



Interciencia
Asociación Interciencia
interciencia@ivic.ve
ISSN (Versión impresa): 0378-1844
VENEZUELA

2005

Rosa E. Reyes Gil / Luis E. Galván Rico / Mauricio Aguiar Serra
EL PRECIO DE LA CONTAMINACIÓN COMO HERRAMIENTA ECONÓMICA E
INSTRUMENTO DE POLÍTICA AMBIENTAL
Interciencia, julio, año/vol. 30, número 007
Asociación Interciencia
Caracas, Venezuela
pp. 436-441

Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal

Universidad Autónoma del Estado de México

re²alyc
LA BIBLIOTECA CIENTÍFICA EN LÍNEA
<http://redalyc.uaemex.mx>

EL PRECIO DE LA CONTAMINACIÓN COMO HERRAMIENTA

ECONÓMICA E INSTRUMENTO DE POLÍTICA AMBIENTAL

Rosa E. Reyes Gil, Luis E. Galván Rico y Mauricio Aguiar Serra

RESUMEN

Los problemas ambientales globales tales como los generados por la contaminación pueden ser considerados como variables económicas y por tanto deben ser analizados en términos económicos. La contaminación se conceptualiza económicamente como una externalidad negativa generada por los procesos de producción y de consumo. El presente trabajo tiene como objetivos: a) conceptualizar económicamente la contaminación, b) determinar su nivel óptimo, tanto para los diferentes agentes económicos implicados como para la sociedad en su conjunto, y c) presentar varios métodos para alcanzar este nivel. La contaminación implica un costo, siempre que el agente económico que la sufre no sea compensado por el agente que la genera. En este sentido, el nivel socialmente óptimo de contaminación

está determinado por la intersección de las curvas del costo marginal del agente que sufre la contaminación y el beneficio marginal del agente económico que la genera. El nivel óptimo de contaminación puede ser estimado por varios métodos, tales como: el método impositivo descrito por Pigou y la libre negociación entre las partes descrito por Coase. Otras políticas ambientales utilizadas para alcanzar el nivel óptimo de contaminación son: a) la fijación de estándares ambientales, estableciendo la cantidad máxima de contaminación que se permite al agente contaminante; b) la fijación de subsidios para reducir la contaminación, estimulando al agente contaminante para que invierta en tecnologías limpias; y c) la emisión de permisos de contaminación, entre otros.

Introducción

La economía puede definirse como la ciencia de la escasez, esto es, de la eficiente asignación de recursos (Robinson y Eatwell, 1976). En este sentido, personas, empresas y sociedad toman decisiones económicas respecto a qué bienes y servicios producir, cómo consumirlos y distribuirlos. Cómo producir y utilizar cualquier bien (producto o servicio) requiere de recursos

y tiene impacto en el medio ambiente, las decisiones económicas influyen en la utilización de esos recursos y en la calidad del entorno (Field, 1995). El problema básico es como se pueden utilizar los bienes ambientales en el sistema económico imperante, para producir bienes económicos que satisfagan necesidades humanas y se busque a la vez sustentar, más que degradar, los bienes finitos de la Tierra, que son los que mantie-

nen toda actividad económica (Miller, 1994).

Si se considera que el medio ambiente es el proveedor de la materia prima, no es de extrañar que deba ser incluido como un elemento muy importante en las teorías económicas actuales. En este sentido, en los últimos años se ha definido el concepto de Economía Ambiental como la inclusión del elemento ambiental en la teoría económica tradicional (Pigou, 1920; Coase,

1960; Pearce, 1976, 1993; Pearce y Turner, 1995; Azqueta, 2002). La literatura relacionada con esta área de la economía bajo el enfoque neoclásico es sumamente extensa y trata de dar respuestas a la valoración de los bienes ambientales y a la contaminación, entre otros interesantes temas relacionados con la conservación de los recursos naturales (Azqueta, 1995; Azqueta y Pérez, 1996; Galván y Reyes, 1999; Reyes y Galván,

PALABRAS CLAVE / Contaminación / Economía Ambiental / Externalidad / Nivel Óptimo de Contaminación / Política Ambiental /

Recibido: 03/09/2004. Aceptado: 01/06/2005.

Rosa E. Reyes Gil. Doctora en Ciencias Biológicas, Universidad Simón Bolívar (USB), Venezuela. Profesor, USB. Dirección: Departamento de Biología de Organismos, USB.

Apartado Postal 89000, Caracas, Venezuela. e-mail: rereyes@usb.ve
Luis E. Galván Rico. Economista y Magíster en Gerencia Empresarial,

Universidad JM Vargas, Venezuela. Doctorando en Desarrollo Económico, Universidade Federal do Paraná, Brasil. Profesor, USB, Venezuela. e-mail: galrico@cantv.net

Mauricio Aguiar Serra. Doctor en Economía, Universidade Federal do Paraná, Brasil. Profesor, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Brasil. e-mail: serra@ufpr.br

SUMMARY

Global environmental problems such as those generated by pollution can be considered as an economic issue and, thus, they must be addressed in economical terms. From the point of view of economics, pollution is considered a negative externality generated as a consequence of production and consumption processes. The purpose of this work is a) to conceptualize pollution from an economic standpoint, b) to determine its optimal level for both the different economic agents involved as for society at large, and c) to present some methods in order to achieve such a level. Pollution implies costs, whenever the economic agent undergoing it is compensated by the agent who generates it. The socially optimal

level of pollution is determined by the intersection of the curves of marginal costs for the agent who undergoes the pollution and marginal benefits for the economic agent who generates it. The optimal level of pollution can be estimated by several methods, such as the tax method described by Pigou and through free negotiation between parts, as described by Coase. Other environmental policies used to reach the optimal pollution level are: a) the fixation of environmental standards, establishing a maximal amount of polluting agent; b) the establishment of subsidies to reduce pollution, stimulating the polluting agent to invest in clean technologies; and c) the emission of contamination permissions.

RESUMO

Os problemas ambientais globais tais como os gerados pela contaminação podem ser considerados como variáveis econômicas e portanto devem ser analisados em termos econômicos. A contaminação se conceitualiza economicamente como uma externalidade negativa gerada pelos processos de produção e de consumo. O presente trabalho tem como objetivos: a) conceitualizar economicamente a contaminação, b) determinar seu nível ótimo, tanto para os diferentes agentes econômicos implicados como para a sociedade em seu conjunto, e c) apresentar vários métodos para alcançar este nível. A contaminação implica um custo, sempre que o agente econômico prejudicado não seja compensado pelo agente gerador. Neste sentido, o nível socialmente ótimo de contaminação está de-

terminado pela intersecção das curvas do custo marginal do agente que sofre a contaminação e o benefício marginal do agente econômico que a gera. O nível ótimo de contaminação pode ser estimado por vários métodos, tais como: o método impositivo descrito por Pigou e a livre negociação entre as partes descrita por Coase. Outras políticas ambientais utilizadas para alcançar o nível ótimo de contaminação são: a) a fixação de padrões ambientais, estabelecendo a quantidade máxima de contaminação que se permite ao agente contaminante; b) a fixação de subsídios para reduzir a contaminação, estimulando ao agente contaminante para que invista em tecnologias limpas; e c) a emissão de permissões de contaminação, entre outros.

1999; Hinestrosa y Guerra, 2000).

En contraste, más recientemente, se ha establecido una nueva posición que considera los sistemas económicos como subsistemas ecosféricos creados por el hombre, totalmente dependientes de los recursos naturales del sol y de la tierra. A esta corriente se le ha denominado Economía Ecológica (Daly, 1975, 1995, 1997a, b) y constituye un movimiento que trata de hacer una revisión de la teoría económica actual desde el punto de vista ambiental, generando un nuevo orden económico (Romeiro, 1999; Amazonas y Nobre, 2002; May *et al.*, 2003).

En el marco del sistema económico imperante en el planeta, el punto de partida de los análisis ambientales consiste en aceptar que la actividad económica, sin la cual los seres humanos tendríamos dificultades para subsistir, no puede desarrollarse sin producir cambios en el ambiente y que estos cambios son usualmente dañinos, en mayor o menor medida, para el ambiente (Romero, 1993). Por tanto, la pregunta clave de la economía ambiental no es si se

debe contaminar o no, sino cuánto se debe contaminar, pues la dicotomía existente entre contaminar o no, en la mayoría de los casos, equivale al dilema de desarrollar o no las actividades económicas. La cuestión clave de la economía ambiental, planteada en los términos expuestos, parece conducir a un problema político o social, más que a un problema de tipo económico. Sin embargo, en las últimas décadas, los profesionales de la economía han desarrollado conceptos y criterios para evaluar tal tipo de decisión política (Romero, 1993, 1997).

Este trabajo pretende conceptualizar económicamente la contaminación. En este sentido, el concepto de externalidad, introducido en la literatura económica por Marshall (1890) en un sentido positivo y por Pigou (1920) en sus aspectos negativos, constituiría la clave de la discusión. Una vez conceptualizada la contaminación como una externalidad negativa, se determinará analíticamente su nivel óptimo, tanto para los diferentes agentes económicos implicados como para la sociedad en su conjunto. Una vez esta-

blecido el nivel socialmente óptimo de contaminación se expondrán algunas ideas y métodos para poder alcanzar dicho óptimo. Para tal fin se presentarán tanto las ideas intervencionistas de Pigou, vía aplicación de un impuesto a los agentes que contaminen, como las ideas de Coase (1960), basadas en la negociación. Por último, se discutirán las políticas ambientales más utilizadas para alcanzar el nivel óptimo de contaminación, entre las que se encuentran la elaboración e imposición de estándares, los subsidios para reducir la contaminación y la emisión de permisos de contaminación, entre otros.

Antecedentes de la Contaminación Industrial

Los problemas de la contaminación surgieron con la revolución industrial, a mediados del siglo XVIII, tras el invento de la máquina de vapor. Es imposible asegurar que en siglos anteriores no existiera contaminación pero, de hecho, para la época de Luis XIV las calles de París ya estaban sucias (Bifani, 1997). Sin embargo, con la explosión urbana e in-

dustrial del siglo XIX se produce un aumento de daños sobre el ambiente. Los graves problemas de contaminación comenzaron cuando las emisiones y descargas de los procesos industriales sobrepasaron la capacidad de autopurificación de cuerpos receptores (agua, aire y suelo), generando problemas de salud en los seres humanos y alteración en los ecosistemas (Hunt y Johnson, 1998).

La industrialización en el mundo no ha sido equitativa; los países que actualmente se conocen como desarrollados comenzaron este proceso mucho antes que los subdesarrollados. La revolución industrial se inicia en Europa, especialmente en Inglaterra. La apertura de fábricas trajo consigo la oportunidad de empleos, produciéndose una alta migración de la población de zonas rurales a urbanas, para convertirse en poblaciones obreras. Ciudades como Manchester, Londres y Munich, crecieron desproporcionadamente en muy poco tiempo. Las condiciones no estaban dadas para este crecimiento poblacional y pronto se comenzaron a detectar problemas de salubridad y contami-

nación del agua. A medida que se hacía mayor el problema se iban proponiendo soluciones; en un principio se implantaron sistemas de alcantarillado, luego se incluyó el tratamiento biológico (lodos activados) y, finalmente, la desinfección por medio de cloro para potabilizar el agua (tratamiento terciario). En cuanto a la contaminación atmosférica y del suelo el problema no era menor, debido a la combustión de carbón, la cual comenzaba a provocar problemas en la salud de los habitantes de las ciudades (Hunt y Johnson, 1998).

Para finales del siglo XIX, en otros países industrializados como Alemania, Canadá, Francia, Holanda y EEUU, entre otros, se empezó a apreciar que los cuerpos receptores de las descargas y emisiones perdían su capacidad de autopurificación por saturación, rompiéndose el equilibrio dinámico, con lo cual los seres humanos, la flora y la fauna comenzaron a sufrir los efectos del deterioro ambiental. Es entonces cuando surgieron las primeras agencias de protección ambiental, cuya función principal fue emitir leyes, reglamentos y normas para controlar y/o mitigar el impacto ambiental (Coronado y Oropeza, 1998).

Las industrias respondieron a la presión legal, optando por alternativas de minimización de desechos al final de los procesos de producción (*end of pipe solutions*), como colectores de polvo, filtros y otros métodos. Sin embargo, estos equipos eran, y son todavía, muy costosos, lo que hacía necesario elevar el precio de venta del producto para no tener pérdidas (Kiely, 1999). Los países subdesarrollados, para mediados del siglo XX, no tenían una legislación ambiental, de modo que no empleaban ningún tipo de proceso mitigante que elevara el costo de los productos, provocándose una competencia desigual con los países desarrollados cuyos mercados no tenían acceso a estos productos más económicos. Por esta razón los industriales de los países desarrollados se vieron en la necesidad de buscar otra solución,

y la encontraron en estrategias de optimización de los procesos y mejora del ciclo de vida del producto, lo que desde el inicio del proceso de fabricación evita la generación de desechos y contaminantes y conlleva un ahorro energético que a mediano y largo plazo genera mayores beneficios económicos (Kiely, 1999; Villegas *et al.*, 2004).

La industrialización en estos países comenzó a finales del s. XIX e inicios del XX, trayendo las mismas consecuencias que en los países desarrollados; sin embargo las medidas legislativas apenas han sido adoptadas en los últimos años. Los industriales optaron por la misma medida inicial de los países desarrollados, instalar equipos al final de los procesos, para evitar modificaciones en los mismos; sin embargo, estos equipos son importados, elevando el precio de venta de los productos. Actualmente, las industrias de estos países se están viendo forzadas a adoptar las medidas de prevención de contaminación desde el inicio del proceso de fabricación (Reyes *et al.*, 2002; Guédez *et al.*, 2003).

La prevención de la contaminación es una estrategia de fuerza mayor por muchas razones. Si no se genera contaminación, entonces no existen contaminantes que administrar. De esta forma se evitan problemas futuros tales como aquellos que se presentan cuando se descubre que una de las mayores fuentes de contaminación ambiental son los métodos de disposición o eliminación de desechos al final del proceso. El prevenir la contaminación antes de que se presente también evita situaciones que podrían poner en peligro no solo a los miembros de la comunidad, sino a los trabajadores involucrados en la gestión de la contaminación (Nebel y Wright, 1999; Glynn y Heinke, 1999).

Uno de los mayores beneficios de la prevención de la contaminación es que constituye una solución en lo económico. Cuando los desechos se reducen o eliminan, el ahorro en costos de materiales da como resultado un incremento en la productividad. El examen cuidadoso del

proceso de manufactura, necesario para planificar un método exitoso de prevención de la contaminación, puede producir una gran variedad de beneficios colaterales así como mejoras significativas en materia de conservación de agua y energía y una mejor calidad del producto (Field, 1995). La prevención de la contaminación puede también conducir a grandes ahorros por reglamentos y por contratos, los cuales se reducen a medida que se produce menos contaminación. Con frecuencia, el ahorro más importante se deriva de la reducción de responsabilidades legales en el futuro por causa de la contaminación.

La Contaminación como Externalidad

La contaminación puede ser definida de diferentes modos, dependiendo de la disciplina que la trate. El ecólogo Odum (1986) definió la contaminación como un cambio perjudicial en las características físicas, químicas o biológicas del aire, el suelo y el agua, que puede afectar nocivamente la vida humana y la biodiversidad, los procesos industriales, las condiciones vitales del hombre y su acervo cultural, además de generar el deterioro y agotamiento de los recursos de la naturaleza. Desde el punto de vista de la física, y en función de las leyes de la termodinámica, la contaminación se define como entropía o energía no aprovechable generada en cualquier proceso. Desde este punto de vista, la contaminación viene a ser un fenómeno casi ineludible, por lo que se busca optimizar los procesos de transformación de energía, para que el trabajo útil sea mayor y la energía disipada mínima. (Coronado y Oropeza, 1998). Como contaminación se entiende, entonces, cualquier cambio o alteración que se genere sobre el ambiente físico o biológico, siendo particularmente grave cuando excede la capacidad de recuperación de los ecosistemas.

La definición económica de la contaminación, por su parte, depende tanto del efecto físico de los residuos sobre el medio ambiente como de la reacción humana frente a ese efecto físi-

co. El efecto físico puede ser biológico (por ejemplo, cambio de especies o perjuicios a la salud), químico (por ejemplo, el efecto de la lluvia ácida sobre las superficies de los edificios) o auditivo (como el ruido). La reacción humana muestra una expresión de disgusto, desagrado, desesperación, preocupación, ansiedad, etc., que han sido definidas en conjunto por varios autores como 'pérdida de bienestar' (Pearce, 1976, 1993; Azqueta, 1995, 2002; Pearce y Turner, 1995; Azqueta y Pérez, 1996).

Para tratar el significado económico de la contaminación se presenta el siguiente ejemplo. Una industria en una cabecera de cuenca vierte residuos en el río provocando la falta de oxígeno en el agua. La reducción del oxígeno produce una pérdida de peces en el río, lo que genera pérdidas financieras a los pescadores río abajo. Si los pescadores no se ven compensados por su pérdida de bienestar, la industria río arriba continuará sus actividades como si el daño producido corriente abajo no tuviera nada que ver con ellos. De ella se dice que genera un costo externo. Un costo externo también se conoce como una externalidad negativa o una deseconomía externa. Si se considera una situación en la que un agente económico genere un nivel positivo de bienestar para un tercero, tendríamos un caso de un beneficio externo, externalidad positiva o economía externa (Pearce y Turner, 1995; Azqueta, 2000).

Un costo externo o externalidad negativa existe cuando se dan las dos condiciones siguientes: 1) Una actividad de un agente económico provoca una pérdida de bienestar a otro agente, y 2) la pérdida de bienestar no está compensada. Esto es, las externalidades aparecen cuando el comportamiento de un agente cualquiera (consumidor o empresa), afecta el bienestar de otro (su función de producción, o su función de producción de utilidad), sin que este último haya elegido esta modificación, y sin que exista un precio o una contraprestación monetaria, que lo compense

(Azqueta, 2002). Si la pérdida de bienestar se acompaña de una compensación por parte del agente que causa la externalidad, se dice que el efecto se 'internaliza' (Pearce y Turner, 1995).

El concepto de externalidad tiene una larga tradición en economía. La primera aproximación a este concepto se debe a Marshall, quien en 1890, en su clásico *Principles of Economics*, introdujo la idea de las economías externas o externalidades positivas que conllevó el desarrollo industrial. Tres décadas después, su sucesor en la cátedra de economía de Cambridge, Pigou (1920), indicó que el concepto de externalidad es una moneda con dos caras. Una de las caras son las economías externas o efectos positivos en el sentido de Marshall, la otra cara son las deseconomías externas o externalidades negativas.

La existencia de externalidades tiene un gran interés para el análisis económico aplicado. A este nivel, el concepto de efecto externo es asimismo muy importante. Así, puede decirse que la contaminación o daño que genera la actividad económica al ambiente no es otra cosa, desde un punto de vista económico, que una externalidad negativa. Es decir, todo proceso de contaminación es una externalidad, aunque obviamente el enunciado opuesto no es cierto. En otras palabras, la contaminación se conceptualiza económicamente como una externalidad negativa generada por determinados procesos de producción en otros procesos (Romero, 1993, 1997).

Nivel Óptimo de Contaminación

A continuación se exponen los fundamentos del marco analítico utilizado en economía ambiental para determinar el nivel óptimo de contaminación producida por un agente generador de contaminación sobre otro agente que sufre la contaminación o externalidad. Para facilitar la exposición, se parte de la premisa que el agente contaminante comercializa los productos derivados de su actividad económica en mercados competitivos.

El análisis macroeconómico tradicional muestra que la empresa contaminante producirá hasta que su beneficio marginal sea cero; es decir, hasta que el precio o valor marginal del producto iguale al costo marginal. En la Figura 1, la curva BMP representa la curva de beneficios marginales privados. Por tanto, el punto $X_{máx}$ de dicha figura representa el nivel de producción óptimo, que en lo sucesivo se denominará óptimo privado.

Al analizar el problema desde la óptica del agente que sufre la contaminación, puede observarse que conforme el agente que contamina va incrementando su producción, el agente económico que la sufre experimenta un costo marginal externo CME creciente.

El punto $X_{máx}$ representa el óptimo privado para el agente contaminante, mientras que el origen de coordenadas, o punto de nula actividad económica, representa el óptimo para el agente que sufre la contaminación. Cabe preguntarse cuál es el nivel de producción para el cual el beneficio social, o beneficio conjunto, es máximo. Aplicando el principio neoclásico de la equimarginalidad, o principio de Jevons, el óptimo social se producirá cuando el beneficio marginal de la empresa que contamina coincida con el costo marginal externo de la empresa que sufre la contaminación. Es decir, el óptimo social corresponde al nivel de actividad económica X^* .

Romero (1993, 1997) propone algunas interpretaciones interesantes a la Figura 1, una vez determinado el equilibrio social. Así, para la solución competitiva de producir $X_{máx}$ unidades, el beneficio social viene dado por el área I, es decir, por la diferencia entre las áreas encerradas por la curva BMP de beneficios marginales privados y la curva CME de costos marginales externos. Por otra parte, el área OGX^* , encerrada por la curva de costos marginales externos desde el nivel de producción cero hasta el nivel de producción socialmente óptimo (X^*), representa el nivel óptimo, para la sociedad en su conjunto, de la externalidad generada por

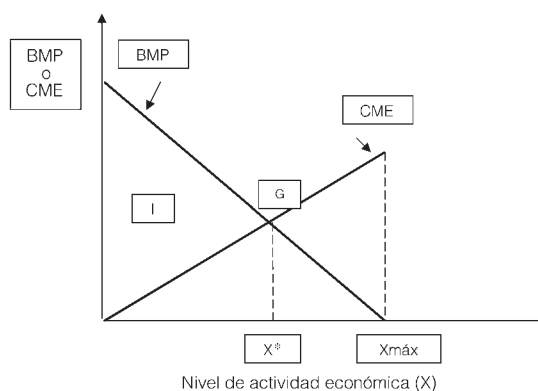


Figura 1. Determinación de la externalidad óptima o "contaminación óptima". Modificado de Romero (1993, 1997).

BMP: Beneficio marginal privado, CME: costo marginal externo, X^* : nivel óptimo de contaminación, $X_{máx}$: beneficio total máximo.

la empresa contaminante. Una vez determinado que la externalidad óptima no es cero, sino la que corresponde al nivel de actividad económica X^* para el que el beneficio marginal privado iguala al costo marginal externo, la tarea siguiente consistirá en estudiar una serie de métodos que permitan alcanzar el comentado punto óptimo.

Métodos Intervencionistas: El Enfoque de Pigou

Una vez determinado el nivel socialmente óptimo de contaminación, el paso siguiente del análisis consistirá en presentar métodos que permitan alcanzar dicho óptimo. Resulta obvio que si no se realiza ningún tipo de intervención o de negociación entre las partes, el agente contaminante elevará su nivel de producción hasta el punto $X_{máx}$ en que su beneficio marginal se hace cero. El problema consiste en conseguir que el agente contaminante reduzca su actividad productiva del óptimo privado $X_{máx}$ al óptimo social X^* .

Cronológicamente, el primer método propuesto en este sentido es de tipo intervencionista, consistente en gravar con un impuesto la actividad productiva del agente contaminante. Este tipo de método intervencionista aparece de una manera explícita y extensa en la literatura ambiental contemporánea, dentro de la idea general de que quien contamina paga (el *Polluter Pays Principle*; Field, 1995), así como en ciertas aproximaciones ecologistas al tema, que propo-

nen la asignación de un impuesto ecológico. Sin embargo, la vía impositiva fue propuesta y desarrollada analíticamente por Pigou (1920) en su texto clásico *Economics of Welfare*. Por esta razón, en la mayor parte de los textos de economía ambiental este tipo de impuesto se denomina impuesto pigouviano.

Con objeto de facilitar el planteamiento, supondremos que el impuesto t es constante; es decir, no depende del volumen de producción. La introducción de tal tipo de impuesto hace que la ecuación que establece la condición de equilibrio marginal del agente contaminante se modifique como se muestra en la Figura 2. Si estableciésemos dicho impuesto sobre cada unidad del nivel de actividad que incrementase la contaminación e igualásemos este impuesto a t , se puede ver que tal impuesto haría que la curva BMP se desplazara hacia la izquierda (nuevo BMP). De forma muy sencilla, t se tiene que pagar en cada nivel de actividad, de tal modo que el beneficio marginal neto se reduce en t . El contaminador aspirará ahora a maximizar los beneficios privados netos, sujetos al impuesto, y esto tiene lugar en X^* . Por tanto, el impuesto t es un impuesto óptimo, ya que logra el óptimo social en X^* . ¿Cómo se determina t ? En el óptimo, $t = CME$.

Según Pearce y Turner (1995) se define el impuesto pigouviano óptimo como aquel igual al costo marginal externo (el daño causado por una uni-

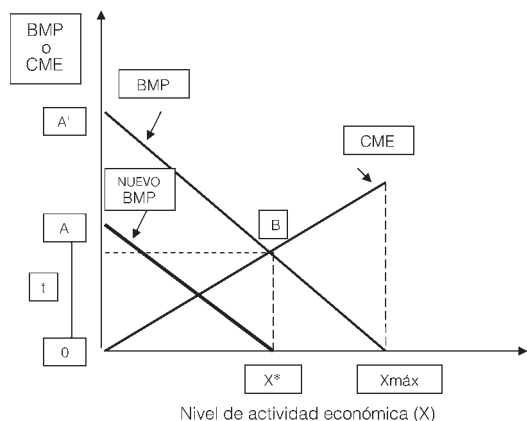


Figura 2. Reparación de la externalidad negativa por vía impositiva de acuerdo con el enfoque de Pigou. Modificado de Pearce y Turner (1991) y Romero (1993, 1997).
BMP: Beneficio marginal privado, CME: costo marginal externo, X*: nivel óptimo de contaminación, Xmáx: beneficio total máximo, t: impuesto.

dad marginal de contaminación) en el nivel óptimo de contaminación. Una función de daño indica como varía el daño contaminante con el nivel de contaminación emitida y cuál es el valor monetario del daño. Entonces, debería ser posible relacionarlo con el nivel de actividad del contaminador. De hecho, es necesario seguir unos cuantos pasos hasta encontrar tales funciones de daño. La secuencia propuesta por los autores es:

Actividad económica del contaminador → Emisiones contaminantes → Concentración de la contaminación en el medio ambiente → Exposición a la contaminación → Función del daño físico → Valor monetario del daño.

Sin embargo, no solo se necesita una buena parte de la función CME, sino que también hay que conocer BMP. Si el contaminador es una empresa, esto puede resultar muy difícil por la confidencialidad comercial de la información. De hecho, muchos economistas consideran que el gobierno, como autoridad impositiva que es, no está en buena posición para obtener esta información. Esta asimetría de la información entre el contaminador y el regulador a menudo se considera como una objeción a cualquier forma de intervención gu-

bernamental. En la práctica, estas dificultades informativas pueden no ser abrumadoras. Podemos estar interesados en conocer la dirección adecuada de la variación de los niveles de contaminación, más que en alcanzar un óptimo teórico. Si es así, los gravámenes por contaminación seguramente son el instrumento adecuado para la acción reguladora.

Soluciones de Mercado: El Enfoque de Coase

Un enfoque alternativo al de Pigou para alcanzar el óptimo social o externalidad óptima es el enfoque de Coase. El punto de arranque del análisis es el conocido artículo titulado *The Problem of Social Cost* (Coase, 1960). La idea básica del autor consiste en demostrar que, si se cumplen determinadas condiciones no resulta necesario, ni tal vez conveniente, ningún tipo de intervención para alcanzar la externalidad óptima. Basta una correcta definición de los derechos de propiedad o derechos de uso del recurso ambiental para que la libre negociación entre el agente que genera la contaminación y el agente que la sufre conduzca al óptimo social.

Coase señaló un conjunto de proposiciones que, si se cumplen, no hacen necesaria ningún tipo de intervención para alcanzar el óptimo social. Las

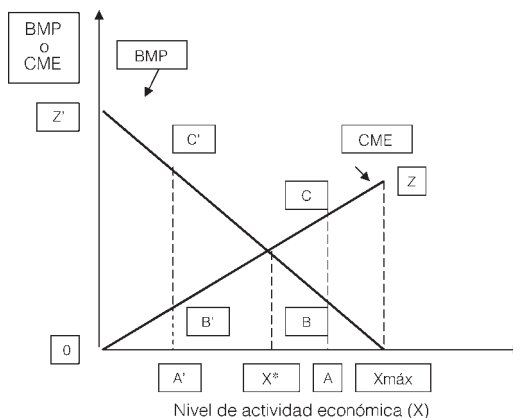


Figura 3. Reparación de la externalidad negativa por medio de la negociación de acuerdo con el enfoque de Coase. Modificado de Pearce y Turner (1991) y Romero (1993, 1997).
BMP: Beneficio marginal privado, CME: costo marginal externo, X*: nivel óptimo de contaminación, Xmáx: beneficio total máximo.

condiciones de Coase son las siguientes:

- Cada parte, es decir el agente que genera la contaminación y el agente que la sufre, tiene perfectamente definidos sus derechos de propiedad o derechos de uso; es decir, está perfectamente estipulado el derecho a contaminar o no el ambiente.
- La estructura de mercado para los productos que obtiene la empresa contaminante es competitiva. Posteriormente las ideas de Coase se han extendido a mercados imperfectos.
- Los costos operativos o transaccionales derivados de la realización de la negociación entre las dos partes son muy bajos. Estos costos tienen que ser menores que las ganancias que, como resultado de la negociación, obtiene el agente que tiene que cubrir los mencionados costos transaccionales.

Si se supone que el derecho de uso del ambiente lo posee el agente contaminante, este agente elevará su producción hasta el óptimo privado X_{máx}. Ahora bien, cabe preguntarse si un descenso del volumen de producción de X_{máx} hasta, por ejemplo, el punto A de la Figura 3, supone necesariamente un empeoramiento de los intereses del agente contaminante. En principio, parece que sí, pues dicho descenso hace disminuir el

beneficio total del agente contaminante en una cantidad igual al área ABX_{máx}. Ahora bien, dicha reducción en el volumen de producción hace, por otra parte, disminuir el costo total externo o valor monetario de la externalidad en una cantidad igual al área ACZX_{máx}. Por otra parte, como la segunda área es claramente superior a la primera, en una cantidad igual a la dada por el área BCZX_{máx}, entonces en un proceso negociador las ganancias experimentadas por quien sufre por la externalidad son más que suficientes para compensar al generador de la misma. Dicho con otras palabras, el descenso del volumen de producción de X_{máx} a A es eficiente de acuerdo con la teoría de Pareto (Robinson y Eatwell, 1976), pues las dos partes involucradas en la negociación pueden mejorar sus beneficios con respecto a los que obtenían en la situación inicial. Si se consideran ahora los efectos de un nuevo descenso de la producción, por ejemplo, del punto A al punto D, la conclusión será la misma. En efecto, el nuevo descenso de la producción genera una ganancia potencial que repartir vía negociación igual al área EFCB. Este hecho sucede hasta que el volumen de producción desciende al nivel X*, que corresponde al óptimo social. Un descenso adicional generaría una pérdida conjunta, por lo que racionalmente no se producirá.

En el caso opuesto de que el derecho a usar el ambiente lo posea el agente que sufre la externalidad, es simétrico. En efecto, en esta situación el punto de partida sería el origen de coordenadas, es decir, una producción nula que implica la inexistencia de externalidades. En este contexto, un incremento de la producción de 0 a A' implica una ganancia potencial neta igual al área OZ'C'B', por lo que dicho desplazamiento es eficiente según la teoría de Pareto (Robinson y Eatwell, 1976). El incremento de beneficio privado (áreas OZ'C'A') es más que suficiente para reparar la externalidad dada por el área OB'A'. Cualquier incremento adicional del volumen de pro-

ducción, por ejemplo de A' a D', tiene los mismos efectos. Este hecho sucede nuevamente hasta que el volumen de producción alcanza el que corresponde al óptimo social.

La idea fundamental del argumento de Coase es que, independientemente de quién posea los derechos de propiedad o de uso del ambiente, existe una especie de tendencia autónoma que lleva el volumen de producción de una manera automática al óptimo social. En base a ello, tanto Coase como sus seguidores sostienen que no es necesario ningún tipo de intervención estatal para regular o reparar la externalidad; los mecanismos de mercado se encargarán de realizar esta tarea de una manera automática.

Las ideas de Coase no están exentas de críticas. Pearce (1976), en su texto *Environmental Economics*, apuntó irónicamente que las ideas de Coase podrían aplicarse para eliminar el crimen. También puede objetarse que en el argumento de Coase no se introducen en absoluto los pesos o influencias sociales que poseen ambos agentes. Es de suponer que en muchas ocasiones los agentes contaminantes (grandes corporaciones) posean una influencia o peso negociador muy superior al que poseen los que sufren la externalidad, lo cual puede conducir a resultados ética y ambientalmente cuestionables. Por último, la perfecta definición de los derechos de propiedad no garantiza su cumplimiento (Romero, 1993, 1997).

Otros Enfoques Intervencionistas y de Mercado

Otros enfoques propuestos con el propósito de alcanzar el nivel óptimo de contaminación o externalidad negativa son la fijación de normas ambientales (*environmental standards*), la fijación de subsidios para reducir la contaminación, y la emisión de permisos de contaminación (*marketable permits*).

Los dos primeros procedimientos caen dentro de los sistemas intervencionistas de corte pigouviano, mientras que el ter-

cero cae dentro de los enfoques de mercado basados en la negociación de tipo coasiano.

El primer procedimiento consiste en fijar una norma ambiental que establezca la cantidad máxima de contaminantes que se permite emitir al correspondiente agente contaminante. Uno de los problemas que conlleva la aplicación de este tipo de enfoque reside en la enorme dificultad de que la fijación de la norma conduzca a una solución eficiente. En efecto, hace falta que la norma ambiental que se establezca coincida con el óptimo social X^* para que dicha norma conduzca a una solución eficiente.

La fijación de subsidios pretende estimular al agente contaminante a que invierta en equipos que permitan eliminar o reducir la contaminación. En la práctica, se asigna el subsidio a aquellas empresas que contaminan por debajo de un determinado nivel. Algunos autores han apuntado que este tipo de sistema puede alterar las condiciones de entrada y salida de empresas en una determinada industria, generando a mediano plazo un incremento de la cantidad total de contaminantes emitidos (Romero, 1993, 1997).

El concepto de los permisos de contaminación fue introducido por Dales (1968) en su libro *Pollution, Property and Prices*. La idea de este enfoque consistió en emitir un número de permisos igual al nivel óptimo de producción. Estos permisos se pueden comprar y vender en un mercado establecido con tal fin. La curva de oferta de ese mercado es perfectamente inelástica y coincide con el nivel socialmente óptimo de producción X^* . La idea teórica de Dales se ha desarrollado considerablemente, existiendo hoy en día, principalmente en los EEUU, algunas experiencias en las que se aplica este procedimiento (Field, 1995).

Conclusión

Se buscó presentar la economía ambiental desde lo que puede denominarse la teoría neoclásica. En este sentido se describieron dos métodos para

la determinación del costo de la contaminación. Uno de ellos, de corte intervencionista o pigouviano, pretende alcanzar el nivel óptimo de externalidad por medio de la fijación de un impuesto de emisión al agente contaminante. El otro método, sugerido por Coase, postula la reparación de la externalidad por medio de un proceso negociador entre las partes afectadas.

La determinación económica de un estimado de 'contaminación óptima' constituye una importante herramienta para el establecimiento de políticas ambientales a ser utilizadas en la prevención y control de los daños al ambiente generados como consecuencia de las actividades antropocéntricas.

REFERENCIAS

- Amazonas M, Nobre M (2002) *Desenvolvimento Sustentável: A Institucionalização de um Conceito*. Ibama. Brasil. 247 pp.
- Azqueta D (1995) *Valoración Económica de la Calidad Ambiental*. McGraw-Hill. España. 299 pp.
- Azqueta D (2002) *Introducción a la Economía Ambiental*. McGraw-Hill. España. 420 pp.
- Azqueta D, Pérez L (1996) *Gestión de Espacios Naturales. La Demanda de Servicios Recreativos*. McGraw-Hill. España. 237 pp.
- Bifani P (1997) *Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible*. IEPALA. España. 593 pp.
- Coase R (1960) Problem of Social Cost. *J. Law Econ.* 1: 1-44
- Coronado M, Oropeza R (1998) *Manual de Prevención y Minimización de la Contaminación Industrial*. Panorama. México. 183 pp.
- Dales J (1968) *Pollution, Property and Prices*. Toronto University Press. Canadá. 352 pp.
- Daly H (1975) The Economics of the Steady State. *Am. Econ. Rev.* 64: 15-21.
- Daly H (1995) On Nicholas Georgescu-Roegen's Contributions to Economics: An Obituary Essay. *Ecol. Econ.* 13: 149-154.
- Daly H (1997a) Georgescu-Roegen versus Solow/Stiglitz. *Ecol. Econ.* 22: 261-266.
- Daly H (1997b) Reply to Solow/Stiglitz. *Ecol. Econ.* 22: 271-273.
- Field B (1995) *Economía Ambiental. Una Introducción*. McGraw-Hill. Colombia. 587 pp.
- Galván L, Reyes R (1999) Asignación de Precio a los Ecosistemas

como Bienes Ambientales Únicos. *Interciencia* 24: 14-16.

- Glynn J, Heinke G (1999) *Ingeniería Ambiental*. Prentice Hall. México. 778 pp.
- Guédez C, de Armas D, Reyes R, Galván L (2003) *Los Sistemas de Gestión Ambiental en la Industria Petrolera Internacional*. *Interciencia* 28: 528-533.
- Hinestrosa SML, Guerra SMG (2000) La teoría económica neoclásica y los instrumentos de política ambiental. *Interciencia* 25: 102-110.
- Hunt D, Johnson C (1998) *Sistemas de Gestión Medioambiental*. McGraw-Hill. Colombia. 318 pp.
- Kiely G (1999) *Ingeniería Ambiental*. McGraw-Hill. España. 1331 pp.
- Marshall A (1890) *Principles of Economics*. McMillan RU. 265 pp.
- May P, Lustosa M, Da Vinha V (2003) *Economía do Meio Ambiente: Teoria e Prática*. Campus. Brasil. 317 pp.
- Miller G (1994) *Ecología y Medio Ambiente*. Grupo Editorial Iberoamérica. México. 867 pp.
- Nebel B, R Wrigth (1999) *Ciencias Ambientales*. Prentice Hall. México. 698 pp.
- Odum E (1986) *Fundamentos de Ecología*. Nueva Editorial. México. 472 pp.
- Pearce D (1976) *Economía Ambiental*. Fondo de Cultura Económica. México. 258 pp.
- Pearce D, Turner R (1995) *Economía de los Recursos Naturales y del Medio Ambiente*. Celeste. España. 448 pp.
- Pearce D (1993) *Economic Values and the Natural World*. MIT Press. EEUU. 259 pp.
- Pigou A (1920) *The Economics of Welfare*. McMillan. RU. 298 pp.
- Reyes R, Galván L (1999) Asignación de Precios a los Bienes Ambientales como Instrumento de Gestión Tecnológica. *Universidad, Ciencia y Tecnología* 3: 3-7.
- Reyes R, Galván L, Guédez C, de Armas D (2002) La Gerencia Ambiental en el Sistema Productivo Venezolano. *Universidad, Ciencia y Tecnología* 6: 155-159.
- Robinson J, Eatwell J (1976) *Introducción a la Economía Moderna*. Fondo De Cultura Económica. España. 431 pp.
- Romeiro A (1999) *Economía do Meio Ambiente: Teoria, Políticas e a Gestão dos Espaços Regionais*. Unicamp. Brasil. 379 pp.
- Romero C (1993) Economía Ambiental. Aspectos Básicos. *Revista de Occidente* 149: 25-39
- Romero C (1997) *Economía de los Recursos Ambientales y Naturales*. Alianza. España. 214 pp.
- Villegas A, Reyes R, Galván L (2004) Problemática Ambiental en Venezuela y el Mundo. *Universidad, Ciencia y Tecnología* 8: 117-125.