en el Principio 16 de la Declaración de Río sobre medio ambiente y desarrollo: Las autoridades nacionales deberían procurar fomentar la internalización de los costos ambientales y el uso de los instrumentos económicos, teniendo en cuenta el criterio de que el que contamina debería, en principio, cargar con los costos de la contaminación, teniendo debidamente en cuenta el interés público y sin distorsionar el comercio ni las inversiones internacionales”.

pio implica, tener la información necesaria en cantidad y calidad que permita establecer tanto la vinculación de la actividad productiva con el daño, así como el costo por no producir ese daño. Por tanto, de manera teórica y práctica, dicho principio no resulta de fácil aplicación dada la dificultad para establecer y demostrar científicamente la relación de causalidad, así como de la evaluación del daño ambiental. Amén del costo que implica la carga de la prueba.

### **3. Los permisos negociables**

#### *3.1 Los orígenes*

El pensamiento económico neoclásico imperante hacia principios del siglo XX, el cual incorporó el enfoque del análisis marginal, se adecuaba perfectamente a la investigación de precios y estructuras de mercado, que desde ese entonces giraba en torno a la política ambiental. Dentro de esta corriente de pensamiento, al economista británico Arthur Pigou se le atribuye: por una parte, la primera discusión en 1920 del uso de los instrumentos económicos en política ambiental, y por otra, ser el primero en introducir la idea de “externalidad óptima”.<sup>16</sup> Con respecto al uso de los instrumentos económicos, argumentó que para enfrentar una externalidad, como la contaminación, el remedio apropiado era imponer un impuesto unitario sobre las emisiones de las actividades contaminantes. La tasa impositiva que se estableciera debería ser igual al daño marginal social externo, emanado por la última unidad de contaminación, dada una asignación eficiente de los recursos. Las empresas al comparar este impuesto con sus emisiones, internalizarían sus externalidades. Asimismo, al reducir de manera simultánea sus propios costos, minimizarían los costos a la sociedad en su conjunto.<sup>17</sup>

Hacia finales de la segunda mitad del siglo pasado era posible apreciar la existencia de dos corrientes de pensamiento, con puntos de vista diferentes en relación al control de la contaminación, la primera de los economistas con una visión pigoviana, y la segunda corriente representada por los responsables de la política ambiental. De acuerdo a estos últimos, la manera correcta para controlar la contaminación era mediante una serie de regulaciones legales, mismas que se hacían depender de la localización de las actividades contaminantes para establecer la especificación del tope de emisión. Con tal objeto, la autoridad ambiental debería, en primera instancia, determinar la cantidad de contaminación permitida a cada emisor; segundo, monitorear las emisiones para establecer el cumplimiento de la

<sup>16</sup> Pigou (1920).

<sup>17</sup> A este tipo de impuesto se le conoce como pigoviano.

norma; y tercero, hacer uso de penalizaciones y otros medios coactivos para obligar a las fuentes a su cumplimiento en caso de no hacerlo. Por su parte, los economistas con una visión pigoviana señalaban que el régimen legal de “comando y control” era generalmente ineficiente. Dado que un control mayor sobre la contaminación podría ser obtenido con un menor costo, si los responsables de la administración ambiental cambiaran a los impuestos pigovianos. Sin embargo, esta argumentación ha sido cuestionada por Pearce y Turner, quienes sostienen:

La puesta en práctica del impuesto es costosa y está también abierta a la batalla legal si el impuesto está basado en una medida del valor económico del daño que no es aceptada por el contaminador. Como la industria suele gastar cantidades considerables en desafiar estándares y regulaciones generales, no está claro que ésta pueda ser una crítica real a la solución impositiva. Los costes administrativos que supone el establecimiento de un impuesto pueden alejarse muy poco de los que se requieren para asegurar que se cumplen los estándares. En ambos casos se requiere supervisión. El establecimiento de estándares implica la existencia de un sistema de penalización y que éste sea aplicable. Los impuestos requieren que se recauden las tasas [...]. En definitiva, está lejos de quedar claro que sea más barato administrar estándares que impuestos: esta cuestión sólo se podrá determinar a través del estudio de casos específicos.<sup>18</sup>

No obstante que esta crítica tiene sentido, no por eso se ven invalidados los impuestos pigovianos.

En 1960 Ronald Coase, publicó un artículo en el cual introdujo las ideas que darían lugar a un punto de vista diferente dentro de la misma corriente de pensamiento.<sup>19</sup> En éste señalaba que Pigou había usado un enfoque demasiado reducido, por tanto se hacía necesario modificarlo, involucrando los derechos de propiedad y al mismo tiempo redefinirlos. Coase hacía la siguiente consideración:

Si los factores de producción son concebidos como un derecho de propiedad, se facilita comprender que el derecho a hacer algo, el cual tiene un efecto dañino (tal como el ruido, el humo, etc.), es también un factor de la producción. El costo de ejercer un derecho, de usar un factor de producción, es siempre la pérdida que se sufre en alguna otra parte a consecuencia del ejercicio de ese derecho”.<sup>20</sup>

<sup>18</sup> Pearce y Turner (1995: 146-147).

<sup>19</sup> Coase (1960: 1-44).

<sup>20</sup> Tietenberg (S/F).

Por consiguiente, se infiere que contaminar es un derecho susceptible de negociación. Según este autor, bajo ciertos supuestos, la solución más eficaz para compensar los daños por contaminación es un proceso de negociación entre el contaminador y el contaminado. Pero el asunto sería quién debe compensar a quién, lo cual se hace depender del poseedor de los derechos de propiedad.

Asimismo, Coase argumentaba que para hacer esos derechos de propiedad explícitos y transferibles, el mercado debería tener un papel esencial no sólo para evaluar esos derechos, sino también para proporcionar un medio cuyo propósito fuera asegurar el mejor y máximo de los usos, permitiendo evaluar los derechos de propiedad en oposición al Estado, ya que este último no proporciona los medios para que éstos logren su valor máximo.

Con posterioridad el economista norteamericano Crocker, consideró el comercio de emisiones como una alternativa, proponiendo la idea de que el gobierno estableciera un límite sobre el agregado de emisiones y dejara al mercado determinar el precio por unidad de emisión, y a las empresas el grado de abatimiento de sus emisiones en sus instalaciones, en lugar de que el gobierno estableciera el precio por medio de un cargo por emisión.<sup>21</sup>

Cabe destacar que Dales en 1968, popularizó la idea de los permisos negociables.<sup>22</sup> A su vez Montgomery en 1972, llevó a cabo la demostración matemática de la propiedad del menor costo de los permisos de contaminación negociables.<sup>23</sup> Asimismo, en 1983 Plott realizó los primeros experimentos sobre mecanismos para el comercio de emisiones.<sup>24</sup> Como se puede apreciar, hasta aquí se ha realizado un breve recuento de las principales aportaciones hechas por los diversos teóricos en la conformación de este instrumento de gestión ambiental, lo cual permite apreciar su formalidad científica.

### *3.2 El concepto*

Hasta el momento sólo se ha hecho mención al entorno teórico que da sustento a los sistemas de permisos negociables o derechos de contaminación transferibles, resulta necesario presentarlos de manera explícita, para lo cual se toma como referencia la definición dada por la OCDE, los concibe como:

<sup>21</sup> Crocker (1966: 61-86).

<sup>22</sup> Dales (1968).

<sup>23</sup> Montgomery (1972: 395-418).

<sup>24</sup> Plott (1983).

cuotas medioambientales o autorizaciones asignadas sobre los niveles de contaminación o de uso del entorno que, una vez fijadas y atribuidas por la autoridad competente, pueden ser negociadas e intercambiadas por sus titulares respetando un marco predeterminado.<sup>25</sup>

De manera genérica, consisten en establecer por parte de la autoridad estatal responsable una cantidad máxima del recurso o servicio que se puede utilizar. Lo que presupone la determinación previa de una cierta calidad ambiental, definida en términos de un nivel aceptado de emisiones o de una norma de calidad del recurso, trátase de tierra, agua o aire. El nivel de calidad ambiental dispuesto se expresa en permisos de emisión o de uso, según el caso, y posteriormente se distribuyen entre los agentes del mercado en forma de cuotas que constituirán derechos de uso sobre el mencionado recurso o servicio. Las cuotas o derechos pueden ser adjudicados originariamente por la autoridad a través de algún procedimiento de distribución de manera equitativa; gratuita (*grandfathering*); contra el pago de una suma determinada, o bien ofrecidos en licitación pública.<sup>26</sup> De la misma forma, los agentes involucrados pueden, una vez obtenidos estos permisos, negociarlos entre ellos ya sea comprándolos o vendiéndolos. Expresado de este modo, un permiso de contaminación ambiental otorga el derecho al poseedor del mismo, la posibilidad de hacer uso de un determinado medio físico o región receptora; emitiendo o introduciendo elementos extraños en ella, hasta por una cantidad igual o menor al límite que la propiedad de los mismos le faculte, por arriba del cual la empresa emisora será sancionada.

### 3.3 Los fundamentos teóricos

Los derechos o permisos de emisión negociables fueron concebidos e implementados por teóricos de la corriente neoclásica de la economía, por tanto sus fundamentos analíticos utilizados son de enfoque marginalista. Y de la misma manera, encuentran sustento en los supuestos del modelo de elección racional.<sup>27</sup> Dichos supuestos afirman:

<sup>25</sup> OCDE (1991). Citado por Franco (1995).

<sup>26</sup> Asignación gratuita (*grandfathering*): exención permanente de medidas específicas de un acuerdo comercial a la entrada en vigor del mismo. De manera alternativa, en el marco de las normativas nacionales, es una medida de protección que consiste en respetar los derechos adquiridos por empresas establecidas con anterioridad a la entrada en vigor de un acuerdo restrictivo. véase portal Unión Europea.

<sup>27</sup> Ayala (2000: 117).

- 1) El comportamiento racional de los individuos, sin interferencias institucionales o de otro tipo, conducirá a elecciones de equilibrio eficientes y maximizadoras de beneficios.
- 2) Las elecciones maximizadoras de los individuos conducen a la maximización del bienestar social si, y sólo si, la asignación de recursos es eficiente en el sentido de Pareto, es decir, sin cambios en la distribución o asignación original de recursos y derechos.
- 3) El mecanismo de los precios transmite la información necesaria para que los individuos tomen elecciones racionales, sin necesidad de intervenciones exógenas de cualquier naturaleza, institucionales, políticas o regulatorias.

Dentro de este contexto de elección racional se plantea el problema, ¿cómo lograr un nivel de contaminación determinado al menor costo posible? El cual fue resuelto formalmente por Baumol y Oates en 1971,<sup>28</sup> mediante el desarrollo y demostración de su “Teorema de Minimización de Costes,” cuyo enunciado sostiene:

[...] para alcanzar cualquier vector dado de producciones finales, junto con el nivel de calidad ambiental especificado, la utilización de impuestos unitarios (o subsidios, donde corresponda) para inducir la variación necesaria en el esquema productivo determinado por el mercado, permitirá la obtención del vector de producción especificado, al mínimo costo para la sociedad.<sup>29</sup>

Cabe destacar que su demostración no se hizo precisamente en torno a los permisos de contaminación negociables, sino para un sistema de cargos. No obstante, también es aplicable a un sistema de permisos.

Montgomery aporta formalmente los argumentos para probar la existencia de un equilibrio del mercado de permisos, de acuerdo al criterio de costo-efectividad. Sin embargo, como el mismo autor señala: “la contribución más importante de este artículo es el desarrollo de un sistema descentralizado para lograr objetivos ambientales en un número de diferentes localidades”.<sup>30</sup>

<sup>28</sup> Baumol y Oates (1982), Baumol y Oates (1971).

<sup>29</sup> Baumol y Oates (1971: 169).

<sup>30</sup> Montgomery (1972: 396).

### 3.4 Los fundamentos analíticos

Una vez establecidos los fundamentos teóricos es importante incorporar el instrumental analítico y conceptual previo al análisis de costo-eficiencia, que posibilite determinar la producción de menor costo con un mínimo de daño ambiental. Se hace indispensable precisar qué relación mantiene la concentración de la contaminación con las emisiones de las fuentes, y qué variables intervienen en ella. De igual forma, es necesario establecer los criterios para que las emisiones de una empresa sean consideradas como “eficientes”.

#### 3.4.1 La función de concentración de la contaminación

La concentración de la contaminación  $A_j$ , en cualquier región receptora local o global  $j$ , está en función de las emisiones netas  $e_{ij}-x_{ij}$  de las diversas fuentes. Donde  $e_{ij}$  representa las emisiones de una determinada fuente  $i$  en la región  $j$ , durante un lapso determinado;  $x_{ij}$  son las reducciones en las emisiones que las empresas llevan a cabo durante el mismo lapso. Además, se agregan las emisiones que han persistido en el tiempo y en el espacio de contaminantes emitidos con anterioridad  $\zeta$ , ello puede ser considerado como un antecedente de contaminación en la zona o región, que bien pudiera no existir.

Por otra parte, la importancia relativa de cada fuente contaminante, con respecto a la contaminación total ocasionada en cualquier receptor local o global, es disímil. De manera que, un cambio de la contaminación en la región provocada por la modificación en las emisiones de una o más fuentes, es una variable que habrá de tomarse en consideración. Lo anterior se lleva a cabo por medio de un coeficiente de transferencia  $a_{ij}$ , que pondera las emisiones de cada una de las fuentes. Así, de llevarse a cabo un cambio en las emisiones de una de las fuentes en una cantidad  $\Delta e_{ij}$  se originará una variación en la contaminación  $\Delta A_j$  de la región receptora. Expresándose dicho coeficiente como  $a_{ij} = \Delta A_j / \Delta e_{ij}$  el cual, pondera las emisiones  $e_{ij}$ , que implica por ende  $a_{ij} e_{ij}$ . No obstante, la importancia de este coeficiente se puede compendiar con fines expositivos considerando que todas las fuentes tienen el mismo coeficiente de transferencia; y por tanto, la ponderación sería la misma, la cual puede ser igual a la unidad. Así,  $e_{ij}$  también representaría implícitamente las emisiones ponderadas;  $x_{ij}$  lo respectivo con las reducciones en las emisiones. Por consiguiente, la función de concentración de la contaminación en la región receptora  $j$  se expresa como:

$$A_j = f_j(e_1-x_1), (e_2-x_2), \dots, (e_i-x_i) + \zeta \quad (1)$$

Con la finalidad de hacer más sencilla la exposición, el establecimiento de la relación de causalidad en los problemas ambientales se puede suponer de comportamiento lineal; supuesto que bien puede no estar alejado de la realidad. Por lo tanto, la función (1) puede representarse de la siguiente manera:

$$A_j = \Sigma (e_{ij} - x_{ij}) + \zeta_{ij} \quad (2)$$

Esta expresión muestra un comportamiento lineal entre la concentración de la contaminación y las emisiones de las fuentes. Donde  $\zeta_{ij}$  significa la permanencia en el tiempo y en el espacio de los contaminantes emitidos con anterioridad y por otras fuentes;  $e_{ij}$  las emisiones de las empresas;  $x_{ij}$  las reducciones en las emisiones; y  $e_{ij}-x_{ij}$  las emisiones netas. Dicha función indica que la concentración de la contaminación depende de las emisiones de las diversas fuentes de contaminación existentes, más la contaminación acumulada con anterioridad al periodo de análisis.

#### 3.4.2 La cantidad “eficiente” de emisiones

La cantidad “eficiente” de emisiones está determinada por la igualdad de los costos que generan los daños marginales ocasionados a la sociedad por unidad de contaminación ambiental, con los costos marginales de reducción de emisiones contaminantes de la fuente, originados por los recursos dedicados a dicha reducción. La cantidad eficiente de emisiones se da cuando el costo marginal de reducción de la contaminación es igual al costo marginal del daño ocasionado; compensándose entre sí.

Cabe recordar que el concepto de daño marginal constituye el cambio en el daño ambiental o costo asociado ocasionado a la sociedad, cuando el contaminante cambia en una unidad. Es conveniente establecer algunas relaciones en torno a los costos o ahorros marginales de reducción por unidad de contaminación ambiental de la empresa; dado que éstos también pueden contemplarse como el daño marginal o costo marginal asociado por unidad de emisión.

Por tanto, el costo o ahorro marginal de reducción de las emisiones de la empresa  $CMR_i (e_{ij})$ , será igual al daño marginal sufrido por la sociedad debido al incremento en la concentración de la contaminación  $DMS(A_j)$ , daño que le representa un costo.<sup>31</sup> Del mismo modo, se puede establecer que los daños marginales sociales  $DMS(A_j)$ , son inversamente proporcionales al cambio que sufre el costo

<sup>31</sup> “El juicio de muchos economistas y quizá en mayor medida la de los agentes de control de la contaminación es que las funciones de daño son muy difíciles de estimar en la práctica” (Pearce y Turner, 1995: 134).

marginal de reducción  $CMR_i(e_{ij})$ , al variar las emisiones en las fuentes  $i$ . En consideración al principio de equimarginalidad la eficiencia debe aplicarse a todas las fuentes.<sup>32</sup> Por consiguiente, se puede sustentar lo siguiente:

$$CMR_i(e_{ij}) = -CMS_i(e_{ij}) \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (3)$$

#### 4. Un modelo sencillo de análisis de costo-eficiencia en un sistema de permisos

Concíbase un escenario donde la autoridad ambiental tiene que determinar el nivel eficiente de contaminación para la región. Para lo cual, dicha autoridad decide utilizar un sistema de permisos, consistente en otorgar a las empresas emisoras que afectan un determinado medio físico o región receptora, una cantidad fija de los mismos. Dicha cantidad constituye la oferta de permisos  $S^*$ , que será perfectamente inelástica ya que el número de permisos ofrecidos no se verá alterado ante cambios en los precios. Por tanto, la autoridad competente tendrá que expedir  $Q = S^*$  permisos ambientales para hacer uso de la región, distribuyéndolos entre las empresas que representen fuentes emisoras. La igualdad  $Q = S^*$  se debe a que se considera una relación de 1:1 entre la unidad de emisión y la unidad del permiso. Por ejemplo, un permiso por cada tonelada equivalente de  $CO_2$  que se emita a la atmósfera.

Adicionalmente, descártese la posibilidad de que el límite de contaminación establecido sea superior al nivel máximo de emisiones reales de las fuentes, ello traería como consecuencia que los permisos resultaran innecesarios, por lo tanto, carecerían de valor en el mercado y su precio sería cero.

Ahora bien, el problema para la autoridad ambiental consiste en establecer precisamente ese límite ( $S^*$ ) de emisiones totales en la región de control ambiental, que en el momento de su implantación tiene un nivel de concentración ( $A_j$ ) del contaminante de que se trate, con la condición de que dicho límite se ubique por abajo del nivel actual y al mismo tiempo sea conseguido por las empresas al menor costo posible.

<sup>32</sup> “El principio equimarginal, expresa que si tienen múltiples fuentes para generar determinado producto o para lograr determinada meta, y se desea minimizar el costo total de generar determinada cantidad de esa producción, se debe distribuir la producción de tal manera que se igualen los costos marginales de las fuentes de producción. Existe otra forma de expresar esto (...) si alguien tiene determinada cantidad de recursos y desea maximizar la cantidad total producida, debe distribuir la producción total entre las fuentes, de tal manera que iguale los costos marginales” (Field y Azqueta, 1996: 689).

Retomando la ecuación (2) se tiene:

$$A_j = \zeta + \sum (e_{ij} - x_{ij}) \quad (2)$$

Por otra parte, si los costos de reducción sólo dependen de la reducción de emisiones, la función del costo ( $C_{ij}$ ) quedaría representada como sigue:

$$C_{ij} = C_{ij}(x_{ij}) \quad (3)$$

Por lo tanto, el problema se plantea como:

$$\underset{(x)}{\text{Min}} \sum_i C_{ij}(X_{ij}) \quad (4)$$

$$\text{Sujeto a:} \quad \zeta + \sum (e_{ij} - X_{ij}) \leq S^* \quad (5)$$

$$\text{y} \quad X_{ij} \geq S^* \quad (6)$$

La función (4) nos indica que la sumatoria de los costos de reducción de las empresas debe ser mínima; la restricción (5) señala que la suma de las emisiones persistentes y de otras fuentes con la sumatoria de las emisiones netas de las fuentes de la región de control, no debe sobrepasar el límite establecido de emisiones, en tanto las reducciones de las emisiones de las fuentes de la región sean mayores o iguales al límite establecido en (6).

La solución a este problema de minimización de costos, dado un límite o restricción establecida, se puede obtener formulando el Lagrangiano ( $L$ ) respectivo que permitirá la solución óptima a través del empleo de las condiciones de Kuhn-Tucker.<sup>33</sup>

$$L = \sum (e_{ij} - X_{ij}) + \lambda [S^* - \zeta - (e_{ij} - X_{ij})] = 0 \quad (7)$$

Diferenciando con respecto a  $x_i$  se pueden obtener las condiciones de Kuhn-Tucker:

$$C'_i(X_{ij}) - \lambda \geq 0 \quad (8)$$

<sup>33</sup> Los criterios matemáticos utilizados están referidos en Koldstad (2000) y Hanley, Shogren y White (1997).

$$x_i ( C'_i (X_{ij}) - \lambda ) = 0 \quad i=1,2,\dots,n \quad (9)$$

$$\zeta + \Sigma (e_{ij}-X_{ij}) \leq S^* \quad (10)$$

$$\lambda[\zeta + \Sigma (e_{ij}-X_{ij}) - S^*] = 0 \quad (11)$$

$$X_{ij} \geq 0 \quad \lambda \geq 0 \quad i = 1,2,\dots,n \quad (12)$$

En economía, una de las interpretaciones que se hace de  $\lambda$  es considerar a ésta como un precio sombra o de eficiencia de la restricción de la contaminación.<sup>34</sup> Por otra parte, cuando los costos marginales de reducción  $C'_i (X_{ij})$  se igualan a este valor  $\lambda$  se establece una condición de eficiencia. Por consiguiente, para que un mercado de permisos logre el resultado anterior, se requiere que el nivel permitido de emisiones  $S^*$ , que representa también la oferta de permisos ambientales  $Q$  sea igual al precio sombra  $\lambda$ .

Consecuentemente, la oferta de permisos  $Q$  debe ser igual a la sumatoria de las emisiones netas de todas las empresas de la región; dados los supuestos anteriores, y admitiendo que cada empresa recibe una dotación inicial de  $e_i^0$  permisos. Se obtiene:

$$Q = \Sigma (e_{ij}-X_{ij}) = \Sigma e_i^0 \quad (13)$$

Ahora bien, suponga que se establece arbitrariamente un precio inicial  $P$ . En consecuencia, el problema a que se enfrenta la empresa es minimizar su función de costo de reducción de las emisiones  $C_i = C_i (X_{ij})$ , dada una dotación inicial de permisos y un precio dado de los mismos. Además, recuérdese que las emisiones netas de una empresa se obtienen restándole a las emisiones sin control las reducciones que la empresa haga sobre éstas. Por ende, las emisiones netas multiplicadas por su precio de mercado tendrán que ser menores o iguales al valor de mercado de la dotación inicial, si la empresa no desea incurrir en un costo adicional. Esto es:

$$P (e_{ij}-X_{ij}) \leq P e_i^0 \quad (14)$$

<sup>34</sup> “Los multiplicadores de Lagrange de las condiciones de eficiencia,  $\mu_1$  y  $\mu_2$ , son exactamente iguales que los precios  $p_1$  y  $p_2$  de las condiciones de la elección del consumidor. De hecho, en este tipo de problema los multiplicadores de Lagrange se llaman algunas veces precios sombra o precios de eficiencia” (Varian, 1996) y Nicholson (1997: 32).

Y el problema específico para la empresa es:

$$\underset{(x)}{\text{Min}} C_i(X_{ij}) + P (e_i - X_{ij} - e_i^0) \quad (15)$$

La solución a este problema, implica:

$$C'_i(X_{ij}) - P \geq 0 \quad (16)$$

$$X_{ij} (C'_i(X_{ij}) - P) = 0 \quad (17)$$

$$\text{Para todas las } X_{ij} \leq 0 \quad (18)$$

Ahora bien, si se comparan las ecuaciones (8), (9) y (12) con las (16), (17) y (18), respectivamente, se puede observar que la solución para un mercado competitivo resulta ser una réplica, si el precio  $P$  es igual al precio sombra  $\lambda$ .<sup>35</sup>

Por tanto, la solución al problema de minimización de costos, dado un límite o restricción establecida, se logra tanto desde la perspectiva de la empresa como de la autoridad ambiental. Cuando se hace coincidir  $C'_i(X_{ij})$ , que representa el costo o ahorro marginal de reducción de las emisiones de la empresa  $CMR(e_i)$ , con la negativa del daño marginal social  $-DMS(A_j)$ , ya que éstos mantienen una relación inversa, se establece la condición de eficiencia. Y con fundamento al referido principio de equimarginalidad, ésta debe darse para todas las fuentes. Por consiguiente:

$$CMR_i(e_i) = -DMS_i(e_i) = P = \lambda \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (20)$$

Si el precio de los permisos  $P$  se establece por arriba del costo marginal de reducción de la empresa, ésta venderá permisos y reducirá emisiones. En cambio, si el precio es menor al costo marginal de reducción en que incurre la empresa por no contaminar, ésta comprará permisos y consecuentemente incrementará sus emisiones, en virtud de implicarle un costo menor al que incurriría si las disminuyera. De esta forma, las empresas buscarán un precio en el que su nivel de emisiones corresponda con el número de permisos expedidos y sus costos totales. Cabe

<sup>35</sup> Otras interpretaciones económicas de los multiplicadores de Lagrange en torno a los precios sombra se puede consultar en Intriligator (1971: 38, 88 y 352).

suponer, que el precio de los permisos sólo depende del nivel de reducción de emisiones, haciendo caso omiso de las variaciones en los precios ocasionados por la especulación.

Es importante mencionar que el modelo aquí expuesto es uno de los más sencillos para representar de forma genérica la lógica de funcionamiento de un sistema de permisos negociables. No obstante, manteniendo el mismo razonamiento se han desarrollado modelos matemáticos más elaborados para los diversos prototipos de sistemas de permisos; tomando en consideración un mayor número de restricciones y variables.<sup>36</sup> Permitiendo demostrar con mayor grado de generalidad:

- 1) La existencia del equilibrio del mercado de permisos negociables, sin importar la oferta inicial de permisos.
- 2) Que el objetivo ambiental al menor costo se obtiene cuando hay equilibrio en el mercado de permisos, sin importar la forma de su distribución inicial.
- 3) Que el objetivo ambiental al menor costo se logra cuando el precio de los permisos en equilibrio es igual al daño marginal de la contaminación, e igual al costo marginal de reducción.

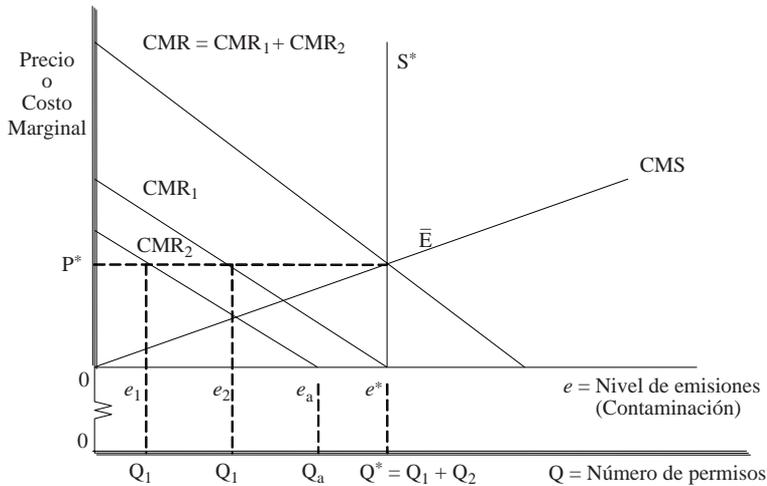
De lo expuesto anteriormente se desprende la factibilidad de utilizar un sistema de permisos transferibles, como instrumento de control de la contaminación ambiental, en virtud de ser la forma más viable para alcanzar el objetivo ambiental al menor costo posible, para cada una de las empresas de una región.

## **5. Análisis gráfico del equilibrio de mercado en un sistema de permisos**

La representación y análisis gráfico del funcionamiento y determinación del equilibrio en un mercado competitivo de permisos negociables, cuando se establece un límite de emisiones de algún contaminante dentro de una región ambiental, se puede llevar a cabo de forma simplificada bajo el supuesto que sólo dos empresas participan en dicho mercado, y cuyas actividades representan una fuente de emisiones contaminantes.

<sup>36</sup> Véase Montgomery (1972: 395-418) y Tietenberg (1984).

**Gráfica 1**  
**El equilibrios de mercado en un sistema de permisos negociables**



Haciendo nuevamente uso de la nomenclatura establecida para las distintas variables y conceptos del modelo anterior, se representa en el eje de abscisas tanto el nivel de emisiones  $e$  como el número de permisos  $Q$ . Cada uno de los permisos autoriza a su poseedor para emitir cierta cantidad de unidades del contaminante en cuestión, por ejemplo, una tonelada equivalente de bióxido de carbono ( $TECO_2$ ). Otra vez, en consideración a la simplicidad se asume que se necesita un permiso por cada unidad. Por tanto, en el eje de ordenadas se representan tanto el precio de los permisos como los costos marginales de reducción. Asimismo, la función de costo marginal de reducción o abatimiento de la contaminación ( $CMR$ ), que tiene cada una de las dos empresas, está representado por las funciones  $CMR_1$  y  $CMR_2$ .

El costo marginal social ( $CMS$ ) representa el costo del daño extraordinario ocasionado por contaminar a un tercero que no participa en la transacción económica, la sociedad. En otras palabras, es el costo marginal de la externalidad negativa, ocasionado por la actividad productiva de las empresas que le es trasladado a la sociedad; la externalidad puede establecerse en relación al daño ambiental ocasionado por un determinado nivel de producción. De la misma forma, la curva de oferta  $S^*$  es la cantidad fija de permisos expedidos por la autoridad competente ( $Q^*$ ), la cual es perfectamente inelástica.

El precio de equilibrio del mercado de los certificados  $P^*$  está determinado por la interacción de la oferta y la demanda. El precio que está dispuesta a pagar la empresa por un permiso adicional, tiene como límite superior el costo que le implica evitar la emisión del contaminante autorizado en el permiso. Así, cada empresa comparará el comportamiento de su  $CMR_i$  con el precio del permiso, para establecer cuántos permisos adquirir, si el precio de equilibrio de mercado resultante es superior a los costos de control de la contaminación ( $P^* > CMR_i$ ), la empresa individual instalará los equipos adecuados para reducir las emisiones hasta que el costo marginal de reducirlas sea igual al precio de los permisos, circunstancia representada para las empresas uno y dos en las emisiones  $e_1$  y  $e_2$  respectivamente. Es decir, el contaminador con menores costos de reducción se desprenderá de permisos porque le es más barato disminuir sus emisiones. En el caso de la empresa uno, le resulta más barato reducir sus emisiones de  $Oe_a$  a  $Oe_1$  que comprar permisos. Ahora bien, si el precio de los mismos es menor que sus costos de control ( $P^* < CMR_i$ ), comprará permisos y por tanto contaminará: situación que se representa para las emisiones menores a  $e_1$  y  $e_2$ . En consecuencia, la empresa demandante número uno adquirirá  $OQ_1$  permisos para emitir  $Oe_1$  emisiones de contaminante y reducirá sus vertidos de  $Oe_a$ —cuando no existe control alguno—, a  $Oe_1$  en presencia de un sistema de permisos negociables.

Se puede deducir que la curva  $CMR_i$  de la empresa es también su función de demanda de permisos, y así la suma de las curvas  $CMR_1$  y  $CMR_2$  representará la función de demanda agregada ( $\Sigma_i CMR_i$ ). Por lo tanto, el punto de equilibrio de mercado  $\bar{E}$  quedará determinado por la intersección tanto de la curva de oferta  $S^*$ , que representa la cantidad fija de permisos expedidos  $OQ$ , con la curva de demanda agregada  $\Sigma_i CMR_i$  y la curva de costo marginal externo  $CMS$ : situación que permite el establecimiento del precio óptimo de mercado  $P^*$ .

Por otra parte, si la autoridad responsable considera que es necesario mejorar los niveles de calidad ambiental, puede intervenir en el mercado emitiendo cantidades menores de permisos para el periodo siguiente de asignación, o bien retirando títulos del mercado vía su adquisición y cancelación respectiva. ello supone una disminución en la cantidad ofrecida en el mercado de permisos y un incremento en el precio de equilibrio. Lo anterior induce a las empresas hacia la necesidad de llevar a cabo una innovación tecnológica en sus procesos, lo cual ocasionará costos marginales de reducción mayores, dado el costo que implican dichas tecnologías, y por consiguiente, esto dará como resultado una contaminación menor ante el precio mayor del permiso. Por el contrario, si la autoridad considera que ha sido muy estricta, emitirá más permisos ampliando la oferta del mercado, y por tanto, permitirá a las empresas acceder a tecnologías más baratas

que implican costos marginales de reducción menores, por ende llevar a cabo una mayor contaminación ante el precio menor del permiso, que ocasiona un aumento en la demanda de éstos.

Así, la curva de oferta se desplazará de manera paralela tanto a la izquierda en caso de retirar permisos, como a la derecha en caso de aumentarlos. De la misma forma, se establecerán nuevos puntos de equilibrio del mercado y consecuentemente, un aumento o una disminución en el precio de éste y una menor o mayor contaminación, en los casos respectivos.

En resumen, gráficamente se muestra cómo el uso de un sistema de permisos negociables, minimiza los costos totales en que incurren las dos empresas implicadas para lograr el objetivo ambiental previamente fijado.

## **6. Los sistemas representativos de comercio de emisiones**

Los EUA han sido pioneros en el diseño y desarrollo de sistemas de comercio de emisiones, y son un referente obligado dado la experiencia en su implementación. En este país ha tenido lugar un incremento importante en la variedad de modalidades de comercio de emisiones durante los últimos treinta años, se han diseñado e implementado de diferente manera variando en términos de los contaminantes criterio; sectores involucrados como el de energía eléctrica, petróleo, manufacturero, pesca, etcétera, y en su ámbito de aplicación, pasando del local o regional al mundial.<sup>37</sup>

En 1975, los EUA a través de su Agencia de Protección Ambiental (EPA por sus siglas en inglés), implementó por primera vez un sistema de permisos de emisiones por medio del Programa de Comercio de Emisiones, como parte de la Ley de Aire Limpio (*Clean Air Act*). Este programa aplicó una modalidad del sistema de permisos, por medio de créditos de reducción de emisiones (*ERCs*, del inglés), que son todos aquellos créditos por emisiones inferiores al límite establecido, certificados por la Agencia de Protección Ambiental. Éstos se podían negociar de distintas formas, dando lugar a diversas modalidades, entre las que destacan:

- a) La Burbuja (*bubble*). Consiste en colocar sobre la planta de una empresa o área geográfica una “burbuja”, en sentido figurado, considerándola como una sola fuente de emisiones, aunque en ésta existieran varias de ellas. De esta forma:

<sup>37</sup> Se consideran contaminantes criterio al: monóxido de carbono, plomo, óxidos de nitrógeno, óxidos de sulfuro, partículas y compuestos orgánicos volátiles.

La Administración fija un límite a las emisiones en conjunto, de la planta o del área contenida en la “burbuja”, permitiendo a las empresas contaminadoras que libremente asignen la reducción de las emisiones entre las diversas fuentes existentes, o consiguiéndolas en cualquier punto de su proceso de producción, con la sola condición de que se respete el límite global establecido. Su aplicación únicamente se desarrolla con relación a las empresas y fuentes existentes, excluyendo a las fuentes de emisiones potenciales.<sup>38</sup>

- b) Emisiones Netas o Redes de Control (*netting*). Esta modalidad es dirigida a las fuentes existentes que van a ser modificadas y desean evitar la aplicación de normas más estrictas, si se les considerara como una nueva fuente y quedaran sujetas a estándares más estrictos.<sup>39</sup> Así, permite el incumplimiento de normas más estrictas a las fuentes modificadas, con la condición de que las emisiones netas totales de la planta no rebasen el nivel anterior a la modificación. Condición que se logra compensando cualquier incremento en emisiones de las nuevas fuentes, con reducciones respectivas en emisiones de las ya existentes.
- c) Depósito (*banking*). Este es un mecanismo por el cual las empresas pueden depositar la totalidad o parte de los créditos de reducción de emisiones *ERCs* no utilizados, en una cámara de compensación cuyo titular podrá usarlos con posterioridad o transferirlos a otras empresas. Haciendo uso de las modalidades anteriores se han desarrollado una variedad de sistemas de comercio de emisiones, que han venido a conformar tres tipos de programas básicos, *baseline and credit*, *offset* y *cap and trade*.<sup>40</sup>
- d) *Base line and credit*. Sistema en el cual las empresas cuyas emisiones esten por abajo del límite establecido, obtienen créditos de reducción de emisiones *ERCs* antes de que éstos puedan ser comercializados.<sup>41</sup> Este sistema es abierto porque permite a los participantes usar reducciones de emisiones de otras fuentes. De manera inicial, la entidad responsable establece un límite de emisiones para cada una de las empresas participantes, éste puede variar de acuerdo al nivel de producción. Posteriormente, ya sea a través de monitoreo o por cálculos de acuerdo a procedimientos específicos, se determina el nivel de emisiones reales durante el periodo. Así, al final del mismo todas aquellas empresas participantes cuyas emisiones sean inferiores a las establecidas, reciben certificados (permisos) de reducción de emisiones por una cantidad igual a la diferencia

<sup>38</sup> Crone y DeFina (1984: 75). Citado por Franco (1995: 143).

<sup>39</sup> Pearce y Turner (1995: 160).

<sup>40</sup> United States Environmental Protection Agency (2003).

<sup>41</sup> Conceptualmente cualquier acción de reducción de emisiones que pueda ser medida, documentada, y logre los criterios establecidos puede crear créditos de reducción de emisiones.

entre el límite permitido y la emisión real, misma que puede ser negociada libremente. En caso contrario, las empresas participantes deberán comprar certificados por medio de los mecanismos anteriormente descritos.<sup>42</sup>

- e) *El programa de Compensaciones (Offset)*. Consiste en autorizar nuevas fuentes de emisión, ya sea de plantas en operación o bien de nueva creación, en áreas conocidas como “sucias” donde no se cumplen los estándares de calidad ambiental. Autorización que se otorga, siempre y cuando la contaminación ocasionada sea compensada mediante reducciones en las emisiones de los focos contaminadores que ya venían emitiendo.<sup>43</sup> Bajo este esquema, aquellas empresas responsables de emisiones de las nuevas fuentes o expansión de las ya existentes tienen la obligación de comprar créditos en una cantidad igual a la reducción de emisiones logradas, que de manera voluntaria llevan a cabo las empresas establecidas. En efecto, a las fuentes existentes se les proporciona gratuitamente una dotación inicial de créditos equivalentes al límite establecido, a partir del cual se calculan las reducciones en las emisiones. Asimismo, para las nuevas fuentes y ampliaciones, este límite representa todas aquellas emisiones por abajo del cual no requieren compensar; sin embargo, si éste es excedido la compensación se hace a partir de cero y no por la diferencia con el límite.
- f) *Cap and Trade*. Sistema cerrado que se encuentra restringido a participantes específicos. De los tres programas éste es el más ampliamente conocido y desarrollado en la práctica; de igual forma, es el más utilizado como referente teórico. Este instrumento consiste en que el órgano regulador primero establece un límite total sobre las emisiones o cantidad máxima de emisiones (*emission cap*), que representa la cantidad total de contaminante que se les permite emitir en conjunto a los partícipes del programa durante un cierto periodo. Posteriormente, el órgano regulador crea las autorizaciones de emisión en forma de concesiones, mismas que son asignadas entre las fuentes involucradas, ya sea por subasta o por asignación gratuita, y el número total de concesiones debe ser igual al límite establecido, por lo que éste no se puede exceder. Una vez distribuidas las concesiones se pueden vender y comprar libremente. Las exigencias de control individuales no son definidas para las empresas, no obstante, éstas deben monitorear o calcular sus emisiones de acuerdo a procedimientos específicos e informar de manera adecuada y oportuna. Al término del periodo to-

<sup>42</sup> Un ejemplo en la utilización de estos sistemas se puede observar en el programa para la eliminación de las gasolinas con plomo establecido por la US EPA, que tuvo su inicio en 1982 y terminó en 1987.

<sup>43</sup> Franco (1995: 144).

dos los participantes deben entregar a la autoridad encargada, un monto equivalente de concesiones que cubra la cantidad total emitida durante dicho lapso; de manera tal, que se garantice no rebasar el límite total. Si una fuente no presenta las concesiones suficientes para cubrir sus emisiones excedentes, la autoridad administrativa ambiental le impone una sanción.

Las fuentes pueden diseñar su propia estrategia para lograr el objetivo ambiental al menor costo de producción, ya sea reduciendo emisiones o bien comprando o vendiendo concesiones. De esta forma, la empresa puede ajustar su estrategia de conformidad o en respuesta a cambios de tecnología o bien a las condiciones del mercado, sin requerir de la revisión y aprobación del órgano de gobierno, adaptando sus proyectos de conformidad a cada fuente.

## **7. La versatilidad de los permisos negociables**

Los permisos negociables se encuentran entre los instrumentos económicos de gestión ambiental conceptualmente más recientes; sin embargo, en la práctica se han desarrollado e implementado rápidamente dada la versatilidad en sus aplicaciones, como por ejemplo: descargas de contaminantes en ríos; control de la sobreexplotación pesquera de alguna especie en particular; asignación de agua entre los miembros de una cuenca hídrica; y control de emisiones contaminantes a la atmósfera en el ámbito local e internacional, como los óxidos nitrosos que provocan la lluvia ácida, el plomo en las gasolinas, el CO<sub>2</sub>, y otros gases de efecto invernadero.

Por lo que respecta a su ámbito de aplicación, los permisos de contaminación negociables han pasado de su aceptación local a la internacional; destacan un par de ejemplos en los que se han utilizado los sistemas de permisos: a) El Protocolo de Kyoto, con la aceptación de la mayoría de los países del orbe a excepción, paradójicamente, de los EUA. Tuvo como finalidad el control de las emisiones de los gases de efecto invernadero, a los que se les considera ser causa importante del calentamiento global de la Tierra. En su artículo 17 se establece el comercio de los derechos de emisión como un “Mecanismo de Flexibilidad”,<sup>44</sup> para dar cumplimiento a los compromisos ambientales establecidos en el mismo protocolo, como un mecanismo de reducción de costos y económicamente eficiente que permitiría a los países involucrados conseguir el objetivo ambiental establecido; y b) La Unión

<sup>44</sup> “Mecanismo de Flexibilidad”, denominación que surge como parte de los acuerdos tomados en la tercera Conferencia de las Partes sobre Cambio Climático, mejor conocido como Protocolo de Kyoto.

Europea, a través del Parlamento, emitió la directiva respectiva<sup>45</sup> para dar cumplimiento a los compromisos ambientales contraídos en el Protocolo de Kyoto, de ésta y sus Estados miembros, mediante un mercado europeo de derechos de emisión de gases de efecto invernadero,<sup>46</sup> que fuera eficaz y afectará al mínimo posible el desarrollo económico y el empleo. Se puede decir, sin lugar a duda, que una gran mayoría de los países del mundo han acogido los permisos negociables para el control de las emisiones de gases de efecto invernadero y de otro tipo, tomando en consideración su eficiencia y eficacia económica y ambiental.

## 8. La crítica

El sistema de permisos negociables ha estado sujeto a la crítica, tanto favorable como desfavorable, en torno a su eficacia y eficiencia para dirimir los conflictos de intereses que se presentan entre la economía y el medio ambiente.<sup>47</sup>

La crítica que se pronuncia principalmente a favor de un sistema de permisos lo hace en consideración a:

- 1) Su eficacia para lograr los objetivos ambientales fijados, siempre y cuando no se presenten conductas aberrantes o especulativas.
- 2) Su eficiencia económica, logrando los objetivos ambientales al menor costo.
- 3) Que satisface el principio *el que contamina paga*.
- 4) Que incentiva el uso de tecnologías más respetuosas con el ambiente, conocidas como tecnologías limpias.
- 5) Su flexibilidad en la intervención de la administración ambiental, aumentando o disminuyendo la oferta de permisos.
- 6) Su flexibilidad para llevar a cabo la producción, en el lugar y forma que permitan lograr el objetivo ambiental al menor costo.
- 7) Que no obstaculiza el crecimiento económico.

<sup>45</sup> En la Directiva 2003/87/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 13 de octubre de 2003, se establece un régimen para el comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero en la Comunidad y por la que se modifica la Directiva 96/61/CE del Consejo a fin de fomentar reducciones de las emisiones de estos gases de una forma eficaz en relación con el coste y económicamente eficiente.

<sup>46</sup> Las emisiones de gases de efecto invernadero producidas por la actividad humana están provocando un calentamiento global. Es probable que el cambio climático genere más episodios meteorológicos extremos (huracanes, inundaciones), con serias implicaciones para las infraestructuras, los bienes raíces, la salud y la naturaleza. Los gases considerados de efecto invernadero son: Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), Metano (CH<sub>4</sub>), Óxido Nitroso (N<sub>2</sub>O), Hidrofluorocarburos (HFC), Perfluorocarburos (PFC) y Hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>).

<sup>47</sup> Esta crítica toma como referencia la efectuada por Franco (1995: 140-142).

Asimismo, la crítica en desacuerdo con un sistema de permisos principalmente lo hace en consideración a:

- 1) Que éstos presuponen la privatización de los bienes ambientales con fines de lucro, independientemente de la forma de asignación inicial de los permisos, implicando juicios de valor en torno al medio ambiente.
- 2) Su dudosa aplicación cuando se trate de fuentes múltiples, móviles o pequeñas, que originan elevadísimos costos de control y de transacción; que hagan inviable su utilización.
- 3) La posibilidad de ocurrencia de conductas especulativas o prácticas monopólicas en los mercados, que provoquen efectos adversos o indeseables, tales como que el precio establecido sea diferente al óptimo, bajo criterios de restricción ambiental; o bien, que se formen barreras de entrada al mercado de permisos, con fines distintos a los ambientales.

## 9. La experiencia

La experiencia, de acuerdo a un estudio de la OCDE,<sup>48</sup> muestra que el comercio de emisiones en sus aplicaciones más exitosas ha sido capaz de proteger los recursos ambientales a un costo relativamente bajo. Asimismo, los permisos comerciales a menudo han sido usados en áreas en las cuales otros instrumentos no han dado resultado como estaba previsto. El caso RECLAIM es un ejemplo de ello.<sup>49</sup>

No obstante, los datos históricos muestran que no todo intento por establecer los sistemas de permisos negociables ha sido exitoso. Así, los primeros intentos por establecer un sistema de permisos negociables para el control de la contaminación del aire fallaron en Polonia, Alemania y en el Reino Unido. Asimismo, en términos generales los programas tendientes a controlar la contaminación del agua no han tenido mucho éxito.

El diseño y características de los programas, que involucran sistemas de permisos negociables, han evolucionado con la experiencia y el avance tecnológico, permitiendo satisfacer estándares más estrictos. Los estudios de caso parecen indicar que, aún cuando el diseño de alguno de ellos sea claramente imperfecto, han dado como resultado importantes utilidades provenientes del comercio de permisos.

<sup>48</sup> Tietenberg y Johnstone (2004).

<sup>49</sup> El Regional Clean Air Incentives Market (RECLAIM) es un programa de comercio de emisiones, desarrollado en 1994 para la cuenca aérea de Los Ángeles.

Los costos para dar cumplimiento a los objetivos ambientales establecidos se pueden reducir a través de un incremento en la flexibilidad, y si el programa está bien diseñado las utilidades pueden ser considerables. Aparentemente los costos administrativos por la introducción de los permisos negociables no son excesivos, y pudieran resultar considerablemente menores a otras formas de regulación.

Por lo que respecta a la eficiencia del mercado, los estudios de caso encontraron que los costos de transacción pueden ser bastante elevados y que éstos pueden afectar potencialmente las ganancias provenientes del comercio. Los casos de estudio también dan soporte a la efectividad ambiental de los sistemas de permisos negociables.

Los sistemas de permisos negociables han creado efectos en la conducta interna de las empresas en cuanto a la forma de tratar los problemas ambientales. Históricamente, en la mayoría de las empresas el riesgo ambiental no era tomado en consideración en las principales decisiones de producción, como por ejemplo el diseño del producto, selección de insumos, proceso de producción, etcétera; sólo se pensaba en cumplir con la regulación ambiental. En virtud de que los permisos negociables ponen tanto un precio como un límite al riesgo ambiental, se crean mercados para aquellos permisos que aportan un incentivo a los directivos financieros a involucrarse en la gestión del riesgo ambiental. Teóricamente, la importancia positiva de los permisos negociables respecto a su influencia en la innovación es muy fuerte, sin embargo, la evidencia empírica es todavía limitada.

Producto de la experiencia se ha podido confirmar la vigencia de muchos de los supuestos teóricos y resultados previsibles, lo que ha permitido desechar todo aquello que no confirma la realidad: llevándose a cabo un proceso de retroalimentación, el cual ha permitido la evolución y perfeccionamiento de los sistemas de permisos negociables.

## **Conclusiones**

El modelo neoliberal imperante en la economía occidental ha incidido en la lógica de intervención del Estado en la economía y en la sociedad. Ya no le es posible imponer normas más restrictivas y mayores sanciones sin ser increpado por ello; ahora se tiene que contener el deterioro ambiental regulando de manera indirecta, tomando en consideración el beneficio económico de aquellos que contaminan e interactuando con éstos para que los objetivos ambientales sean aceptados. Por tanto, el Estado ha tenido que utilizar como estrategias de convencimiento, instrumentos de protección ambiental afines con el pensamiento neoliberal de la eco-

nomía, como son los instrumentos de mercado. Estrategia que ha dado resultado, tratándose de los permisos negociables, porque éstos han sido aceptados con beneplácito y no resultan extraños a la concepción que se tiene del mercado; ni se ven como una imposición que restrinja la libertad.

Los permisos negociables, producto de un ejercicio intelectual escrupuloso de poco más de cuarenta y cinco años, resultan ser un instrumento idóneo para la filosofía actual de corte liberal. Perfectamente concebidos desde un punto de vista teórico y analítico, sustentados sobre premisas sólidas, han permitido demostrar que es posible alcanzar un objetivo ambiental al menor costo de producción. Se sitúan como uno de los mejores instrumentos de su tipo para la protección del ambiente, amén de su versatilidad.

Los permisos negociables aun cuando comparten gran parte de su acervo teórico y analítico con los impuestos pigovianos, presentan mayores ventajas sobre estos últimos, en virtud a que los impuestos son percibidos por la sociedad como una imposición equiparable a un instrumento de regulación directa, y asimismo, los ingresos producto del gravamen ambiental, en muchos casos son considerados únicamente como recursos fiscales que se ingresan a una caja única, sin consideración alguna al medio ambiente convirtiéndolos en instrumentos de regulación ambiental poco confiables.

Desde el punto de vista teórico, el análisis económico de costo-efectividad resulta relevante al permitir establecer la cantidad “eficiente” de contaminantes al menor costo, en el correspondiente equilibrio de mercado de un sistema de permisos. La representación gráfica de un sistema de permisos negociables resulta de utilidad para apreciar de forma sencilla, cómo se minimizan los costos totales en que incurre una empresa para lograr un objetivo ambiental.

El programa conocido como *Cap and Trade* es el más ampliamente difundido y desarrollado en la práctica, y de mayor uso como referente teórico. La aceptación de los permisos negociables por parte de la comunidad internacional les ha otorgado mayor certidumbre y credibilidad. Y como es de suponer, la decisión se debió haber tomado en muchos países y regiones económicas con base a modelos de simulación de costo-eficiencia, que los certificaron como una alternativa factible para alcanzar los objetivos ambientales internacionales. Lo que viene a confirmar la validez de los fundamentos teóricos y analíticos de este instrumento de regulación ambiental.

Los EUA han sido pioneros en el diseño y desarrollo de sistemas de comercio de emisiones, por lo tanto, son un referente obligado dado la experiencia que tienen en su implementación. Se puede decir, sin lugar a duda, que una gran mayoría de los países del mundo han acogido los permisos negociables para el

control de las emisiones, tanto de gases de efecto invernadero, como de otro tipo en consideración a su eficiencia y eficacia económica y ambiental.

En algunos aspectos la crítica ha sido confirmada por la experiencia, aunque con algunas excepciones. Así, la práctica ha mostrado que los permisos han sido capaces de proteger los recursos ambientales a un costo relativamente bajo; han dado como resultado importantes utilidades provenientes del comercio de permisos; los costos administrativos no son excesivos y pudieran resultar considerablemente menores a otras formas de regulación; los costos de transacción pueden ser bastante elevados y éstos pueden afectar potencialmente las ganancias provenientes del comercio; han creado efectos en la conducta interna de las empresas en cuanto a la forma de tratar los problemas ambientales; y no ha sido posible confirmar la importancia positiva de los permisos negociables respecto a su influencia en la innovación, dado lo limitado de su evidencia empírica.

### Referencias bibliográficas

- Ayala Espino, José (2000). *Mercado elección pública e instituciones. Una revisión de las teorías modernas del Estado*, México: UNAM, Facultad de Economía y Miguel Ángel Porrúa.
- Baumol, W. J. y W. E. Oates (1971). "The Use of Standards and Prices for Protection of the Environment 73" en *Swedish Journal of Economics*.
- (1982). *La teoría de la política económica del medio ambiente*, Barcelona: Antoni Bosch.
- Brañes, Raúl (2000). *Manual de derecho ambiental Mexicano*, México: FMEA/FCE.
- CEPAL/PNUMA (1997). *Instrumentos económicos para la gestión ambiental para América Latina y el Caribe*, México: PNUMA.
- Coase, R. (1960). "The Problem of Social Cost" en *The Journal of Law and Economics*, núm. 3, october.
- Comisión Mundial del Medio Ambiente y el Desarrollo (1987). *Our Common Future*, Londres: Oxford University Press.
- Crocker, T. (1966). "The Structuring of Atmospheric Pollution Control Systems" en H. Wolozing (ed.), *The Economics of Air Pollution*, New York: W.W. Norton.
- Crone, T y DeFina, R. H. (1984). "Limpieza del aire con la "mano invisible" en *Perspectivas Económicas*.
- Dales, J. H. (1968). *Pollution, Property & Prices: An Essay in Policymaking and Economics*, Toronto: University of Toronto Press.
- Dornbusch, Rudiger y Stanley Fischer (1986). *Economía*, México: McGraw-Hill.

- Field, Barry. C. y Diego Azqueta Oyarzun (1996). *Economía y medio ambiente*, Colombia: McGraw-Hill.
- Franco Sala, Luis (1995). *Política económica del medio ambiente. Análisis de la degradación de los recursos naturales*, Barcelona: Cedecs.
- Godard, Oliver (1994). "Introducing Environmental Taxes in Economies in Transition: Conditions and Obstacles" en *Taxation and the Environment in European Economies in Transition*, Paris: Center for Co-operation with the Economies in Transition, OCDE.
- Hanley, Nick y Jason F. Shogren y Ben White (1997). *Environmental Economics in Theory and Practice*, Inglaterra: Macmillan Press.
- Intriligator, Michael. D. (1971). *Mathematical Optimization and Economic Theory*, N. J.: Prentice-Hall.
- Juste Ruiz, José (1999). *Derecho internacional del medio ambiente*, España: McGraw-Hill/Interamericana.
- Koldstad, Charles D. (2000). *Economía ambiental*, México: Oxford University Press.
- Mercado García, Alonso (coord.) (1999). *Instrumentos económicos para un comportamiento empresarial favorable al ambiente en México*, México: FCE.
- Montgomery, W. D. (1972). "Markets in Licenses and Efficient Pollution Control Programs" en *Journal of Economic Theory* 5(3): 395-418.
- Nicholson, Walter (1997). *Teoría microeconómica. Principios básicos y aplicaciones*, España: McGraw-Hill.
- O'Connor, David (1999). *Instrumentos económicos para un comportamiento empresarial favorable al ambiente en México. La aplicación de instrumentos económicos en países en vías de desarrollo: de la teoría a la implementación*, México: Colegio de México/ FCE.
- OCDE (1991). *Politique de l'environnement. Comment appliquer les instruments économiques*, Paris.
- Pearce, David. W y R. Kerry Turner (1995). *Economía de los recursos naturales y del medio ambiente*, España: Colegio de Economistas de Madrid-Celeste ediciones.
- Pigou, Arthur C. (1920). *The Economics of Welfare*, Londres: Macmillan.
- Plott, C. R. (1983). "Externalities and Corrective Policies in Experimental Markets" en *Economic Journal*, (93:106-127.)
- Sierra, Enrique (1997). "Política económica, planificación y administración pública", *Documento ILPES TP22*, Chile.
- Stavins, Robert (2003). *Market-based Environmental Policies: what can we learn from U.S. experience (and related research)?* California: John F. Kennedy School of Government, Harvard University and Resources for the Future.

- Tietenberg, Tom (1984). *Marketable Emission Permits and Principle and Practice*, DP123, Washington D. C.: Resources for the Future.
- (S/F). *The Evolution of Emissions Trading: Theoretical Foundations and Design Consideration* (<http://www.colby.edu/personal/thtieten>).
- y Nick Johnstone (2004). “Ex Post Evaluation of Tradeable Permits”: Methodological issues and literature review en *Tradeable Permits: Policy Evaluation, Design and Reform*, París: OECD.
- United States Environmental Protection Agency (2003). *Tools of the Trade: A Guide to Designing and Operating a Cap and Trade Programme for Pollution Control*, EPA430-B-03-002, EUA.
- Urquidi, Victor. L. (1999). “Instrumentos económicos para la política ambiental: Estructura industrial y comportamiento empresarial en los países en vías de desarrollo, con referencia a México” en Alonso Mercado García (coord.), *Instrumentos económicos para un comportamiento empresarial favorable al ambiente en México*, México: FCE.
- Varian, Hal. R. (1996). *Microeconomía intermedia: un enfoque actual*, España: Antoni Bosh.

**Fuentes electrónicas:**

- Portal Unión Europea ([http://europa.eu.int/comm/trade/gentools/glo2cont\\_en.htm](http://europa.eu.int/comm/trade/gentools/glo2cont_en.htm)).
- Portal Tietenberg, Tom (<http://www.colby.edu/personal/thtieten>).