

Externalidades, Bienes Públicos y Medio Ambiente

María Eugenia Ibararán Viniegra
Universidad de las Américas, Puebla
Departamento de Economía

1. Introducción

Recientemente ha surgido un gran interés por la situación del medio ambiente. Siempre hay una pregunta por contestar, ¿por qué es que no lo cuidamos? Como todos sabemos, la razón seguramente no es que no sepamos lo importante que es para nuestra sobrevivencia como especie y para nuestro bienestar, entonces, ¿cuál es?

Existen una gran variedad de problemas ambientales, pero en el fondo, todos ellos tienen más o menos las mismas causas y soluciones parecidas desde el punto de vista analítico. En este capítulo se plantea el problema del cambio climático, que por su magnitud es quizá de los más relevantes y requiere una atención inmediata. Aún cuando este problema tiene ciertas características peculiares - como el hecho de que es un problema global, por ejemplo- su análisis permitirá tocar aspectos importantes relacionados con otros casos a nivel regional y local.

Aquí se presenta en forma simple las causas económicas de la proliferación de emisiones de gases de invernadero (GEI), así como el uso de mecanismos de mercado para reducirlas. Como primer punto se explica que las emisiones de gases de efecto invernadero son una externalidad negativa, y que el cambio climático que podría producir es un mal público. Posteriormente se proponen dos mecanismos para afrontar el problema: regulación directa e instrumentos económicos. Se presenta una descripción detallada de los instrumentos económicos para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero: cargos por emisión, impuestos, subsidios y permisos comerciables, así como variaciones de éstos. En la tercera parte se describe la experiencia con instrumentos económicos de esta naturaleza en algunos países.

2. Análisis Económico del Cambio Climático

La evidencia empírica muestra una tendencia creciente en la temperatura global. Existe evidencia estadística robusta que relacione esta tendencia con la actividad humana. Las emisiones de GEI pueden imponer un costo a la sociedad al cambiar la temperatura global. Se cree que el cambio climático afecta a los individuos de varias formas. En particular, se espera que afecte la producción de distintos países, sobre todo de aquellos que se encuentran a una altura mínima del nivel medio del mar ya que el agua se expande a mayor temperatura, haciendo que el nivel del mar se eleve y cubra zonas costeras. Esto puede afectar tanto zonas urbanas y portuarias como agropecuarias. Asimismo, es probable que afecte la producción agropecuaria, ya que se esperarían trastornos, como inundaciones y/o sequías. También es factible que se presente clima más extremo. El impacto global del cambio climático hace necesarias acciones también globales para contrarrestarlo,

haciendo que los que producen los GEI paguen y/o incorporen los costos que imponen a la población mundial.

2.1 Externalidades y Bienes Públicos

Desde el punto de vista económico, la degradación del medio ambiente en general, y el incremento en el nivel de emisiones de GEI en particular, es una externalidad negativa, donde una empresa (o grupo de productores) impone un costo a la sociedad a través de la emisión de sustancias contaminantes que tienen efectos nocivos sobre la salud o el medio ambiente. Es por esto que el análisis de los problemas de contaminación se lleva a cabo dentro del marco de la teoría de las externalidades. En el caso de los GEI, se trata de una externalidad negativa sobre un bien público que es la atmósfera.

Una externalidad se suscita cuando las actividades productivas o de consumo de un individuo o empresa repercute sobre terceros, ya sea de manera negativa o positiva. Una externalidad positiva incrementa el nivel de bienestar de los demás individuos mientras que una externalidad negativa reduce el nivel de bienestar de otros. La externalidad no afecta los precios de mercado, sino la utilidad o las ganancias.

Para ilustrar claramente este concepto veamos el siguiente ejemplo. Tomemos el ejemplo clásico de una refinería y una lavandería. Los gases que produce la refinería ensucia la ropa que se lava en la lavandería. Por lo tanto la lavandería tendrá que poner algunos filtros para que los gases de la refinería no ensucien la ropa. Esto hará que la lavandería ahora tenga que gastar en protegerse de los gases nocivos de la refinería y, si no sube los precios, sus ganancias sean menores. En este caso la lavandería tendrá que cubrir los costos adicionales que la refinería le impone. Si la lavandería decide subir los precios para proteger su nivel de ganancias anterior, ahora será el consumidor que lleva a lavar su ropa quien absorba los costos adicionales. En cualquiera de estos casos, la refinería está imponiendo costos que no está pagando: está imponiendo una externalidad negativa.

Las externalidades están ligadas a la existencia de bienes públicos. Los bienes públicos tienen dos características. Por un lado el que una persona más lo consuma no implica ningún costo adicional para el que lo produce. Por otra parte, es imposible o muy costoso excluir a alguien de gozar de este bien. Un ejemplo de este tipo de bienes es el alumbrado público: el que un individuo más lo use no implica que otro lo deja de usar (no rivalidad) y sería imposible excluir a alguien de los beneficios del alumbrado público (no exclusión).

En el caso que aquí nos concierne documento, la externalidad negativa a la que nos referimos son las emisiones de GEI y el bien público es la atmósfera. El efecto negativo de estas externalidades sobre la atmósfera genera el fenómeno de cambio climático, que analizaremos como un *mal público*. Esto es solamente una cuestión de enfoque. El aire limpio es un bien público, por lo que tomaremos su contraparte, el aire contaminado, como un mal público. La no rivalidad en este caso implica que el que un individuo se vea afectado por el cambio climático no impide que otros también se vean afectados, es decir, puede afectar a muchas personas e incluso países al mismo tiempo. La no exclusión se refiere a que es imposible o muy costoso aislar a un individuo, grupo de individuos o país de los efectos nocivos del cambio climático, sobre todo porque el cambio en temperatura se supone afectará a todo el planeta simultáneamente.

2.2 Derechos de Propiedad

Existe un problema más que hace imposible limitar quién puede desechar sus emisiones en la atmósfera: de definición de derechos de propiedad. Los derechos de propiedad están definidos cuando existe un sistema de títulos que determinan claramente los privilegios y las obligaciones del propietario para el uso o disfrute de un recurso o activo. La falta de definición de derechos de propiedad implica que no existe ninguna institución que defina estos derechos y a través de la cuál se pueda efectuar un pago por los beneficios recibidos u obtener una compensación por los costos impuestos.

Volviendo al ejemplo anterior, ¿tiene derecho la refinería a usar la atmósfera como depósito de sus desperdicios, o tiene derecho la lavandería a que el aire esté limpio? En este ejemplo, la refinería parece tener derecho a emitir sus productos a la atmósfera, pero también la lavandería tiene derecho a aire limpio que no ensucie la ropa. Este problema ejemplifica claramente la falta de definición de derechos de propiedad sobre el aire.

En el caso de cambio climático y de emisiones de gases de efecto invernadero, el problema es el mismo. Las empresas y los países en general tienen derecho a producir utilizando la atmósfera como depósito, pero los individuos de distintas partes del mundo también tienen derecho a proteger el planeta de los efectos del cambio climático.

Claramente, hay una falta de definición de derechos de propiedad sobre la atmósfera.

Resumiremos el marco conceptual para el análisis del problema de emisiones de GEI y cambio climático de la siguiente manera. Por un lado, la atmósfera es un bien público. Por otra parte, no existe una clara definición de derechos de propiedad sobre la atmósfera. Esto hace que haya quienes la usan como depósito de emisiones que contaminan el aire y contribuyen a elevar la temperatura de la tierra sin que los responsables de producirlas paguen por ello. Los responsables de las emisiones imponen una externalidad negativa que afecta a la población mundial a través del problema de cambio climático.

3. Políticas para la Protección Ambiental: Regulación e Instrumentos Económicos

La mayoría de las emisiones de GEI que provienen del sector energético de la economía son bióxido de carbono, CO_2 , monóxido de carbono, CO , y óxidos de nitrógeno, NO_x . Por su abundancia, el bióxido carbono es el GEI más importantes tanto del sector energético como en el agregado, ya que representa casi el 75% de los GEI. Es por esto que la política ambiental del sector energético debe centrarse en reducir la tasa de emisión de CO_2 y en diseñar mecanismos para *sustraerlo* de la atmósfera.

Existen básicamente dos formas de limitar la emisión de GEI: prevenir la deforestación y reducir la quema de combustibles fósiles. En cuanto a la deforestación, aún cuando ésta no es necesariamente competencia del sector de la energía, entender la racionalidad económica detrás de ella es importante al ser los bosques una de las soluciones a la reducción de los GEI en la atmósfera. Por otra parte, reducir la tasa a la que se emiten GEI disminuyendo la quema de combustibles fósiles es algo que se logra cambiando los incentivos para el uso de dichos combustibles. Hoy por hoy, el precio de la energía en algunos países hace que los combustibles no se usen eficientemente, es decir, lleva a que se usen más combustibles de los necesarios dado que su precio es bajo.

Existen al menos dos tipos de políticas para controlar las emisiones de GEI: la regulación directa y el uso de instrumentos económicos. La primera tiene la ventaja de lograr los objetivos de reducción de emisiones de manera más directa, sin embargo el costo de esta política es generalmente muy alto. Por otro lado están los instrumentos económicos,

que aunque existe cierta incertidumbre sobre el nivel al que controlarán las emisiones, lo hacen al menor costo posible.

3.1 Regulación Directa

Consiste en fijar un máximo de emisiones para cada fuente o para cada tipo de contaminante. En general toman la forma de normas (o límites) de emisión. Aún cuando su puesta en vigor es sencilla, es necesario incurrir en costos para medir las emisiones y verificar que se cumpla la norma. Este tipo de regulación hace que todos los emisores observen la misma norma y es, por lo tanto, indiferente a los distintos costos incrementales de reducción de emisiones que enfrenta cada emisor.

Este mecanismo es el más sencillo de instrumentar ya que la autoridad competente en la materia es quien promulga la ley y la hace cumplir. Esto se puede lograr a través de la imposición de una multa al que viole la norma de emisiones. Sin embargo esto puede acarrear problemas de evasión y de cooptación del regulador.

Por otro lado, el efecto de cada sustancia emitida a la atmósfera es diferente. Es por ello que se debe regular cada sustancia. En el caso del cambio climático, el problema se reduce a fijar normas para la emisión de GEI y de CO₂ en particular. Como parte de la política para contrarrestar el cambio climático se necesita medir las emisiones producidas por cada fuente para corroborar que se está cumpliendo la norma impuesta por el regulador.

Los principales problemas asociados a la regulación directa son 1) los altos costos de monitoreo y medición de emisiones, tanto por la necesidad de instalar el equipo como de cerciorarse de que este realmente registra adecuadamente las emisiones; 2) que no se explote el hecho de que cada productor tenga distintos costos marginales de emisión, y por lo tanto no necesariamente cumple el objetivo ambiental de reducir la tasa de crecimiento de los GEI al menor costo posible, y 3) deja un amplio margen para la evasión de multas por violación de la norma y favorece la cooptación de los inspectores ambientales.

3.2 Instrumentos Económicos

Las causas económicas que explican el fenómeno de cambio climático requieren de soluciones también económicas para resolverlo. El uso de instrumentos económicos es una primera aproximación para enfrentar este complejo problema ambiental.

El objetivo fundamental de los incentivos económicos es incorporar los costos impuestos a la sociedad del deterioro del medio ambiente como parte de los costos privados de los individuos que contaminan. Esto se conoce como *internalización* de una externalidad. Además, se pretende obtener las metas ambientales al menor costo posible. El reducir las emisiones es costoso porque requiere hacer gastos e inversiones importantes. Reducir las primeras unidades de emisiones puede ser relativamente sencillo y de bajo costo, quizá usando combustibles de mejor calidad. Sin embargo, mientras más se quiera reducir las emisiones más costoso es, ya que esto implica instalar filtros o cambiar la tecnología de producción. Los altos costos de reducir emisiones ha llevado a buscar mecanismos que tomen en cuenta que los costos de reducción de emisiones para las distintas fuentes varían de acuerdo a la tecnología que la planta utiliza. Cada fuente, por lo tanto, decide sus acciones tanto ambientales como de producción para minimizar costos. Esto lleva a que la reducción total de emisiones se lleve a cabo al menor costo posible.

Asimismo, los instrumentos económicos buscan que el contaminador que está imponiendo un costo ambiental a la sociedad lo incorpore a sus costos totales ya sea a través de un pago pecuniario a la sociedad por el uso del medio ambiente (generalmente

como impuestos o derechos de uso), invirtiendo en nueva tecnología o volviéndose más eficiente en el uso de energía. Finalmente, buscan reflejar la escasez del medio ambiente, en este caso poniéndole un precio a la atmósfera y haciendo costoso usarla como depósito de emisiones.

Se han propuesto varios mecanismos para reducir la tasa de crecimiento (y la concentración) de las emisiones de GEI. Básicamente hay dos tipos de mecanismos que a través de precios y cuotas máximas de emisión inducen cierto comportamiento para lograr los objetivos ambientales deseados. El primero corresponde a una transferencia monetaria ligada al nivel de emisiones (cargos por derecho de emisión, impuestos a las emisiones, o subsidios por unidad de emisión reducida); el segundo se refiere a limitar el número de emisiones y establecer el comercio de estas licencias de emisión (permisos comerciables). Estos mecanismos ayudan a crear las bases para una reducción de costos dinámica, es decir, siempre existe el incentivo a reducir las emisiones para poder reducir el pago de impuestos o derechos, recibir mayores subsidios o necesitar menos permisos comerciables como consecuencia de la innovación tecnológica.

Cargos por Emisión e Impuestos Ambientales

Los cargos por emisión, al igual que los impuestos ambientales, radican en poner un precio a la emisión de GEI. En general son bastante similares. Los cargos por emisión son pagos por el uso de algún servicio proporcionado por el medio ambiente; el contaminador debe pagar una cantidad fija por unidad de emisión que arroja. Cuando la inflación de precios en la economía en cuestión es importante, es conveniente que el monto del cargo a las emisiones suba para mantener su valor real constante.

Los impuestos ambientales, que son los que analizaremos con mayor profundidad, se establecen para que el emisor pague a la sociedad el valor del daño marginal que causan sus emisiones a la sociedad. Pueden fijarse como impuestos *unitarios* en cuanto a que el contaminador debe pagar una cantidad fija por unidad de emisión que arroja a la atmósfera, o como *ad valorem*, cuando son proporcionales a un precio. Cuando la inflación de precios en la economía en cuestión es importante, es conveniente que el impuesto a las emisiones se fije como cierto porcentaje del valor del insumo que lo produce o del producto ligado a las emisiones.

La manera tradicional de fijar un impuesto ambiental es de acuerdo al daño incremental que generan las emisiones y dependiendo del número de emisiones. Sin embargo, esto requiere de equipos especializados para medir las emisiones de cada fuente durante todo momento de su operación. En general la instalación y operación de este sistema para medir emisiones es costoso y, en ocasiones, puede generar problemas de cooptación de la autoridad reguladora, de tal manera de que ésta reporte menos emisiones y por lo tanto el emisor pague menos de lo debido.

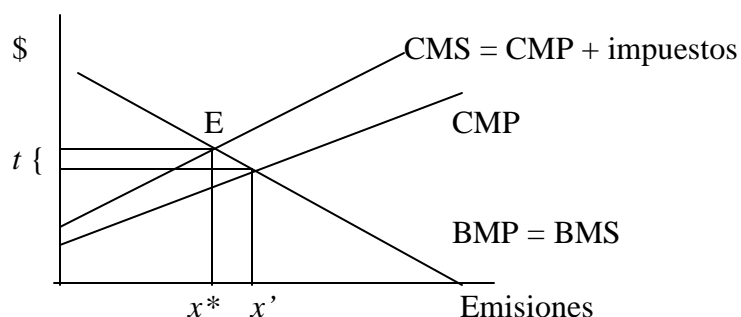
Una posible solución a este problema es fijar el impuesto al consumo de determinado insumo que mantenga una relación constante con la emisión bajo estudio. Otra manera es establecer el impuesto a la producción de algún bien también ligado a la emisión relevante. Consideraremos aquí impuestos a los insumos. Por las características de inflación de precios de la economía mexicana haremos alusión a un impuesto *ad valorem*.

Bajo este esquema, el emisor decide qué le sale más barato: emitir y pagar impuestos o reducir sus emisiones, quizá invirtiendo en combustibles más limpios o nuevas tecnologías más eficientes en el uso de combustibles. Los costos totales de producción de la empresa que contamina se elevarían al tener que cubrir los costos que impone a la sociedad.

Los costos privados se incrementarían en el monto del impuesto. En principio, la suma de los costos en los que incurren las industrias aunados a los impuestos a las emisiones deberán ser iguales a los costos que enfrenta la sociedad si el impuesto refleja los costos ambientales que causan las emisiones.

En teoría, este mecanismo lleva a que se iguale el costo para la sociedad de una unidad más de contaminación (medida en términos de menor calidad ambiental o de mayor concentración de GEI en la atmósfera), con los beneficios que la sociedad recibe de esta unidad adicional de emisión (medida en la disponibilidad de bienes y servicios que la empresa contaminante produce así como los beneficios derivados del gasto de gobierno tales como infraestructura y gasto social, que puede hacerse gracias a la recaudación). Al tener que incluir la empresa el pago de impuestos a las emisiones como parte de sus costos, éstos últimos aumentarán y el nivel de producción de la empresa se reduce así como sus emisiones, suponiendo una relación constante entre producción y emisiones. El nivel óptimo de emisiones será donde el beneficio para la empresa de producir una unidad adicional se iguala al costo adicional que enfrenta la sociedad por una unidad más producida. De esta manera se incorpora la externalidad negativa a través de un pago de impuestos por las emisiones.

Figura 1. Nivel de Emisiones Privado y Social



Gráficamente, el efecto de un impuesto a las emisiones lo podemos observar en la Figura 1. Recuérdese que estamos suponiendo que hay una relación constante de producción a emisiones, es decir, que cada unidad de producción emite una cantidad fija de emisiones. La curva *CMP*, costo marginal privado, representa el costo que tiene que pagar la empresa por producir, y por lo tanto por emitir, sin ninguna consideración de tipo ambiental. La curva *CMS*, costo marginal social, refleja el costo que para la sociedad tiene cada unidad adicional de producción y de emisión. El impuesto debe ser tal que el costo marginal privado más el impuesto sea igual al costo marginal social. Para simplificar, consideremos que el beneficio marginal privado, *BMP*, es igual al beneficio marginal social, *BMS*, es decir, que el beneficio que le aporta a la sociedad una unidad adicional de producción es igual al beneficio que le da a la empresa privada. El productor inicialmente, sin incluir ninguna consideración ambiental, emite x' , donde el costo adicional para la empresa de una unidad de producción (y de emisión) es igual al beneficio marginal que le reporta. Sin embargo, el nivel óptimo de emisiones desde el punto de vista social es x^* , donde el beneficio de una unidad adicional de producción para la sociedad es igual al costo adicional que esta unidad de producción le impone. En principio, el impuesto a las emisiones debe ser tal que el costo privado más el impuesto sea igual al costo marginal social, y ambos sean iguales al beneficio de una unidad adicional de emisión.

Una vez definido que cada unidad de emisión debe pagar un impuesto t , el productor decide cuánto emitir. La decisión depende del costo que para él implica reducir una unidad adicional de emisión. Recuérdese que es más barato reducir las primeras unidades de emisión que las últimas. Mientras el impuesto sea mayor que el costo marginal de reducir emisiones, el productor considerará que es más rentable invertir en controlar emisiones que pagar el impuesto, y reducirá sus emisiones de x' a x^* . Este impuesto da un incentivo al productor a reducir el nivel de emisiones mientras sea más barato que pagar el impuesto. En el nivel óptimo, las emisiones desde el punto de vista privado serán igual al óptimo social, donde el costo marginal para la sociedad es igual al beneficio marginal que recibe de una unidad adicional de emisión.

Las ventajas de este sistema de impuestos a las emisiones son básicamente tres. Primero, es decisión de cada productor reducir emisiones o pagar el impuesto. Como es obvio, cada productor decidirá de tal manera que minimice sus costos totales. En este sentido, el objetivo de reducir emisiones se logrará al menor costo posible tanto para cada empresa, como para la sociedad en su conjunto. Segundo, genera eficiencia dinámica, es decir, en cada momento la empresa tiene incentivos a usar tecnología que le permita emitir menos, reduciendo así su pago de impuestos. Finalmente, es una fuente de recursos para el gobierno.

Las desventajas son principalmente dos. La primera es que el regulador desconoce de antemano el nivel de emisiones que va a resultar de la aplicación de un impuesto de este tipo, ya que dependerá de los costos de reducir emisiones de cada empresa que el regulador, en principio, ignora. Segundo, si no se generaliza el uso de impuestos ambientales a todos los países (tanto su aplicación como su tasa), los costos de producción en el país que los imponga serán más altos y por lo tanto es probable que pierda competitividad en los mercados internacionales. Otra desventaja es el monitoreo de emisiones, que como se discutió anteriormente resulta costoso al tenerse que medir las emisiones de cada fuente. Además, esto puede generar problemas de cooptación de la autoridad reguladora para evadir impuestos.

Subsidios

Los subsidios son un pago que hace el gobierno al emisor para que reduzca sus emisiones. En general, los subsidios bajan los costos que el contaminador debe pagar para reducir sus emisiones. El efecto de esto es que cada productor reduce sus emisiones lo más posible para poder hacerse acreedor al subsidio. Este subsidio puede ser por unidad de emisión reducida (y entonces se enfrenta nuevamente el problema de medir las emisiones y la corrupción asociada). Otra manera de otorgar el subsidio es a través de financiamiento para la adquisición de nueva tecnología. En general este tipo de subsidio toma la forma de créditos blandos, exención de impuestos, préstamos o donativos para la compra de tecnologías menos contaminantes o más eficientes en el uso de combustibles.

La ventaja de los subsidios es que son un mecanismo que puede llevar a la reducción de emisiones y a la renovación del capital existente. También favorece un menor consumo de combustibles altamente contaminantes y a una mayor eficiencia energética.

Los problemas asociados al uso de subsidios son los siguientes. Primero, implica una erogación para el gobierno al ser una transferencia del gobierno a los emisores. Segundo, atrae más emisores al sector por la transferencia que reciben. Esto hace que, aunque cada emisor genere menos GEI, hay más emisores por lo que el efecto neto puede

ser negativo. En general, los subsidios reducen ficticiamente los costos de producción, introduciendo mayores distorsiones en la economía.

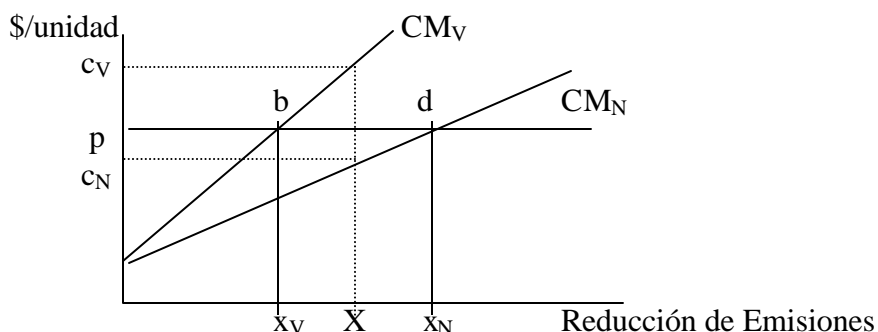
Permisos Comerciables de Emisión

Los permisos comerciables son una combinación de regulación directa y del uso de un mecanismo de precios. El objetivo de éstos es asignar derechos de propiedad del medio ambiente, de la atmósfera en este caso. La autoridad reguladora en materia ambiental otorga permisos para emitir y establece un mercado para que éstos se comercien. El número de permisos de emisión está dado por las metas de emisiones previamente definidas por dicha autoridad. Los permisos se distribuyen entre las empresas emisoras, ya sea por asignación directa o por subasta. Existen básicamente dos mecanismos para asignar los permisos de emisión. El primero, asignación directa, implica distribuirlos gratuitamente a las empresas existentes, generalmente con base en sus emisiones anteriores o un promedio de ellas. Otro sistema es el de subastar los permisos entre los emisores. En general, el primer sistema es el que más se usa por cuestión de aceptación política, aunque el segundo método da mejores resultados desde el punto de vista de finanzas públicas.

Cada empresa puede comprar o vender permisos dependiendo de su capacidad de reducir o no emisiones. Esto da lugar al intercambio de permisos y por lo tanto se define un precio para los mismos. Este mecanismo es más eficiente desde el punto de vista económico y de hecho induce a las empresas a revelar información cuando la subasta es competitiva.

Este sistema responde al hecho de que los costos de reducir emisiones para las distintas empresas varía considerablemente de acuerdo a la tecnología utilizada en la producción y a la antigüedad de la planta. A través de este mecanismo, las empresas deciden qué es lo que más les conviene, comprar permisos para emitir o reducir sus emisiones. De esta manera, las empresas con menores costos de reducción de emisiones tienen un incentivo adicional para reducir sus emisiones porque pueden vender los permisos que no usen a los productores con mayores costos de reducción de emisiones. Dado que las empresas con menores costos de reducción de emisiones son las que más reducen las emisiones, se logra el objetivo de reducir emisiones al menor costo posible.

Figura 2. Distintos Costos de Reducción de Emisiones



Para ilustrar lo anterior veamos el siguiente ejemplo. Dos empresas tienen distintos costos de reducción de emisiones, dados por la tecnología empleada. Considérense dos empresas, una nueva, N , y una vieja, V (Figura 2). Para un mismo nivel de reducción de emisiones, X , por ejemplo, a la empresa nueva le cuesta menos reducir sus emisiones en

una unidad adicional que a la empresa vieja. Esto se refleja en el distinto nivel de las curvas CM_V y CM_N para un mismo nivel de emisiones X . La empresa nueva tiene menores costos de reducción de emisiones que la empresa vieja. Si las dos tienen que reducir emisiones en la misma proporción, la empresa vieja tiene que pagar c_V , que es más que c_N , lo que tiene que pagar la empresa nueva por cada unidad de emisiones reducida.

Bajo un esquema de permisos comerciables, cada empresa comparará el precio de los permisos de emisión, p , y el costo que enfrenta al reducir una unidad más de emisión. En el caso de la empresa nueva, si el costo de reducir emisiones es menor que el precio de los permisos, la empresa reducirá sus emisiones hasta llegar al punto d . Si por el contrario, el precio de los permisos es más bajo que el costo de reducir emisiones, entonces la empresa compra más permisos ya que es más barato que reducir sus emisiones. Este es el caso de la empresa vieja. Al final, la empresa nueva reduce sus emisiones hasta x_N y la empresa vieja sólo las reducirá hasta x_V . En promedio, es posible reducir las emisiones hasta X pero a mayor costo.

El precio de los permisos comerciables está determinado por el equilibrio entre la oferta de los permisos, definida como el máximo de emisiones permitidas por parte del regulador y la demanda de mercado, a partir de los costos de las empresas de reducir sus emisiones en una unidad adicional. Dada una demanda de mercado de permisos comerciables, incrementar o reducir la oferta de permisos, es decir, cambiar el total de emisiones permitidas, modifica el precio de los mismos de acuerdo a la ley de la oferta y la demanda.

Para que un sistema de permisos comerciables funcione eficientemente debe cumplir con las siguientes características. Primero, el número de permisos debe estar limitado y claramente definido para que tengan un precio positivo en el mercado. Segundo, deben intercambiarse libremente de tal manera que los productores que más los valúan puedan comprarlos o retenerlos, es decir, que haya un mercado secundario de permisos comerciables. Tercero, deben ser transferibles entre periodos para que el dueño de los permisos los pueda utilizar cuando más les convenga. Cuarto, el intercambio de permisos no debe limitar la entrada al mercado de otras empresas. Quinto, las sanciones por violación de los permisos deben ser mayores que el precio de los mismos. Sexto, únicamente bajo circunstancias extremas (claramente definidas de antemano) se deberán expropiar los permisos. Por último, los productores deben tener derecho a quedarse con cualquier excedente que resulte de la compra y venta de los permisos.

En principio este mecanismo es bastante sencillo, sin embargo es necesario diseñar el mercado y que existan suficientes participantes de tal manera de que ninguno tenga control sobre los precios de estos permisos. Una vez más, es necesario medir las emisiones para verificar que el emisor está en regla con los permisos de emisión que tiene. Por otro lado, es necesario definir la cantidad de permisos que se van a otorgar y cómo se van a distribuir.

Las ventajas de este mecanismo son múltiples. Bajo el esquema de permisos comerciables el regulador sabe de antemano el volumen de emisiones que resulta dado que lo define por anticipado al distribuir los permisos. Una segunda ventaja es que el regulador no necesita información sobre los costos marginales de reducción de emisiones de las empresas para lograr cierto objetivo de emisiones, y que con un esquema apropiado, las empresas revelarán información que será de utilidad para el regulador. Tercero, las ventajas aunadas a la eficiencia, donde la reducción de emisiones se lleva a cabo al menor costo posible ya que al minimizar cada productor el costo de emitir escogiendo entre comprar un

permiso más o reducir sus emisiones, en el agregado se minimiza el costo social de reducir las emisiones. Por otro lado, el uso de este esquema implica un cambio mucho menos dramático respecto al sistema de regulación vigente que el uso de impuestos ambientales, ya que la regulación ambiental actual estipula que las empresas deben observar ciertos máximos de emisión, de acuerdo a normas oficiales preestablecidas.

Sin embargo, la instrumentación de los permisos comerciables es complicada desde el punto de vista administrativo. Por un lado, es difícil definir el nivel óptimo de emisiones y la duración de los permisos. La definición del nivel óptimo de emisiones trae consigo consideraciones de índole intra e intergeneracional sobre las que aún no se ha alcanzado consenso. Por un lado, no se ha definido a nivel mundial cómo se asignarán las cuotas de emisión de GEI, de carbón en particular. Por otra parte, no se sabe si el doble de las emisiones de 1990 es un punto de referencia adecuado o cuál será a ciencia cierta el efecto de esta concentración de GEI sobre generaciones futuras.

Por otra parte, el proceso de inspección y monitoreo de las emisiones y las acciones a las que deben comprometerse los productores al intercambiar permisos son costosas y difíciles de verificar. Además el proceso de intercambio de los permisos tiene dimensiones técnicas, financieras y legales complejas que deben considerarse.

3.3 Variaciones a los Mecanismos Tradicionales

A continuación se presentan dos variaciones a los instrumentos previamente discutidos. Estos guardan las características principales de los instrumentos económicos originales pero pueden ser más atractivos desde el punto de vista práctico y de aceptación política en el corto plazo.

Impuestos al Contenido de Carbón: Neutralidad en la Recaudación

Un impuesto ambiental puede enfrentarse a una gran oposición dados sus efectos distributivos. En el agregado, los costos de producción de todos los sectores se incrementarán en la medida que dependan de combustibles fósiles para su producción. Por otro lado, al tener que pagar más por unidad de combustible, el consumidor también percibe una caída en su ingreso personal disponible. Todo esto lleva a una caída en el nivel de bienestar de la sociedad si la introducción de un impuesto ambiental no está asociada a un cambio tecnológico que favorezca mayor eficiencia energética. Por otro lado, la introducción unilateral de impuestos al carbón por parte de un país puede llevarlo a reducir su competitividad en los mercados internacionales al incrementar sus costos de producción. Una opción para contrarrestar este efecto es introducir dicho impuesto de manera neutral, es decir, reduciendo otros impuestos de tal manera que la recaudación fiscal permanezca constante.

El punto central de la neutralidad de los impuestos ambientales es que al poner un impuesto al contenido de carbón de los combustibles fósiles, se reducen otros impuestos existentes que en principio generan distorsiones importantes. En particular, al fijar un nuevo impuesto a los combustibles, pueden reducirse las tasas de impuestos al capital y al trabajo. En teoría, esto trae consigo dos beneficios simultáneamente, que se conocen con el nombre de *doble dividendo*.

Por un lado, al fijar un impuesto al consumo de combustibles fósiles de acuerdo a su contenido de carbón habrá un desincentivo al consumo de combustibles en general y, en particular, la reducción del uso de aquellos con mayor contenido de carbón; esto puede repercutir en una menor tasa de crecimiento de las emisiones de carbón y por lo tanto una

mejor calidad del medio ambiente. Esta mejora en la calidad ambiental es el primer dividendo o beneficio.

Por otro lado, al reducirse las distorsiones a la economía introduciendo un impuesto que incorpore los costos generados por las emisiones, o internalice externalidades, y sustituyéndolo por impuestos que distorsionan las decisiones de inversión y de trabajo, puede existir un segundo beneficio o dividendo que repercuta en mayor bienestar para la sociedad. Si los dos dividendos existen, entonces es posible lograr una mayor calidad ambiental sin que la economía en su conjunto reduzca su nivel de bienestar.

Además de las ventajas propias de los impuestos ambientales expuestas anteriormente, estos impuestos (neutrales en términos de recaudación fiscal) promueven el uso más eficiente de otros factores de producción de acuerdo con sus precios relativos. En especial, dada la reducción de impuestos al trabajo, es probable que se invierta en tecnologías de producción más intensivas en trabajo y en capital y menos intensivas en combustibles fósiles. También es de esperarse que con menores impuestos al capital y precios de los combustibles relativamente más altos, se renovará la maquinaria de producción particularmente en los sectores intensivos en capital a favor de tecnologías más eficientes en el uso de combustibles fósiles.

Por su característica de neutralidad, este impuesto no reduce la competitividad de las exportaciones nacionales en el extranjero, ya que al disminuir otros impuestos y por lo tanto no aumentar la recaudación, la carga fiscal para los usuarios de los combustibles tiende a no incrementar mucho. Además, el cambio tecnológico en los sectores intensivos en el uso de combustibles puede inclusive mejorar su posición relativa.

Es fundamental considerar que este tipo de impuesto puede ser neutral en cuanto a no incrementar la recaudación fiscal, pero no es neutral en cuanto a la incidencia que tiene sobre distintos grupos económicos. El efecto distributivo bajo este esquema fiscal es probablemente distinto del que existe bajo el sistema impositivo actual. Identificar qué grupos tendrán una mayor carga fiscal es prioritario para evaluar la factibilidad política dados los impactos distributivos de esta propuesta.

Mecanismos de Desarrollo Limpios

Según el Acuerdo de Berlín, firmado en 1995, los mecanismos de desarrollo limpio son acuerdos entre dos o más partes (generalmente países) que permiten a los países del Anexo I del Acuerdo Marco de la Convención para Cambio Climático recibir créditos a favor de sus propios objetivos de emisiones¹. Las emisiones de CO₂ se pueden reducir a través de programas de mayor eficiencia energética o de sustitución de combustibles, de tal manera de que desde un inicio se emita menos. También se pueden absorber gases ya emitidos a través de los bosques. Esto último se conoce como *secuestro o captura de carbón en sumideros naturales*. Los detalles de su puesta en marcha, así como qué países pueden acceder a este mecanismo aún está en discusión.

¹ Los países que corresponden al Anexo I son: Australia, Austria, Belarusia, Bélgica, Bulgaria, Canadá, República Checa, Dinamarca, la Comunidad Económica Europea, Estonia, Finlandia, Francia, Alemania, Grecia, Hungría, Islandia, Irlanda, Italia, Japón, Latvia, Lituania, Luxemburgo, Los Países Bajos, Nueva Zelanda, Noruega, Polonia, Portugal, Rumania, Rusia, Eslovaquia, España, Suecia, Suiza, Turquía, Ucrania, Gran Bretaña, Estados Unidos. Los países que corresponden al Anexo II son: Australia, Austria, Bélgica, Canadá, Dinamarca, la Comunidad Económica Europea, Finlandia, Francia, Alemania, Grecia, Islandia, Irlanda, Italia, Japón, Luxemburgo, Los Países Bajos, Nueva Zelanda, Noruega, Portugal, España, Suecia, Suiza, Turquía, Gran Bretaña, Estados Unidos.

Los mecanismos de desarrollo limpio basados en el secuestro de carbón capturan emisiones de CO₂ a través de bosques. Las plantas y los árboles durante su periodo de crecimiento absorben bióxido de carbono. El argumento es que absorber carbón puede ser menos costoso que reducir las emisiones de las fábricas o procesos industriales. La captura de carbón sólo implica conservar y/o incrementar la superficie boscosa, mientras que reducir emisiones en fábricas implica una reconversión a gran escala en muchos de los casos. El costo de capturar carbón a través de bosques obviamente depende del valor del uso alternativo que se le pudiera dar a esa tierra. Estos acuerdos son una aplicación de los programas de permisos comerciables en dos regiones y sectores económicos simultáneamente. Este mecanismo se basa en tener asignada una cuota de permisos comerciables y que el país o la empresa decida dónde emite y dónde reduce emisiones o absorbe carbón.

Tomemos el caso de una planta productora de electricidad que emite cierta cantidad de carbón y está localizada en una zona industrial. Supongamos que la empresa tiene permiso para emitir 100 unidades de carbón. A la empresa le cuesta \$10 reducir cada unidad de GEI que sale de la planta. Sin embargo, pagarle a los terratenientes de otra región de su país o de otro país para que mantengan sus bosques y éstos absorban carbón le cuesta \$8 por unidad de carbón capturada. El incentivo que tiene la empresa para participar en un proyecto de desarrollo limpio es que el costo marginal de absorber carbón en un depósito natural como son los bosques es menor que el de reducir emisiones en la planta productora de electricidad, por ejemplo. De esta manera a la empresa emisora le puede convenir pagarle al dueño del bosque por mantener el depósito de carbón más que reducir sus emisiones en la planta productora. Los programas de desarrollo limpio hacen más atractiva para los campesinos o terratenientes la posesión de zonas boscosas y genera recursos para proyectos de silvicultura con impactos globales. Otros objetivos que se logran a través de este tipo de proyectos es la conservación y reforestación de bosques y reducir la deforestación.

Este tipo de programas se planteó inicialmente en Berlín (1995) y se discutió posteriormente en varias cumbres, las más recientes Kioto (1997) y Buenos Aires (1998). En Berlín se propuso que se llevaran a cabo proyectos piloto para analizar la conveniencia de adoptar este tipo de programas a gran escala. Al igual que bajo los permisos comerciables de emisiones, la cantidad neta de emisiones debiera estar predeterminada por la autoridad ambiental reguladora supranacional, obedeciendo al número de permisos que posea el país o la empresa en cuestión. Sin embargo, aún no hay consenso respecto a quién representa dicha autoridad supranacional ni cuál es el número de permisos a que cada país tiene derecho. Hoy por hoy, estos compromisos de reducción de emisiones se adquieren de manera unilateral, sin haber un mecanismo claro que los haga obligatorios.

Las ventajas de estos mecanismos de desarrollo limpio es que permiten la captura neta de carbón al menor costo. En el caso de los sumideros naturales, además de contrarrestar las emisiones de carbón, favorece la conservación de bosques así como su reforestación. Además, favorece la redistribución de recursos del sector industrial y/o servicios al sector agropecuario.

En el caso de los proyectos de eficiencia energética, los programas de desarrollo limpio reducen la intensidad energética del sector donde se apliquen, promueven el uso de combustibles más limpios y de mejor calidad y favorecen la transferencia de tecnología a los países sede, teniendo implicaciones favorables no sólo en términos de mitigación del cambio climático, sino también de eficiencia en general y de una mejor calidad ambiental.

Algunos países en desarrollo se oponen a la existencia de proyectos de desarrollo limpio por considerar que, de ser aceptados, los países industrializados tendrían menos incentivos a reducir sus propias emisiones y disminuiría el interés para explotar la innovación tecnológica al máximo dentro de sus fronteras, dado que por cuestión de costos les saldría más barato hacerlo fuera que dentro del país. También consideran que los países de Anexo II podrían perder interés en proporcionar la asistencia que se comprometieron brindar a los países en desarrollo.

Es importante aclarar en el caso de los sumideros naturales que este mecanismo no contribuye directamente a reducir el uso de combustibles fósiles ni a atacar la contaminación ambiental urbana. Esto sólo se logra cuando se trata de programas cuyo objetivo es incrementar la eficiencia energética. Además, aún cuando este esquema parece sumamente simple, existen varias complicaciones legales y financieras al llevarlo a cabo. En general se requiere que se haya establecido un sistema de conteo de emisiones de carbón absorbidas en cada región así como estipular a quién se le deben acreditar. Por otro lado es importante definir quiénes son las partes que participan en este convenio, si es entre empresas y terratenientes o entre países. Finalmente se deberán establecer mecanismos para verificar el cumplimiento del convenio por cada una de las partes.

4. Experiencia Internacional

A nivel internacional aún no existe una política concreta adoptada de manera multilateral. Durante mucho tiempo se ha discutido la introducción de impuestos a las emisiones de CO₂. Así mismo, se ha planteado limitar el número de emisiones a partir de un sistema de permisos comerciables de emisión. También se ha propuesto poner en marcha el mecanismo de desarrollo limpio.

Los países que se discuten han firmado el Acuerdo Marco para la Convención sobre Cambio Climático promovido por las Naciones Unidas. Este Acuerdo se firmó en Río de Janeiro en 1992 y ya son 157 los países que lo han ratificado. Sin embargo, aún no entra en vigor dado que falta la firma de países importantes como Estados Unidos. Dentro del Acuerdo existen dos anexos. Cada anexo contiene un grupo de países. Los países del Anexo I son los países industrializados y las economías en transición que se han comprometido a estabilizar o a reducir sus emisiones de GEI de acuerdo a objetivos concretos de volúmenes y tiempos. Los países listados bajo el Anexo II son los países industrializados contenidos en el Anexo I pero que además de haber adquirido compromisos de reducción de emisiones, también han comprometido recursos económicos y asistencia técnica para apoyar a los demás países a reducir sus emisiones.

Algunos de los países del Anexo I han adoptado de manera unilateral instrumentos económicos planteados en las secciones anteriores. Esto les ha permitido reducir las emisiones de GEI y así contribuir a mitigar el cambio climático. En general, en estos países existe un impuesto a la producción de energía, un impuesto a la gasolina de acuerdo a su contenido de plomo, impuestos a las emisiones de CO₂ y SO₂, impuesto al valor agregado de la energía y cargos por emisiones de N₂O. La electricidad y la energía nuclear también están sujetas al pago de impuestos en algunos países.

Los países en desarrollo, muchos de ellos catalogados como No-Anexo I, no han adoptado medidas para contrarrestar el cambio climático directamente. Sus políticas se orientan a controlar la contaminación ambiental y a promover mayor eficiencia en el uso de energía. La experiencia de la mayoría de los países en desarrollo se basa generalmente en regulación directa que establece normas máximas de emisión para los distintos

contaminantes. En general la violación de la regulación va asociado al pago de una multa. Sin embargo, las multas son tan bajas que no ofrecen un incentivo real al cambio en el comportamiento de los agentes emisores. En muchos casos las normas mismas no se observan por falta de capacidad institucional para hacerlas cumplir.

En resumen, las políticas encaminadas a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas al sector de la energía, sobre todo para las emisiones de carbón, se concentran en promover la eficiencia energética y en fijar normas de emisión de los principales contaminantes del aire. En general, los países atacan el problema de las emisiones de carbón de manera indirecta, concentrándose principalmente en programas de eficiencia energética, sustitución de combustibles y apoyando el desarrollo de mejores sistemas de transporte público. Estas líneas de acción se han adoptado de manera unilateral por el gobierno de cada país, involucrando en la medida de lo posible al sector privado. También se ha logrado a través de programas de con apoyo financiero y tecnológico de otros países, de organismos internacionales o de empresas privadas de los países industrializados.

5. Conclusiones

Los problemas ambientales en general, y el cambio climático en particular, son ejemplos de fallas de mercado dada la presencia de externalidades y del carácter público de los bienes en cuestión. Al poder analizarse como problemas económicos, también se pueden sugerir soluciones de esta índole.

El uso de instrumentos económicos permite lograr la reducción de emisiones contaminantes y de gases de efecto invernadero al menor costo posible. Asimismo favorecen la internalización de externalidades. Si se han de invertir recursos hacia mejorar la calidad ambiental y mitigar el cambio climático es necesario que se haga a través de mecanismos que minimicen el costo de alcanzar dichas metas ambientales. Esto sugiere el uso de uno a más instrumentos económicos de acuerdo a las condiciones específicas no sólo de cada país, sino también de cada región.

6. Preguntas para reflexionar

- Identifica un problema ambiental distinto al tratado aquí y analiza los siguientes puntos:
 - ¿Cuál es el bien público en cuestión? ¿Cuáles son sus características?
 - ¿Quiénes son los generadores de las externalidades que los causan?
 - ¿Existe un problema de falta de definición de los derechos de propiedad?
- Explica por qué es conveniente el uso de instrumentos económicos en contraposición a los mecanismos de regulación directa.
- ¿Cuáles son los principales problemas del uso de impuestos ambientales, tanto en el ámbito nacional como internacional?
- ¿Cuál crees tú que es la función de los incentivos económicos en la protección ambiental?

7. Glosario

Los gases de efecto invernadero son aquellos que residen en la atmósfera y que, al no permitir salir la radiación de la tierra hacia el espacio, elevan la temperatura media de la atmósfera. La concentración elevada de estos gases dan origen al cambio climático.

El cambio climático se refiere a la elevación de la temperatura media de la tierra. Se espera que esto traiga cambios importantes que afecten la vida en la tierra, tanto para la humanidad como para los ecosistemas.

Una externalidad se suscita cuando las actividades productivas o de consumo de un individuo o empresa repercute sobre terceros, ya sea de manera negativa o positiva. Una externalidad positiva incrementa el nivel de bienestar de los demás individuos mientras que una externalidad negativa reduce el nivel de bienestar de otros. La externalidad no afecta los precios de mercado, sino la utilidad o las ganancias.

Los bienes públicos son aquellos a los que todos pueden tener acceso. En principio tienen dos características. Por un lado el que una persona más lo consuma no implica ningún costo adicional para el que lo produce. Por otra parte, es imposible o muy costoso excluir a alguien de gozar de este bien.

Un mal público es lo inverso a un bien público, en cuanto a que reduce el nivel de bienestar. Cumple con las características de no rivalidad y no exclusión.

Los derechos de propiedad son las reglas que definen quién es el propietario de algún bien o recurso o quién puede usarlos legítimamente. Se necesita que haya instituciones que hagan valer estas reglas o acuerdos.

8. Lecturas sugeridas

Callan, S.J., and J.M. Thomas (1996), Environmental Economics and Management: Theory, Policy, and Applications. Irwin, USA

Coase, R., (1960), "The Problem of Social Cost", *Journal of Law and Economics*, 3, 1-44.

Hardin, G., (1968), "The Tragedy of the Commons", *Science*, 162, 1243-8.

Weizsacker, E. y J. Jesinghaus, (1992), *Ecological Tax Reform*. Zed Books Ltd. London and New Jersey.