Regulación ambiental e instrumentos económicos

DAVID O'CONNOR*

Introducción

La política ambiental de los países desarrollados y en desarrollo se ha sujetado a lo que históricamente se conoce como medidas de orden y control (*command and control*). Al parecer éstas cubren un amplio espectro de instrumentos: desde prohibiciones de ciertos productos y procesos hasta normas basadas en la tecnología y en el desempeño (aguas residuales, emisiones). Los instrumentos varían conforme al grado de flexibilidad y a las opciones que ofrecen a particulares o empresas. Si bien las prohibiciones eliminan la posibilidad de fabricar el producto o utilizar el proceso de que se trate, en las normas de desempeño no importa de qué manera logre la persona o la empresa el objetivo ambiental deseado.

A la luz de lo anterior, gran parte de la historia reciente de la política ambiental ha sido de cambio, en lo posible, hacia instrumentos más flexibles que dan mayor discreción a los particulares y las empresas para elegir *cómo* cumplir con las normas ambientales.

Una extensión lógica de ese proceso es el creciente interés por los instrumentos económicos (o basados en el mercado) que hasta cierto punto amplían el rango de selección para cumplir con las normas ambientales o no hacerlo. Es ésta la opción, al margen de que el instrumento sea un cargo por contaminar o un programa de permisos canjeables. En cada caso, la decisión de contaminar en lugar de abatir la contaminación implica un precio (o costo de oportunidad), el cual se compara con los costos marginales derivados de reducirla a fin de determinar si vale la pena pagarlo. Es natural que la política ambiental considere el efecto final de cualquier política en la calidad del ambiente. Ello implica que aun con los instrumentos económicos deben precisarse objetivos ambientales explícitos o implícitos que guíen las decisiones sobre, por ejemplo, el nivel de un cargo por contaminación o el número de licencias de contaminación que se expiden para comercializarse. Este último caso ilustra con claridad cuán parecidos son algunos instrumentos económicos a su antecedente: las medidas de orden y control. Los permisos de contaminación son una característica común de muchos enfoques normativos de la política ambiental. El número de licencias y los volúmenes de contaminación permitidos por unos y otros determinan el límite máximo de los niveles de contaminación. Cuando dichas licencias no son comercializables, existe un límite específico para cada fuente de contaminación; cuando sí lo son, cualquier fuente puede exceder su límite, siempre y cuando alguna otra no lo alcance en la misma proporción (e intercambien las licencias correspondientes), de tal forma que no se exceda el nivel máximo total.

En el caso del cargo por contaminar la relación con los objetivos de calidad ambiental es menos directa ya que no se predetermina la descarga total de contaminantes. En suma, quienes formulan la política se enfrentan, además, a la presión de la incertidumbre. Cuando se trata del programa de licencias comercializables, la mayor incertidumbre tiene que ver con el efecto de los intercambios en la calidad del ambiente, pues éstos hacen más difícil predecir la exacta distribución geográfica *ex post* de las emisiones. Lo anterior no es un problema cuando la ubicación del impacto ambiental de las emisiones no es importante (es el caso, por ejemplo, de contaminantes mundiales como el CO_2 y las sustancias que deterioran la capa de ozono), pero sí lo es en el caso de muchos contaminantes locales y regionales. Cuando se trata del cargo por contaminación, además de la fuente

* *Centro de Desarrollo de la OCDE, París. Traducción del inglés de Adriana Hierro.*

de incertidumbre existe otra sobre la forma en que un cargo específico afectará el comportamiento del agente contaminador, en particular en qué cantidad decidirá reducir las emisiones. Por tanto, no sólo es incierto el patrón geográfico específico de las emisiones, sino también su nivel total.

Al revisar la experiencia de los países en desarrollo surgen pocos ejemplos de aplicación de instrumentos económicos puros, como los que se mencionan en los libros de texto sobre economía ambiental[1] (uno de ellos sería el impuesto Pigovian a la contaminación). Por el contrario, dichos instrumentos se inscriben invariablemente en las estructuras normativas. Es frecuente, por ejemplo, que los cargos por contaminación se relacionen con las normas de emisiones como cuotas por incumplimiento. En términos más generales, a menudo algunas características de un instrumento relacionado con el precio se combinan con las de otro basado en la cantidad. Algunos estudios[2] intentan explicar por qué, a pesar de su bien conocida eficacia, se aplican tan escasamente los instrumentos basados en el precio, como serían los impuestos a la contaminación. En estos estudios se señala que para los agentes contaminadores dichos impuestos significan una carga adicional en comparación con la medida basada en la cantidad, pues ésta fija un precio para la contaminación que no rebasa el límite cuantitativo fijado (el argumento de la "doble carga"). En este artículo se adopta una perspectiva más amplia, pues se sostiene que es posible comprender el nivel de uso de los instrumentos mixtos (medidas de orden y control, más instrumentos económicos basados en la cantidad, más instrumentos económicos basados en el precio) si se hace referencia a una característica común en la formulación de la política ambiental: la prevalencia de la incertidumbre.

La toma de decisiones en condiciones de incertidumbre

Para lograr el nivel óptimo de abatimiento de la contaminación en el marco de una política ambiental, los libros de texto refieren al uso de un instrumento basado ya sea en el precio, como el impuesto a la contaminación, o en la cantidad, como las licencias comercializables. El óptimo señalado se alcanza cuando los beneficios y los costos marginales resultantes de un abatimiento de la contaminación son exactamente iguales. Para fijar el impuesto o decidir el número correcto de licencias que pueden expedirse se debe contar con información precisa sobre las funciones costos y beneficios marginales (o costo por daños y perjuicios) resultantes de reducir la contaminación. Sin embargo, en condiciones reales la formulación de la política encara incertidumbre en ambas funciones.

La incertidumbre puede ser de dos tipos, tanto para la curva de los beneficios marginales como para la de costos marginales que resultan de reducir la contaminación: hay incertidumbre por la posición de la curva y por su pendiente. En el segundo caso, obviamente es importante saber si en el rango correspondiente la curva es lineal o exponencial. Por ejemplo, en lo que se refiere a la curva de los beneficios marginales (o costos por daños y perjuicios), si el control de la contaminación falla por falta de rigor, ¿cuál es el riesgo de que los daños aumenten en forma abrupta, tal vez exponencialmente e incluso de manera irreversible? En el caso de la curva de los costos marginales, si el control de la contaminación falla por el rigor, ¿cuál es el riesgo de que se incrementen en forma brusca los costos de reducción para los agentes contaminadores? En cualquiera de los dos casos, los costos sociales podrían ser altos si la función correspondiente no se precisa en forma correcta.

Baumol y Oates abordan el problema de que se calculen mal las posiciones de las curvas de beneficios y costos.[3] Muestran que si bien la estimación errónea en la curva de beneficios implica costos, éstos se mantienen constantes en la elección entre un cargo por contaminación y un sistema de licencias o permisos canjeables: cualquiera de los dos instrumentos dará como resultado el mismo nivel de equilibrio de reducción de la contaminación. Por otro lado, si se calcula mal la curva de los costos de reducción, un cargo por contaminación o un sistema de licencias comercializables tendrían diversas implicaciones en el nivel de equilibrio del control de la contaminación. En suma, si los costos marginales son menores que los esperados, con un sistema de licencias canjeables será muy poca la reducción de la contaminación, mientras que un cargo por contaminación conduciría a una disminución desproporcionada, dando por sentado que en ambos casos la variable de la opción (ya sea el número de licencias o la magnitud del cargo) se fijó *ex ante* en lo que parecía ser el nivel óptimo. (Sucede exactamente lo contrario si los costos marginales son más altos de lo que se esperaba.) Con cualquiera de los dos instrumentos habrá un daño social, pero su magnitud depende en forma crítica de las pendientes relativas de las curvas de beneficios y los costos marginales.

En términos más específicos, entre más pronunciada sea la pendiente de la curva de beneficios marginales, menor será la distorsión que resulte de un cálculo erróneo de la función de los costos marginales en un sistema de permisos canjeables y mayor la distorsión en el caso de un cargo por contaminación (en el límite, cuando la pendiente es vertical, la cantidad de reducción de la contaminación con las licencias coincide con el nivel óptimo). De igual manera, entre más pronunciada sea la pendiente de la curva de costos marginales en el nivel de reducción de la contaminación correspondiente al cargo por contaminación óptimo calculado equivocadamente, mayor será la distorsión por el cálculo equivocado del nivel de costos en un sistema de licencias comercializables, y menor la distorsión en el caso de un cargo por contaminación (en el límite, cuando la pendiente es verti-

1. David O'Connor, "Applying Economic Instruments in Developing Countries: From Theory to Implementation", *Environment and Development Economics*, vol. 3, Cambridge University Press, 1997.

2. Frank S. Arnold, "Why Policy Makers Don't Use Environmental Taxes", preparado para la Environmental Protection Agency (EPA) de Estados Unidos, Washington, 6 de enero de 1994, y David O'Connor, *op. cit.*

3. William J. Baumol y Wallace E. Oates, *The Theory of Environmental Policy*, 2a ed., Cambridge University Press, Cambridge, 1988.

cal, resulta óptima la cantidad de reducción de la contaminación con el cargo por contaminación).

Con base en esas dos propuestas es posible mostrar que, con curvas de costos lineales, el daño social (la suma de las reducciones en los excedentes del consumidor y el productor) en un sistema de licencias comercializables será mayor (menor) que el daño en un sistema de cargos por contaminación cuando el valor absoluto de la pendiente de la curva de beneficios marginales es menor (mayor) que la pendiente de la curva de costos marginales.[4] Por tanto, cuando los valores absolutos de las dos pendientes son iguales, los daños sociales esperados por un cálculo equivocado de la curva de costos marginales también será igual para los dos instrumentos.

Con base en esos resultados, las preguntas prácticas para los responsables de formular la política son: a] ¿qué tan incierta es la posición de la curva de costos marginales de reducción?, y en vista de que es incierta, b] ¿cuál es la relación entre la pendiente de dicha curva y la correspondiente a los beneficios marginales? Una de las mayores aportaciones de la economía ambiental es ofrecer una base empírica de comparación de las pendientes de las dos curvas en instancias específicas. En situaciones en las cuales se supone que la curva de beneficios marginales es pronunciada (o costo por daños y perjuicios), tal vez sea conveniente un sistema de licencias que imponga restricciones cuantitativas (que las licencias deban ser comercializables o no depende de una consideración adicional: si la función de los daños se basa en una sola causa o en varias). Cuando se piensa que la curva de los costos marginales es pronunciada, tal vez un cargo por contaminación origine una distorsión y daños sociales menores.

Tal vez exista un sinnúmero de situaciones en las cuales las decisiones sobre la posición de la curva de costos marginales de reducción y su pendiente relativa a la curva de beneficios marginales estén sujetas a un margen de error amplio. ¿Qué pueden hacer las personas que formulan la política? Es posible, como lo han mostrado Roberts y Spence,[5] formular instrumentos mixtos que combinen restricciones cuantitativas con incentivos al precio. El programa funciona como sigue: la autoridad reguladora expide licencias de contaminación a cada fuente de tal forma que el total de las emisiones corresponda a la cantidad óptima estimada. Suponiendo que las licencias sean comercializables, se establecerá un precio de equilibrio por licencia, p. Una empresa puede exceder el nivel de emisiones permitido en las licencias que posee, pero se le cobra una cuota, f, por una de emisiones excedentes. De igual manera, si las emisiones son menores que el nivel estipulado en la licencia recibe un subsidio, s, por unidad. Por consiguiente, el precio de la licencia debe encontrarse en el rango entre s y f; si p excede a f ninguna empresa compraría licencias y preferiría pagar la cuota, por lo que tendría que bajar el precio de la licencia. Asimismo, si p fuese menor que s, todas las empresas tendrían un incentivo para comprar licencias y obtener una ganancia de $s–p$, pero no habría vendedores, por lo que p tendría que subir. La ventaja de este programa es aparente si se recuerdan los dos posibles problemas que pueden surgir de una restricción cuantitativa. Por una parte, si los costos marginales que resultan de reducir la contaminación son menores que lo anticipado, la restricción cuantitativa se traduciría en muy poco control de la contaminación; por otra parte, si dichos costos son más altos que lo esperado, la restricción cuantitativa conduciría a una disminución desproporcionada. Si el error en el cálculo es pequeño, la distorsión y el daño social resultantes también serán menores. Por la misma razón, si el error es grande, la distorsión y el daño social que resultan serán mayores también. Con este programa, la cuota establece un límite a la distorsión que resulta de subestimar los costos marginales de reducción, mientras que el subsidio establece un límite a la distorsión que resulta de sobreestimar dichos costos. En pocas palabras, un programa mixto limita las pérdidas que pudiesen resultar de un cálculo equivocado de los costos de reducción ya sea en sentido descendente o ascendente.

El caso de la cuota por incumplimiento

Pueden distinguirse ciertas características del programa de Roberts-Spence[6] en un gran número de aplicaciones reales de la política ambiental. Una variante es la cuota por incumplimiento que combina un límite cuantitativo de emisiones provenientes de una sola fuente (una norma) con una cuota por emisiones excedentes. La diferencia principal con el programa de Roberts-Spence es la ausencia de un subsidio para las reducciones en las emisiones por debajo de la norma. En cuanto a los aspectos económicos, podría justificarse esta asimetría si hubiera mayores probabilidades de que la autoridad reguladora subestimara, no sobreestimara, los costos marginales de reducción. No existe una razón *a priori* para suponer que uno u otro cálculo equivocado sea más común. Sin embargo, existen motivos para suponer que es más frecuente que quienes formulan la política se interesen más en asegurarse de que no se subestimen los costos de reducción. Lo anterior se debe a que una subestimación podría resultar en costos innecesariamente elevados para las industrias contaminadoras, lo que podría generar una fuerte reacción política; una sobreestimación podría presentarse como un daño ambiental excesivo cuyos efectos, si se diseminaran ampliamente, quizá producirían una reacción política menor. Existen motivos para suponer que puede haber una sobreestimación o una subestimación en los costos de reducción. La razón es sencilla y tiene mucho que ver con el punto anterior; es decir, las industrias contaminadoras cuentan con incentivos para exagerar los costos esperados por cumplimiento cuando se discute la política normativa con la esperanza de que el gobierno "sea tolerante". Debido al carácter privado de dicha información, tal vez sea limitada la capacidad del gobierno para verificar en forma in-

4. Martin L. Weitzman, "Prices vs. Quantities", *Review of Economic Studies*, XLI, octubre de 1974, pp. 477-491.

5. Marc J. Roberts y Michael Spence, "Effluent Charges and Licenses under Uncertainty", *Journal of Public Economics*, abril-mayo de 1976, pp. 193-208.

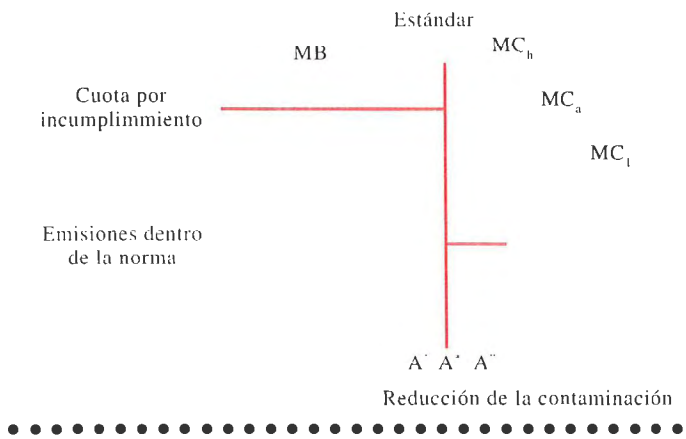
6. *Ibid.*

dependiente lo que afirma la industria. En cualquier caso, quizá ésta no cuente con información detallada sobre los costos de reducir la contaminación, lo cual dependería de la eficacia de un esfuerzo innovador aún por realizarse. Una vez que se pone en marcha un reglamento, con frecuencia los gobiernos (y la industria) se encuentran con que los costos por cumplimiento son "sorprendentemente" bajos.

Si se considera que existen las mismas probabilidades de que se subestimen o sobreestimen los costos de reducción, la cuota por incumplimiento debería conducir a un instrumento que se asemeje más al programa Roberts-Spence, con un precio mínimo y otro máximo para las emisiones. Si bien en ese programa se establece el precio mínimo mediante un subsidio sobre las reducciones en las emisiones por debajo del nivel permitido, tendría el mismo efecto un cargo gradual (con una tasa de cargos menor para las emisiones que se encuentran dentro de la norma y una cuota por incumplimiento más elevada para las emisiones que la exceden). En suma, mientras los costos marginales de reducción sean menores al cargo por las emisiones que se encuentren dentro de la norma, el agente contaminador tendrá un incentivo para reducir las emisiones y en esa forma evitar el pago del cargo y ahorrarse la diferencia. Por consiguiente, la adopción del cargo por las emisiones que se encuentran dentro de la norma representa un incentivo continuo para que los agentes contaminantes encuentren métodos de reducción de bajo costo que ofrezcan un rendimiento mejor que la norma en una manera que no lo hace la cuota por incumplimiento.

La gráfica muestra un programa en el cual la norma para las emisiones está diseñada para lograr un nivel A* de reducción de la contaminación, que coincide con el nivel óptimo de reducción de la contaminación (esto no es necesario para el análisis). Una empresa con costos marginales de reducción MC_a sólo cumpliría con la norma, como lo harían las empresas con costos de reducción un poco más elevados o un poco más bajos. Sin embargo, si existe una empresa con costos marginales de reducción tan elevados como MC_h, dicha empresa sólo podría reducir la contaminación al nivel A' y pagaría la cuota por incumplimiento en el caso de las emisiones excedentes, ya que dicha cuota es menor que MC_h entre A' y A*. Por otra parte, si existe una empresa con costos marginales de reducción tan bajos como MC_l, dicha empresa sólo reduciría la contaminación a A* con base sólo en la norma y una cuota por incumplimiento. Si además esta empresa tuviera que pagar un cargo por las emisiones que se encuentran dentro de la norma, optaría por disminuir a A", ya que entre A* y A" sus costos marginales de reducción son menores que el cargo. Sin embargo, no habría incentivo para que redujera la contaminación más allá de A". Entre algunos ejemplos de programas de cargos formulados como cuotas por incumplimiento se encuentran los que se utilizan en China (contaminantes múltiples de aire y agua), Malasia (residuos de aceite de palma) y Corea (programa original de cargos por contaminación de aire y agua).[7] Recientemente, Corea introdujo una tasa menor de cargos por contaminación una vez que el nivel no exceda 30%; más allá de ese porcentaje se aplica la cuota por incumplimiento. Así, en la actualidad ya existe un incentivo económico para reducir la contaminación a un nivel muy por debajo de la norma, si bien no a cero.[8]

Norma de emisiones



Conclusiones

En este trabajo se ofrece una explicación sobre la frecuencia del uso de los instrumentos de política ambiental que combinan restricciones cuantitativas con señales de precio en cuanto a la prevalencia de la incertidumbre sobre las funciones de los costos de reducción. Si bien no existen motivos para suponer que las personas encargadas de formular la política tengan mayor inclinación por subestimar que por sobreestimar dichos costos, han mostrado una preferencia por las cuotas por incumplimiento, las que establecen un precio máximo pero no uno mínimo para la contaminación. Esta preferencia se debe en gran parte a consideraciones de política económica y a la prioridad de la competitividad sobre el control subóptimo de la contaminación. El carácter privado de la información sobre los costos que requiere formular una política acertada sugiere que hay las mismas posibilidades de que exista una tendencia a sobreestimar *ex ante* los costos de reducción que a subestimarlos, y que por consiguiente un instrumento mixto debe establecer tanto un precio mínimo como uno máximo para la contaminación, según la reforma reciente de Corea a su programa de cuotas por incumplimiento para incluir un cargo por descargas dentro de la norma más allá de un nivel mínimo.

7. H.S. Rhea, "The Use of Economic Instruments in Environmental Protection in Korea", en *Applying Economic Instruments to Environmental Policies in OECD and Dynamic Non-Member Economies*, Documentos de la OCDE, París, 1994; J.R. Vincent, *Reducing Effluent While Raising Affluence: Water Pollution Abatement in Malaysia*, Harvard Institute for International Development, Cambridge, Mass., 18 de marzo de 1993, y H. Wang y D. Wheeler, *Pricing Industrial Pollution in China: An Econometric Analysis of the Levy System*, Banco Mundial, Washington, julio de 1996.

8. OCDE, *Environmental Performance Reviews: Korea*, París, 1977.