



Promoción del cumplimiento ambiental

Compendio de artículos académicos sobre regulación y cumplimiento normativo.

Datos de catalogación bibliográfica

OEFA
Promoción del cumplimiento ambiental.
Compendio de artículos académicos sobre regulación y cumplimiento normativo.

Lima: OEFA, 2021

Área: Medio ambiente
Protección ambiental
Regulación ambiental
Fiscalización Ambiental

I. Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA)

Formato digital

Páginas: 136

ISBN:



Creative Commons 2021 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental OEFA.

Av. Faustino Sánchez Carrión N°. 603, 607 y 615 Jesús María, Lima, Perú.

Teléfono: (51-1) 204-9900

Webmaster: webmaster@oefa.gob.pe

Sitio web: www.oefa.gob.pe

Síguenos en:



Supervisión editorial

Subdirección de Fortalecimiento de Capacidades en Fiscalización Ambiental (SFOR):

Giovana Hurtado Magán.

Edición

Coordinación de Investigación e Innovación para la Fiscalización Ambiental (Cinfa):

Eliana Ames Vega

Gisella Jimenez Bustamante

Pablo Peña Quispe

Sara Chávez Urbina (+)

Diseño de carátula y diagramación de interiores

Oficina de Relaciones Institucionales y Atención a la Ciudadanía

Primera edición: diciembre de 2021.

Hecho el Deposito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N.º 2021- 02089

La información contenida en esta publicación puede ser reproducida parcialmente, informando previa y expresamente al OEFA y mencionando los créditos y las fuentes de origen respectivas.

Las ideas, afirmaciones y opiniones expresadas por los autores y revisores son de su exclusiva responsabilidad, y no necesariamente reflejan las opiniones del OEFA.

Los artículos han sido publicados originalmente en inglés y traducidos al español para esta edición con el permiso de los autores y editores, de ser el caso.

La traducción certificada de los artículos de Mark A. Cohen, Nuno Garoupa, Louis Kaplow y otro y Sandra Rousseau estuvo a cargo de "Esit Interpretación, traducción, eventos S.A.", y la del artículo de Jan Krátky y otros a cargo de "Global Translation E.I.R.L."

Contenido

Introducción.....	4
Agradecimientos	5
Artículos:	
1. Estrategia de cumplimiento óptimo para prevenir derrames de petróleo: una aplicación de un modelo principal-agente con riesgo moral Mark Cohen.....	7
2. Aplicación óptima de la ley e información imperfecta cuando la riqueza varía entre personas Nuno Garoupa.....	34
3. Magnitud óptima y probabilidad de las multas Nuno Garoupa.....	51
4. Aplicación óptima de la ley con auto información del comportamiento Louis Kaplow y Steven Shavell.....	60
5. Depende de quién te esté mirando: señales de agentes 3D aumentan la equidad Jan Krátky, Dimitris Xygalatas, Jhon McGraw, Panagiotis Mitkidis	84
6. Análisis empírico de sanciones por delitos ambientales Sandra Rousseau.	104

Introducción

La presente publicación reúne seis artículos que fueron escritos originalmente en inglés por reconocidos/as autores/as e investigadores/as de Estados Unidos de América y Europa principalmente, los mismos que han sido validados en sus versiones traducidas al español por un equipo de profesionales del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA).

La motivación de esta publicación nace del compromiso institucional con la promoción del cumplimiento de las obligaciones ambientales por parte de los agentes económicos y del objetivo que tenemos de incrementar el nivel de cumplimiento de los agentes fiscalizados a través de la aplicación de estrategias que los incentiven a actuar conforme a derecho.

En ese sentido, la imposición de sanciones es una de las estrategias más utilizadas para la promoción del cumplimiento normativo, tal es así que su uso está instaurado en el *"ius puniendi"* del Estado (facultad sancionadora del Estado), y se encuentra regulado por criterios y principios establecidos en la Ley de Procedimiento Administrativo General (Ley N° 27444).

A través de esta iniciativa, esperamos contribuir al debate desde una perspectiva económica y ambiental en materia de promoción del cumplimiento; por ello, cada artículo contiene una breve introducción al desarrollo de la investigación.

El primer artículo, escrito por Mark A. Cohen, experto en regulación ambiental, está referido a la *"Estrategia de cumplimiento óptimo para prevenir derrames de petróleo: una aplicación de un modelo principal-agente con riesgo moral"*, y fue publicado por la Universidad de Chicago en su Revista de Derecho y Economía en 1987. La revisión de la traducción estuvo a cargo del economista Ricardo Machuca Breña, exdirector de la Dirección de Fiscalización Ambiental (DFAI).

El segundo artículo, escrito por el economista Nuno Garoupa, Doctor en Economía de la Universidad de York, se titula *"Aplicación óptima de la ley e información imperfecta cuando la riqueza varía entre individuos"*, y fue publicado por la Escuela de Economía y Ciencia Política de Londres en 1998. Para efectos de esta publicación, la revisión de la traducción estuvo a cargo del economista Óscar Carrillo Verástegui, Coordinador Económico de la Subdirección de Políticas y Mejora Regulatoria (SMER) del OEFA.

El tercer artículo también corresponde a Nuno Garoupa, quien además es expresidente de la Asociación Española de Derecho y Economía y exvicepresidente de la Asociación Europea de Derecho y Economía; y está referido a la *"Magnitud óptima y probabilidad de las multas"*, publicado en la Revista Económica Europea en el 2001. En este caso, el responsable de la introducción a este artículo fue Marcos Yui Punin, Vocal de la Sala Especializada en Minería, Energía, Pesquería e Industria Manufacturera del Tribunal de Fiscalización Ambiental (TFA) del OEFA.

El cuarto artículo está referido a la *"Aplicación óptima de la ley con autoinformación del comportamiento"*, y fue escrito por los PhD. Louis Kaplow y Steven Shavell, ambos profesores de la Facultad de Derecho de la Universidad de Harvard. Dicho artículo fue publicado en la

Revista de Economía Política de la Universidad de Chicago, en 1994. La responsable de la revisión de la versión traducida fue la economista Karina Montes Tapia, asesora de la Presidencia del Consejo Directivo (PCD) del OEFA.

El quinto artículo es el resultado de un trabajo experimental realizado en el año 2016 por los investigadores conductuales Jan Krátky y Dimitris Xygalatas, de la Universidad de Masaryk, de la República Checa; y Jhon McGraw y Panagiotis Mitkidis, de la Universidad de Aarhus, de Dinamarca; quienes luego de realizar diversas investigaciones sobre las conductas que benefician y que tienen consecuencias sociales positivas en favor de los/as demás; y de haber escrito numerosos artículos sobre el comportamiento social, la motivación y la interacción humana, publicaron el artículo titulado *“Depende de quién te esté mirando: señales de agentes 3D aumentan la equidad”*. La revisión de la traducción estuvo a cargo de la abogada Tessy Torres Sánchez, expresidenta del Consejo Directivo del OEFA.

Finalmente, el sexto artículo está referido al *“Análisis empírico de sanciones por delitos ambientales”*, en el que se genera evidencia empírica respecto a los factores que determinan las sanciones penales, administrativas y civiles de las infracciones ambientales en los Estados Unidos, Canadá y algunos países de Europa. El estudio fue realizado por Sandra Rousseau, PhD. en economía por la Universidad KU Leuven, de Bélgica; y la revisión de la traducción estuvo a cargo del economista Juan Carlos Neira Campos, especialista de la Dirección de Supervisión Ambiental en Energía y Minas (DSEM) del OEFA.

Miriam Alegría Zevallos

Presidenta (e) del Consejo Directivo
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

Agradecimientos

Expresamos nuestro especial reconocimiento a los/as especialistas del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA) a cargo de la introducción y revisión de la traducción del inglés al español de los artículos contenidos en esta publicación.

Artículos

Estrategia de cumplimiento óptimo para prevenir derrames de petróleo: una aplicación de un modelo principal-agente con riesgo moral



Ricardo Machuca Breña

Economista con estudios especializados en economía de los recursos naturales y del ambiente, evaluación de impactos, econometría aplicada y valoración económica de servicios ecosistémicos, y con dominio avanzado de paquetes estadísticos – econométricos. Es autor de publicaciones relacionadas a la economía ambiental, los recursos naturales y el fenómeno El Niño.

Sin lugar a dudas, el economista Mark Cohen es uno de los pioneros en introducir la variable ambiental a la Teoría de la ejecución pública de las leyes. Sus más de cien artículos – y algunos libros – le brindan el respaldo suficiente para considerarlo, entre otras cosas, un experto en regulación ambiental.

La presente investigación es, hoy por hoy un punto de partida para cualquier economista – o no – apasionado/a por el ambiente y su regulación, aunque la formación económica facilitará la comprensión de algunos términos que para el común de los individuos sonarán extraños. Las más de tres décadas que han pasado desde su publicación en 1987 la convierten en un clásico.

El artículo permite a el/la lector/a jugar el rol de Estado (principal) y empresa (agente) a la vez, conocer sus formas de pensar y, a partir de ello, plantear lógica y matemáticamente una receta para imponer una multa monetaria.

Es bien sabido que el Estado no puede estar en todos lados. Por ello, el monitoreo de las actividades empresariales resulta complejo. De otro lado, la empresa, agente maximizador neto, conoce muy bien al Estado. Y si no lo conoce, hará lo que pueda para conocerlo. Tal vez, consciente o inconscientemente, adoptará diversas posturas frente al riesgo de ser detectado en incumplimiento ambiental: habrá empresas temerosas al riesgo (aversas al riesgo) y otras, en cambio, disfrutarán de él (amantes del riesgo). Todo ello, en este caso, se analiza para un programa de prevención de derrames de petróleo de la guardia costera de los Estados Unidos.

Les invito a leer esta investigación, sin perder de vista que actualmente existe consenso en que el esfuerzo del Estado debe orientarse a promover el cumplimiento. En algunos casos, a través de la persuasión, como por ejemplo un llamado de atención; en otros, ante la resistencia al cumplimiento, corresponderá una sanción.

Los tiempos cambian, todo es perfectible, pero investigaciones como esta siempre serán referentes en la regulación ambiental internacional.

ESTRATEGIA DE CUMPLIMIENTO ÓPTIMO PARA PREVENIR DERRAMES DE PETRÓLEO: UNA APLICACIÓN DE UN MODELO PRINCIPAL-AGENTE CON RIESGO MORAL*

Mark A. Cohen
Universidad de Vanderbilt

I. Introducción

El propósito del presente artículo es proporcionar un marco general desde el cual analizar el control del gobierno y el cumplimiento de las regulaciones diseñadas para reducir las externalidades estocásticas. Los ejemplos de externalidades estocásticas incluyen muchos tipos de contaminación, tales como accidentes en centrales nucleares, derrames de petróleo y fugas de vertederos de desechos peligrosos. Se podrían incluir muchos otros temas de salud y seguridad similares, tales como la regulación de los centros de trabajo de la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA, por sus siglas en inglés) y las regulaciones sobre las prescripciones médicas y los aditivos alimentarios por la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA, por sus siglas en inglés). Un último ejemplo podría ser el programa automático de defectos de la Comisión Federal de Comercio (FTC, por sus siglas en inglés), que está diseñado para compensar a los/as consumidores/as por los defectos sistemáticos que ocurren después del vencimiento del período de garantía del fabricante.

El problema de las externalidades y sus soluciones teóricas ha recibido una atención considerable en la literatura económica. Sabemos, por ejemplo, que la contaminación debe controlarse para equiparar los costos marginales con los beneficios marginales. Implementar esta regla bastante sencilla, sin embargo, no es un ejercicio directo. La efectividad de una regulación dependerá del nivel de cumplimiento de las firmas que están siendo reguladas. Además, el nivel de cumplimiento de las firmas dependerá en última instancia de la efectividad de la autoridad reguladora en hacer cumplir su norma.

Cuando la contaminación es un suceso aleatorio y el regulador no tiene la información completa sobre su origen o dimensión, la estrategia de cumplimiento elegida por el regulador es especialmente importante. Los organismos reguladores tienen una gran cantidad de posibles herramientas de cumplimiento a su disposición, tales como el monitoreo directo, inspecciones inopinadas, multas

*Este artículo se basa en parte en el Cap. 2 de mi tesis en la Escuela Superior de Administración Industrial, Universidad de Carnegie-Mellon. Mis agradecimientos a Robert C. Anderson, Roy Boyd, Dennis Epple, Jon Harford, Lester Lave, Robert Miller, Joe Mulholland, y a un árbitro anónimo por sus abundantes comentarios valiosos. Gracias también al Vice Comandante Robert Brulle por proporcionarme tanto con información sobre la Guardia Costera como con muchas perspectivas útiles sobre las políticas de cumplimiento de la agencia. Las opiniones expresadas son las del autor y no reflejan la posición de la Guardia Costera de los EE. UU. ni de los miembros de su personal. Cualquier error pendiente es de mi exclusiva responsabilidad.

[*Journal of Law & Economics*, vol. XXX (Abril de 1987)] © 1987 por la Universidad de Chicago. Todos los derechos reservados. 0022-2186/87/3001-0008\$01.50

y penalizaciones *ex post*, así como tipos más implícitos de cumplimiento tales como amenazas y hostigamiento. Estas herramientas deben evaluarse sobre la base de su productividad para lograr los resultados deseados y su costo de implementación.

En el pasado, gran parte de la literatura económica sobre monitoreo y cumplimiento se centraba únicamente en el lado empresarial del problema. En el caso de la contaminación, Harford investigó por primera vez el problema de una empresa sujeta a una supervisión imperfecta.¹ Más recientemente, Beavis y Walker examinaron el comportamiento de las empresas estocásticamente contaminantes que están sujetas a un control aleatorio por parte del gobierno.² Epple y Visscher desarrollaron y estimaron un modelo de comportamiento de la firma en el caso de los buques de transporte de petróleo.³ Demostraron que las empresas en dicha industria responden a diversos grados de cumplimiento del gobierno. Sin embargo, todos estos estudios previos han tomado en cuenta la elección de las herramientas de cumplimiento utilizadas por el regulador. Luego, examinan cómo una empresa que maximiza los beneficios esperados responde al cumplimiento. Ninguno de estos artículos ha explorado la motivación subyacente para elegir una estrategia de cumplimiento.

Este artículo se ocupa de caracterizar la estrategia de cumplimiento óptima para un regulador gubernamental, teniendo en cuenta las reacciones esperadas de las empresas reguladas. Una vez que se ha determinado una norma regulatoria, el problema del regulador es diseñar un esquema de cumplimiento que brinde incentivos para que la empresa gaste sus recursos a fin de prevenir y controlar la contaminación. Sin embargo, dado que el cumplimiento es costoso, el mecanismo de cumplimiento óptimo puede ser uno en el que *ex post* el regulador no observe todos los contaminantes (y que, por ende, algunas empresas puedan lamentar sus gastos en contaminación) pero en el cual *ex ante* la empresa elige la acción deseada por el regulador sobre la base de su probabilidad subjetiva de ser detectado.

En muchos sentidos, este problema puede verse como un modelo de principal-agente con riesgo moral. Se asume que el principal es un gobierno con autoridad reguladora sobre las empresas, y que el agente es una empresa que contamina estocásticamente el medio ambiente. El riesgo moral se debe al hecho de que la empresa debe tomar alguna medida costosa (no observable) para reducir la probabilidad de contaminación. El “contrato” es una función de penalización que determina la cantidad que una empresa debe pagar al gobierno en caso de que contamine. De una manera similar a la que se encuentra en la literatura del principal-agente, se pueden examinar las condiciones bajo las cuales un esquema de penalización simple producirá la mejor solución. Si no se puede lograr la mejor solución, se puede determinar cuándo el monitoreo podría mejorar la naturaleza de la solución. De esta manera, se puede derivar endógenamente la necesidad de varios tipos de actividades de monitoreo como herramientas de cumplimiento.

La sección II describe cómo la estrategia de cumplimiento óptimo puede depender de resultados conocidos en la literatura del principal-agente. La Sección III se enfoca en un ejemplo de un problema de contaminación gubernamental, a saber, el programa de prevención de derrames de petróleo de la Guardia Costera de los Estados Unidos. Se muestra cómo se puede aplicar el análisis teórico anterior a un problema del mundo real. La Sección IV aborda el tema de si la actual estrategia de cumplimiento de la Guardia Costera es óptima y discute varias implicaciones políticas sobre la base de este análisis. Varios comentarios finales están reservados para la Sección V.

1 Jon D. Harford, *Firm Behavior under Imperfectly Enforceable Pollution Standards and Taxes*, 5 J. Envtl. Econ. & Mgmt. 26 (1978).

2 Brian Beavis & Martin Walker, *Random Wastes, Imperfect Monitoring and Environmental Quality Standards*, 21 J. Pub. Econ. 377 (1983).

3 Dennis Epple & Michael Visscher, *Environmental Pollution: Modeling Occurrence, Detection, and Deterrence*, 27 J. Law & Econ. 29 (1984).

II. Cumplimiento Regulatorio y Riesgo Moral

El problema del principal-agente se ha utilizado para modelar muchas relaciones económicas que implican compartir riesgos e incentivos. Tres ejemplos a menudo citados son la aparcería, la relación empleado-empendedor y el seguro.⁴ El denominador común que se presenta a través de estos problemas es la existencia de un agente que realiza alguna acción que afecta la distribución de probabilidad de un suceso aleatorio. Este suceso aleatorio afecta la utilidad tanto del agente como la del principal. Dado que es la acción del agente la que afecta la utilidad del principal, la pregunta económica interesante es caracterizar un contrato entre las dos partes que proporcione incentivos al agente para elegir el nivel óptimo de esfuerzo.

Si el principal no puede observar la acción tomada por el agente, surge el problema del riesgo moral. El principal no puede hacer cumplir el contrato óptimo porque *ex post* no tiene forma de verificar si se tomó la acción acordada. Por lo tanto, el problema se enfoca en encontrar un segundo mejor óptimo. Se ha demostrado que cuando el nivel de esfuerzo es observable o el agente es neutral ante el riesgo, se puede lograr la mejor solución.⁵

Estos simples resultados teóricos tienen un importante contenido empírico. Para el análisis normativo, uno puede responder a la pregunta de cómo debe diseñarse un contrato para inducir la acción apropiada por parte del agente. Para un análisis económico positivo, estos resultados a menudo se pueden utilizar para explicar tales acuerdos contractuales.

La literatura de principal-agente proporciona un marco conveniente desde el cual analizar el problema de un regulador gubernamental que debe decidir cómo hacer cumplir sus regulaciones. Shavell sugirió que el problema para regular una empresa que causa accidentes aleatorios (tales como los daños ambientales) se puede ver de esta manera.⁶ Su observación casual y, sin embargo, perspicaz, fue que un estándar de responsabilidad estricta (donde la empresa es responsable por los daños, independientemente de la causa del accidente) puede considerarse un contrato de principal-agente que depende solo del resultado. Por otro lado, una norma por negligencia puede considerarse como un contrato que depende de la información sobre el nivel de esfuerzo del agente.

Sobre la base de los resultados teóricos de su artículo, Shavell afirma que, si la empresa es neutral en cuanto al riesgo, sería generalmente adecuado un enfoque de responsabilidad estricta. Sin embargo, si la empresa es reacia a asumir riesgos, es posible que se necesite una norma por negligencia para evitar que la empresa abandone la industria o que invierta demasiado en recursos preventivos. Concluye esta discusión advirtiéndole que la elección entre normas de responsabilidad estricta y por negligencia también depende de otros factores, como la calidad y el costo de la información.

Si la analogía de Shavell se toma literalmente, no hay razón para que el gobierno monitoree las acciones de una empresa neutral en cuanto al riesgo.⁷ Mientras haya una probabilidad positiva de ser detectado, el gobierno debería poder inducir un comportamiento óptimo (cumplimiento) con una

4 Veá, por ejemplo, A. Michael Spence & Richard J. Zeckhauser, *Insurance, Information and Individual Action*, 61 Am. Econ. Rev. 380 (1971); y Joseph Stiglitz, *Risk Sharing and Incentives in Sharecropping*, 61 Rev. Econ. Stud. 219 (1974).

5 Veá, por ejemplo, Milton Harris & Artur Raviv, *Some Results on Incentive Contracts*, 68 Am. Econ. Rev. 20 (1978); Milton Harris & Artur Raviv, *Optimal Incentive Contracts with Imperfect Information*, 20 J. Econ. Theory 231 (1979); Steven Shavell, *Risk Sharing and Incentives in the Principal and Agent Relationship*, 10 Bell J. Econ. 55 (1979); y Bengt Holmstrom, *Moral Hazard and Observability*, 10 Bell J. Econ. 74 (1979).

6 Shavell, *supra* nota 5, en 65.

7 A lo largo de este artículo, se hace una distinción entre los recursos de cumplimiento diseñados para detectar la fuente de una externalidad y los recursos gastados en el monitoreo del nivel de atención asumido por una empresa regulada para evitar que ocurra una externalidad.

penalización *ex post* igual a los daños sociales de la contaminación (ajustada al alza para tener en cuenta para la probabilidad de detección).⁸ Sin embargo, en la práctica, el gobierno dedica recursos considerables al monitoreo del nivel de cumplimiento de sus regulaciones. El resto de esta sección explorará las condiciones bajo las cuales el monitoreo es o no es requerido.

A. Neutralidad del riesgo y penalizaciones óptimas

Considere una empresa que causa aleatoriamente una externalidad, x , como un subproducto de su proceso de producción.⁹ Aunque la firma no pueda controlar la externalidad directamente, puede alterar la distribución de probabilidad subyacente. En particular, la empresa puede tomar cierto nivel de esfuerzo, e , para cambiar la distribución, $F(x, e)$, y reducir el tamaño esperado de la externalidad.¹⁰

El gobierno puede requerir que las empresas inviertan cierto nivel de esfuerzo. En caso de ser así, la empresa puede ser inspeccionada para asegurar su cumplimiento. Con la probabilidad $P_I(m_1)$ se inspeccionará la empresa, donde m_1 es la cantidad de recursos gubernamentales dedicados a la inspección *ex ante*. De ser inspeccionada, la empresa debe pagar una multa, $T_I(e)$, que disminuirá según el nivel de esfuerzo observado. Es de suponer que esta penalización es cero si se determina que la empresa cumple con los reglamentos que especifican el nivel de esfuerzo requerido.

Si se genera una externalidad, la probabilidad de que la empresa sea detectada por el gobierno es $P_D(x, m_2)$, donde m_2 es la cantidad de recursos gubernamentales dedicados a la detección. Si la empresa es detectada, el gobierno impondrá una penalización, $T_D(x, e)$. Dado que el gobierno no observa el nivel de esfuerzo realizado por la empresa, debe dedicar recursos, m_3 , al monitoreo *ex post* del nivel de esfuerzo de la empresa.¹¹ Además, la empresa puede incurrir en alguna pérdida privada, $v(x)$, como el valor de los recursos perdidos.¹²

Con la notación anterior y con un supuesto de neutralidad de riesgo por parte de la empresa, el beneficio esperado de la empresa se puede escribir:¹³

$$EU(e) = -P_I T_I(e) - \int_x [v(x) - P_D(x) T_D(x, e)] f(x, e) dx - e. \quad (1)$$

8 La literatura sobre economía del crimen ha abordado algunos de estos temas; vea, por ejemplo, Gary Becker, *Crime and Punishment: An Economic Approach*, 78 J. Pol. Econ. 168 (1968). Sin embargo, la cuestión de si el monitoreo es necesario no se ha abordado generalmente en este contexto, ya que se supone que el crimen no es estocástico, sino que está claramente “causado” por el criminal.

9 La siguiente especificación del problema de la empresa está adaptada del modelo de la empresa en Epple & Visscher, *supra* nota 3, en 31-38.

10 Hay dos tipos de acciones que la empresa puede tomar. Primero, puede tomar medidas preventivas, como aumentar los esfuerzos de investigación y desarrollo antes de introducir un nuevo producto químico o instalar un equipo de respaldo para evitar la fuga de desechos no tratados. El segundo tipo de acción que una empresa puede tomar apunta a reducir el daño causado por un evento. Esto se puede considerar como una acción tomada después de la ocurrencia de un evento o como una acción realizada antes de un evento contaminante cuyo único propósito es el de reducir la dimensión de la contaminación en caso de ocurrir. Un ejemplo del primero sería emplear un equipo de emergencia para contener la cantidad de contaminación emitida, una vez ocurrido el accidente, mientras que un ejemplo de este último caso sería la instalación de un equipo de contención de respaldo.

11 El modelo presentado aquí asume implícitamente que el monitoreo *ex post* revela perfectamente el nivel de esfuerzo. Sin embargo, el monitor m_3 no necesita revelar perfectamente el nivel de esfuerzo. Además, puede haber diferentes niveles de monitoreo *ex post* que darán diferentes niveles de precisión en la estimación de e . Como se muestra en Shavell, *supra* nota 5, en 64, y por Harris & Raviv, *Optimal Incentive Contracts with Imperfect Information*, *supra* nota 5, en 247-57, bajo ciertas condiciones, en particular, cuando el monitor es independiente del estado de naturaleza: cualquier monitor imperfecto es una mejora sobre la no supervisión.

12 Ejemplos de estos costos incluyen el valor del petróleo perdido en un derrame de petróleo, el costo de reemplazo del equipo perdido en una explosión y el inventario de un producto químico o medicamento retirado del mercado.

13 A lo largo de este trabajo se ignora la principal actividad económica de la firma. Suponiendo que la empresa opera en una industria competitiva, cualquier aumento en el costo de la prevención se transferirá completamente a través del precio del producto. Por supuesto, eso no significa que la empresa pueda simplemente tomar una cantidad infinita de medidas preventivas. De hecho, dado que la empresa es competitiva, el mercado la obliga a tomar las mismas medidas preventivas que todas las demás empresas.

Se asume que el gobierno (principal) es un maximizador del bienestar social y que, por ende, desea minimizar la suma de los daños ambientales, $D[(1 - r)x]$; costos de limpieza o recuperación, $C(rx)$; pérdida de recursos privados, $v(x)$; gastos preventivos, e ; gastos de monitoreo, m_1 y m_3 ; y gastos de detección, m_2 . El término r es la fracción de cualquier contaminación que se recupere o se limpie. Es elegido por el gobierno para que, dada la contaminación del tamaño x , $D[(1 - r)x] + C(rx)$ se minimice. En otras palabras, el gobierno anuncia que, para una contaminación del tamaño x , $(1 - r)x$ puede permanecer en el medio ambiente y que se debe limpiar rx . La elección del gobierno de r dependerá de la tecnología de limpieza y la función de daño. Por supuesto, para algunos tipos de contaminación, la limpieza es imposible, y la penalización consiste únicamente en los costos de los “daños”. Por lo tanto, la utilidad esperada del principal (bienestar social) puede expresarse como:

$$EW(e, m_1, m_2, m_3, r) = \int_x \{D[(1 - r)x] + C(rx) + v(x)\}f(x, e)dx - e - m_1 - m_2 - m_3. \quad (2)$$

Implícito en la especificación anterior está el hecho de que el principal es indiferente al nivel de la multa pagada por la empresa, $W'(T) = 0$. La multa es solo una transferencia de riqueza y no representa directamente ningún costo de recurso real. Al excluir la penalización de la función de utilidad del principal, se cumple una suposición utilizada implícitamente en muchos modelos del problema del principal-agente. Específicamente, a menudo se asume que la utilidad del principal es separable en x y T . En términos de este modelo, la evaluación marginal de la contaminación por parte de la sociedad es independiente del nivel de la sanción impuesta.¹⁴

Un regulador de maximización de bienestar social elegirá el nivel deseado de esfuerzo, los gastos de monitoreo y detección y la tasa de recuperación para maximizar (2). Esto se puede hacer estableciendo $m_1 = m_2 = m_3 = 0$ y estableciendo e de manera que $-\int \{D[(1 - r)x] + C(rx) + v(x)\}f_e(x, e)dx = 1$; es decir, el beneficio social marginal de un mayor nivel de esfuerzo se equipara a su costo marginal (se supone aquí como unidad).

Sin embargo, dado que el regulador no puede controlar directamente el nivel de esfuerzo de la empresa, debe diseñar una penalización (contrato) por la cual la empresa considere que es en su propio interés el elegir un nivel de esfuerzo socialmente óptimo. Con la especificación anterior, es fácil armar una penalización que logre este nivel máximo de bienestar social. En particular, considere la siguiente función de penalización:

$$T_D(x) = \frac{D[(1 - r)x] + C(rx)}{P_D(x)} \quad (3)$$

Sustituyendo (3) en (1) se obtiene (2), la función de bienestar social con gastos de vigilancia y detección nulos. Por lo tanto, se induce a la empresa a elegir el nivel de esfuerzo que maximice el bienestar social sin que el gobierno dedique recursos al monitoreo.

14 Si esta suposición es relajada, los resultados que siguen pueden no ser válidos. En particular, dado que el ejecutor del gobierno tiene un interés en el bienestar de la empresa contaminante y prefiere la prevención al castigo, algunos controles pueden ser óptimos. Vea Rajiv Banker & Ajay Maindiratta, Principal Agent Models with Generalized Multiattributable Preferences (borrador de documento de trabajo, Carnegie-Mellon Univ., School of Urban and Public Affairs 1983); y Rajiv Banker & Ajay Maindiratta, The Value of Corporate Social Accounting and Reporting: An Agency Theoretic Perspective (borrador de documento de trabajo, Carnegie-Mellon Univ., School of Urban and Public Affairs 1983). Véase también la discusión en la nota 64 infra y el texto que lo acompaña.

Además de especificar esta función de penalización, el gobierno también debe elegir la tasa de recuperación, r . Esto se elige de modo que $D'(r) = C'(r)$, equiparando los costos de limpieza marginales con los daños marginales. Tenga en cuenta que siempre que se elija r de manera óptima no afectará la elección de la empresa de e . Por lo tanto, los procesos de decisión para elegir una penalización y una tasa de recuperación son independientes entre sí.

Esta función de penalización óptima tiene una interpretación bastante intuitiva. Si se detectara toda la contaminación, $P_D(x) = 1$, (3) equivaldría a la penalización esperada al daño ambiental esperado más el costo de limpieza. De este modo, la penalización haría que la empresa tomara en cuenta los costos sociales de sus acciones, además de los costos privados ya contabilizados por su problema de maximización. Sin embargo, dado que no se detectan todas las fuentes, la probabilidad de detección también se incluye en la función de penalización.¹⁵ Por ejemplo, si $P_D(x) = 1/2$, entonces la porción de la penalización que se basa en daño y costo de limpieza se duplica. A pesar de que la empresa detectada paga más que el costo social de la contaminación, y aunque el contaminador no detectado no paga nada, la amenaza de tener que pagar esta alta penalización proporciona el incentivo adecuado para que ambas empresas obtengan el nivel óptimo de atención.

Obviamente, la ecuación (3) no se mantiene si $P_D(x) = 0$; es decir, si no hay posibilidad de ser detectado, no hay una función de penalización que induzca a la empresa a tomar el nivel óptimo de esfuerzo. En tal caso, se necesitaría algún nivel mínimo de gastos relacionados con la detección, m_2 , para lograr una probabilidad de detección positiva.

Hasta ahora se ha asumido que la probabilidad de detección depende solo del tamaño de x . Sin embargo, también puede depender de las características específicas de la empresa. Por ejemplo, suponga que la probabilidad de detectar un derrame de petróleo dependa del tamaño del buque; es decir, $P_D = P_D(x, s)$. Es de suponer que los buques más pequeños tienen más posibilidades de evadir la detección, por lo que los $P_D'(s) > 0$. Dado que la penalización óptima está disminuyendo en P_D , esto sugeriría que la penalización está disminuyendo con el tamaño del buque.

Finalmente, puede ser que las empresas dediquen recursos para evadir las autoridades gubernamentales y así reducir la probabilidad de que sean detectadas. Al principio, parece que el modelo actual puede manejar fácilmente esta posibilidad, aumentando automáticamente la penalización para tener en cuenta la nueva tasa de detección. Sin embargo, el hecho de que P_D ahora difiere entre empresas con la misma tecnología de detección básica, proporciona un incentivo para que todas las empresas eviten la detección.

Una respuesta obvia a este problema es exigir la divulgación completa por parte de cualquier empresa que haya contaminado y penalizar severamente a toda empresa atrapada contaminando que no haya informado al gobierno. La implementación de este tipo de penalización es relativamente sencilla, siempre y cuando haya alguna probabilidad positiva de que el gobierno la detecte de manera independiente.¹⁶

Tenga en cuenta que nunca se necesitará monitorear (m_1 y m_3) en este modelo sencillo, lo que se deduce inmediatamente del hecho de que un nivel mínimo de m_2 (detección) permitirá el uso de la función de penalización óptima (3).

15 El tema de los ajustes de las penalidades para tener en cuenta la probabilidad de detección se ha estudiado ampliamente en la literatura sobre la economía del delito. Vea por ejemplo, A. Mitchell Polinsky & Steven Shavell, *The Optimal Tradeoff between the Probability and Magnitude of Fines*, 69 *Am. Econ. Rev.* 880 (1979).

16 De hecho, muchos programas de cumplimiento normativo están configurados de esta manera. Por ejemplo, la Guardia Costera puede imponer sanciones penales por no notificar a la agencia cuando se derrama petróleo en las aguas de los EE.UU. Ver 33 U.S.C. § 1321(b) (5).

Aunque (3) es una función de penalización óptima, no excluye la posibilidad de que una función de penalización que depende del nivel de esfuerzo pueda lograr el mismo nivel de esfuerzo que la función de penalización óptima (3). Si la información sobre el nivel de esfuerzo estuviera de alguna manera disponible sin costo para el gobierno, entonces podría construirse otra función de penalización que también brindaría la mejor solución. En particular, el siguiente contrato “forzoso”¹⁷ producirá el mismo nivel de esfuerzo por parte de la empresa:

$$T_D(x,e) = \frac{D[(1-r)x] + C(rx)}{P_D(x)} \quad \text{si } e < e^*$$

$$T_D(x,e) = 0 \quad \text{si } e > e^*,$$
(4)

donde e^* resuelve la ecuación (2). Esta penalización se basa en una norma de negligencia: la empresa se penaliza solo si la contaminación fue “causada” por la falta de atención preventiva de la empresa. La penalización que se muestra en (3) es una norma de responsabilidad estricta, ya que la empresa que contamina se penaliza independientemente de su nivel de esfuerzo.

A pesar de que ambas normas, la de responsabilidad estricta y de negligencia, inducen al nivel de atención óptimo socialmente hablando, en el modelo presentado arriba, el segundo requiere más información por parte del principal. Específicamente, el gobierno debe monitorear el nivel de esfuerzo. Dado que alguna detección es gratuita y el monitoreo es costoso, el estándar de responsabilidad estricta proporciona un nivel más alto de bienestar social neto.¹⁸ Sin embargo, bajo ciertas condiciones, una norma de negligencia puede ser preferible.¹⁹

Alejándose ligeramente de la naturaleza estática de este modelo y considerando un ajuste algo dinámico, puede haber otra razón importante para preferir una regla de responsabilidad estricta. Supongamos que el gobierno crea que hay espacio para mejoras tecnológicas que reducirían la probabilidad y / o el tamaño de la contaminación para un nivel dado de esfuerzo. Entonces, la norma de responsabilidad estricta proporciona a la empresa un incentivo para invertir en investigación y desarrollo, con la intención de encontrar una mejor tecnología²⁰, ello debido a que la empresa debe pagar todos los daños que ocasione. Por otro lado, si se utiliza la norma de negligencia, existe un menor incentivo para invertir en investigación y desarrollo, en atención a que el nivel de esfuerzo “óptimo” pre especificado depende solo de la tecnología actual.²¹

17 Para un análisis de los contratos forzados, véase Harris & Raviv, Some Results on Incentive Contracts, *supra* nota 5, en 24.

18 En el modelo estándar de principal - agente, este problema de “detección” nunca surge, ya que se supone que el principal no tiene ningún problema para identificar a su agente. En muchos problemas de regulación del gobierno, alguna detección también es automática. Por ejemplo, la Guardia Costera detectará algunos derrames de petróleo mientras lleva a cabo sus otras tareas. En otros casos, es probable que los miembros del público afectados por las externalidades informen de ello a las autoridades reguladoras. Incluso si no hay una detección automática, es probable que haya una cantidad, aunque sea mínima, de gastos que produzca una tasa de detección positiva.

19 En otros casos, es probable que los miembros del público afectados por las externalidades los llamen la atención de las autoridades reguladoras. Incluso si no hay una detección automática, es probable que haya una cantidad mínima de gastos que produzca una tasa de detección positiva.

20 Este es esencialmente el argumento utilizado por Richard Posner, Economic Analysis of Law 137-42 (2a ed. 1977), en su discusión sobre las leyes de negligencia contra las de responsabilidad estricta.

21 Por supuesto, es posible que la empresa que desarrolla una nueva tecnología de prevención intente renegociar el estándar de negligencia con el gobierno. Sin embargo, hay dos razones por las que los incentivos para desarrollar la nueva tecnología puedan no ser tan fuertes como lo serían bajo un estándar de responsabilidad estricta. Primero, el gobierno puede decidir usar la nueva tecnología como un dispositivo de prevención adicional en lugar de sustituir el requisito actual. En segundo lugar, incluso si se adopta la nueva tecnología como un sustituto, es probable que sea obligatorio en toda la industria. Por lo tanto, es posible que la empresa que desarrolle la nueva tecnología no pueda aprovechar plenamente sobre su innovación ya que sus competidores adoptarán rápidamente la misma tecnología.

No solo no hay necesidad de monitorear la acción de la empresa, sino cualquier información *ex post* que no involucre la magnitud del daño es irrelevante. En particular, tome nota que la penalización óptima no depende de la tecnología. Por ejemplo, considere una empresa de transporte de petróleo. Supongamos que el tamaño esperado de un derrame de petróleo dependa del tamaño del buque, $x(e, s)$, y que el derrame de petróleo esperado aumente con el tamaño del buque. Claramente, el nivel óptimo de esfuerzo, e^* , dependerá del tamaño del buque, por lo que los buques más grandes deberían gastar más en prevención. Sin embargo, la penalización *ex post* puede ser independiente del tamaño del buque, s , aunque la penalización esperada *ex ante* dependerá de s . Es el hecho de que los buques más grandes tienen mayores penalizaciones esperadas, lo que induce a la empresa a elegir el $e^*(s)$ óptimo; la multa *ex post* no es relevante para esta decisión.

Para resumir el resultado principal de esta sección, la penalización óptima sobre una empresa que maximiza los beneficios y es neutral, en cuanto al riesgo, es una función creciente de los daños sociales causados por la externalidad que realmente ocurra y de cualquier costo asociado con su limpieza o recuperación. Es una función decreciente de la probabilidad de ser detectado. Finalmente, no es una función del nivel de esfuerzo de la empresa, cualquier tecnología específica de la empresa, o el valor de los recursos privados perdidos.

Este resultado no será una sorpresa para aquellos familiarizados con la literatura del principal-agente. Es bien sabido que, si el agente es neutral ante el riesgo, la mejor solución puede lograrse sin controlar el nivel de esfuerzo. En su lugar, este resultado tiene implicancias políticas importantes que no se abordan a menudo en la literatura sobre regulación.

En particular, dado que los reguladores gubernamentales a menudo dedican recursos considerables para monitorear el cumplimiento de las empresas, uno puede preguntarse si este es un buen uso de los recursos del gobierno. Por supuesto, el modelo que se presenta aquí es muy simplista, y puede haber razones fuera de este modelo por las que se debe monitorear el nivel de cumplimiento y/o la fuente de la externalidad. La siguiente subsección examinará el papel de las preferencias de riesgo del agente en la creación de condiciones en las cuales algún monitoreo pueda ser deseable.²²

B. Aversión al riesgo, responsabilidad limitada y agentes que aman el riesgo

Es bien sabido que la aversión al riesgo por parte del agente es suficiente para introducir ganancias potenciales para monitorear la acción del agente.²³ Si una empresa es adversa al riesgo, prefiere una cierta penalización a su valor esperado. Una forma en que la empresa adversa al riesgo pueda obtener una mayor utilidad esperada es sobreinvertir en medidas preventivas. Por lo tanto, la empresa pasará una prima de riesgo a sus clientes. Un mayor nivel de prevención no solo es un desperdicio de recursos, sino que la prima de riesgo reduce el excedente del consumidor por el valor de la disminución de las compras debido al mayor precio del producto.

Por lo tanto, los beneficios potenciales del monitoreo surgen de las ganancias al comercio. Esencialmente, la empresa puede “cambiar” su acción por una rentabilidad arriesgada. Al monitorear la acción del agente y al no penalizar a la empresa por “mala suerte” de la naturaleza, el gobierno asume el riesgo, presumiblemente a través de un impuesto de suma global que no distorsiona la asignación de recursos. Por supuesto, si el monitoreo es costoso, entonces cualquier ganancia potencial del monitoreo debe compararse con esos costos.

22 En una versión anterior de este artículo, exploré varias otras suposiciones en las que el monitoreo juega un papel importante para un regulador gubernamental. Vea Mark A. Cohen, *Essays in the Economics of Information and Environmental Regulation* (publicación inédita de doctorado, Carnegie-Mellon Univ., Mayo de 1985), en 53-59.

23 Para ver pruebas formales de este resultado, vea Shavell, *supra* nota 5; Harris & Raviv, *Optimal*

Si el agente es adverso al riesgo, uno esperaría que la penalización dependiera no solo del monitoreo de la acción de la empresa, sino también de cualquier variable específica de la empresa que afecte la tecnología de prevención de la contaminación. Por ejemplo, si los buques de transporte de petróleo más grandes requieren un mayor nivel de esfuerzo, la penalización óptima dependerá del tamaño del buque y del monitor en sí. En este caso, si se mantiene constante el monitor observado, un tamaño de buque mayor significará una penalización mayor.

Dado que la neutralidad al riesgo es probablemente un supuesto razonable para la mayoría de las empresas, generalmente no hay necesidad de monitorear los niveles de cumplimiento. Sin embargo, en algunos casos, las preferencias al riesgo deberían desempeñar un papel en la formulación de la política de cumplimiento del gobierno.

Hasta ahora, se ha asumido que una empresa que está penalizada por el gobierno realmente pagará cualquier penalización que se evalúe. Sin embargo, si la responsabilidad de la empresa por daños y perjuicios es limitada, o si puede optar por declararse en bancarrota, el problema cambia considerablemente.²⁴

Si la empresa puede declararse en bancarrota en algunas situaciones graves ambientalmente, tiene un incentivo para asumir “demasiado” riesgo. La responsabilidad limitada hace que un agente neutral al riesgo ame el riesgo. El agente ahora está dispuesto a prestar menos atención y reducir ciertos costos de prevención a cambio del riesgo de un mal estado de la naturaleza, ya que este mal estado de la naturaleza no es tan costoso para el agente en cuanto a la cláusula de bancarrota.

Aunque una penalización mayor inducirá a las empresas a tener más cuidado, también tiene el efecto de aumentar la probabilidad de una bancarrota, lo que disminuye el nivel de atención. Por lo tanto, es de interés del principal establecer una función de penalización que tenga un menor costo esperado para el agente (reduciendo así la probabilidad de bancarrota) sin crear un incentivo de compensación para que el agente reduzca su nivel de atención. Uno de estos esquemas de penalización es un estándar de negligencia en el que el director controla el nivel de esfuerzo de un agente después de la realización de x y penaliza al agente solo si se considera que el esfuerzo del agente ha sido inaceptable. De esta manera, las empresas no son penalizadas por eventos contaminantes que no fueron “causados” por su falta de atención y reduce el tamaño de penalización esperado, lo que también reduce la probabilidad de una bancarrota. Al reducir la probabilidad de bancarrota, el estándar de negligencia puede inducir a un nivel de atención más alto que la norma de responsabilidad estricta.

III. Un ejemplo de contaminación estocástica: el programa de prevención de derrames de petróleo de la Guardia Costera

A. Antecedentes

El propósito de esta sección es demostrar la aplicabilidad del marco teórico establecido en la sección anterior. En particular, consideraremos el cumplimiento por parte de la Guardia Costera de los EE.UU. del reglamento de prevención y limpieza de derrames de cisternas y barcasas que transportan petróleo.

24 El tema de la bancarrota ha recibido alguna atención en la literatura relacionada al principal-agente. En el contexto de un aparcerero, Avishay Braverman & Joseph E. Stiglitz, *Sharecropping and the Interlinking of Agrarian Markets*, 72 *Am. Econ. Rev.* 695 (1982), encontraron que la bancarrota disminuyó la aversión del agente al riesgo. David Sappington, *Limited Liability Contracts between Principal and Agent*, 29 *J. Econ. Theory* 1 (1983), examinó un modelo general de principal - agente en el que el agente observa el estado de naturaleza antes de tomar cualquier acción. Demostró que la naturaleza del contrato cambiaba considerablemente cuando se permitió que el agente renunciara al contrato después de observar el estado de la naturaleza. Se puede encontrar una declaración más formal de por qué la responsabilidad limitada generalmente requiere controlar el nivel de atención del agente en el contexto de las externalidades estocásticas, en Cohen, *supra* nota 22, en 64-65

Lamentablemente, las limitaciones de los datos impiden la estimación de la función de penalización óptima y el nivel de monitoreo.²⁵ Sin embargo, queda mucho por aprender de los datos disponibles.

Los derrames de petróleo son un candidato ideal para un estudio de esta naturaleza, ya que su ocurrencia es aleatoria. Tanto la probabilidad de un derrame como el tamaño de un derrame que se ha producido dependen del nivel de cuidado que tengan el/la propietario/a y la tripulación del barco. Ejemplos de tales medidas preventivas son el equipo de navegación, un mantenimiento adecuado y personal debidamente capacitado.

La Ley de Mejora de la Calidad del Agua de 1970 prohíbe la descarga de petróleo en aguas continentales o costeras de los Estados Unidos. Esta ley requiere que todos los derrames sean reportados a la Guardia Costera y limpiados por el descargador. Si el contaminador no limpia el derrame de petróleo, la Guardia Costera está autorizada a realizar la limpieza y cobrar al contaminador por los costos incurridos. La Guardia Costera también tiene la facultad de multar a las empresas contaminantes con \$5,000 por cada incidente de contaminación.²⁶

En este artículo, solo considero los derrames causados por los buques de transporte de petróleo, tales como cisternas y barcasas. Aunque sólo un 15% de todos los derrames de petróleo son causados por cisternas y barcasas, representan aproximadamente un tercio de todo el petróleo derramado anualmente.²⁷

Además, existe una gran cantidad de datos disponibles sobre los barcos que han derramado petróleo a través del Sistema de Notificación de Incidentes de Contaminación de la Guardia Costera (PIRS, por sus singlas en inglés) e informes trimestrales (QAR, por sus siglas en inglés). Entre las variables disponibles de PIRS se encuentran la fecha, la ubicación, el tipo de buque, el tamaño y la naturaleza del derrame, la cantidad de petróleo recuperado, la causa del derrame y cualquier penalización evaluada. Otros datos potencialmente útiles incluyen la velocidad del viento y agua, los recursos ambientales afectados y el costo de la limpieza.

Lamentablemente, muchas de estas otras variables solo son reportadas esporádicamente desde el campo. La base de datos QAR incluye variables tales como el número de transferencias de petróleo y de horas dedicadas por la Guardia Costera a monitorear los buques de transporte de petróleo.

Debido a la naturaleza móvil de los buques de transporte de petróleo, la Guardia Costera no puede detectar todos los derrames. La política de cumplimiento de la Guardia Costera consiste en una combinación de detección, monitoreo y penalizaciones. No reportar una descarga de petróleo a la Guardia Costera es un delito penal que conlleva una penalización máxima de \$10,000 y/o un año de cárcel.²⁸ Como se mencionó anteriormente, el contaminador es responsable de los costos de remoción, más una penalización de \$5,000. Si bien la ley establece que se debe evaluar una penalización de \$5,000 por incidente contaminante, las multas reales impuestas por la Guardia Costera generalmente han sido muy inferiores.

Aunque todas las corporaciones tienen responsabilidad limitada, la industria marítima tiene una protección de responsabilidad limitada única bajo la ley de los Estados Unidos. Antes de 1970, el propietario de un buque era responsable solo por una cantidad equivalente al valor restante del buque.

25 Uno de los datos faltantes clave es la distribución de los tamaños de los buques y las transferencias por ubicación. Sin tales datos, no es posible estimar la probabilidad de derramar petróleo. Para una discusión completa de este problema, así como un intento de eludir esta limitación de datos, vea Epple & Visscher, *supra* nota 3, en 49-55.

26 Veá 33 U.S.C. § 1321 en general.

27 Veá Epple & Visscher, *supra* nota 3, e 2. Otras Fuentes de derrames de petróleo incluyen almacenamiento de petróleo e instalaciones de transferencia y pozos en alta mar.

28 33 U.S.C. § 1321(b)(5).

En un ejemplo extremo pero real, un tribunal de los Estados Unidos descubrió que los propietarios del superpetrolero *Torrey Canyon* no eran responsables por ningún daño por encima de los \$50, que era el valor de su única propiedad rescatada, un bote salvavidas. Sin embargo, el *Torrey Canyon* causó más de \$16 millones en daños cuantificables frente a las costas de Gran Bretaña y Francia.²⁹

En parte debido al incidente del *Torrey Canyon*, en 1970 el Congreso modificó el límite de responsabilidad del propietario en el caso de los costos de limpieza de los derrames de petróleo.³⁰ El límite legal de responsabilidad se estableció en \$100 por tonelada bruta del buque hasta un máximo de \$14 millones.³¹ Por lo tanto, un barco de 300 toneladas tenía un límite de \$30,000 en responsabilidad de los costos de limpieza. Sin embargo, este límite aparentemente demostró ser inadecuado.³²

Para ver qué tan fácil es alcanzar el límite de responsabilidad civil, considere un buque de 350 toneladas de peso muerto, con 300 toneladas de petróleo (aproximadamente 90,000 galones). Según la ley, su responsabilidad máxima por la limpieza de un derrame era de \$35,000. En un artículo anterior, estimé los costos de limpieza para derrames de petróleo de diferentes tamaños y ubicaciones.³³ Según dichas estimaciones, si el buque derramara 40,000 galones en aguas costeras, y si se recuperaran 20,000 galones, el costo, solo de la limpieza, sería de \$107,300. Esto no incluye ninguna penalización (ni el daño ambiental causado por los 20,000 galones restantes).

Por lo tanto, dado que las empresas de transporte de petróleo no siempre son responsables por el monto total de los daños causados por sus derrames de petróleo (es decir, estas empresas no son neutrales en cuanto al riesgo), uno esperaría que la Guardia Costera utilice un estándar de negligencia al evaluar las penalizaciones.

B. La efectividad de la aplicación de la Guardia Costera

Epple y Visscher³⁴ estimaron un modelo en el cual las empresas de transporte de petróleo responden al nivel de cumplimiento de la Guardia Costera cambiando su nivel de esfuerzos preventivos. En la notación del presente artículo, el modelo de Epple y Visscher haría que la empresa eligiera el nivel de esfuerzo, e , para maximizar la ganancia esperada, la ecuación (1). Al sustituir el nivel de aplicación de la Guardia Costera en las funciones de penalización y la probabilidad de detección, se puede resolver un nivel de esfuerzo de equilibrio, $e^* = g(V, m_1, m_2, m_3)$. Por lo tanto, se esperaba que los niveles más altos de cumplimiento resultaran en un mayor nivel de atención y, por ende, en derrames menores. Epple y Visscher especifican que la distribución de los derrames de petróleo sea lognormal y, por lo tanto, estiman que el tamaño promedio del derrame es una función del precio del petróleo, el nivel de

29 Veá Paul Burrows, Charles Rowley & David Owen, *The Economics of Accidental Oil Pollution by Tankers in Coastal Waters*, 3 J. Pub. Econ. 251 (1974). Los propietarios acabaron pagando aproximadamente \$3 millones en daños a las partes afectadas, ya que el derrame no se produjo en los EE.UU. y estaba sujeto a un acuerdo internacional sobre responsabilidad.

30 Para una discusión interesante sobre la historia legislativa de los límites de responsabilidad y de las razones políticas e institucionales para mantener la responsabilidad limitada, vea James David Spitzer, *Oil and Hazardous Material Cleanup Liability: A Study of Legal and Administrative Efficiency* (tesis de maestría, Univ. de Michigan 1980).

31 Las enmiendas a la Ley Federal de Control de la Contaminación del Agua en 1977 aumentaron la responsabilidad a \$150 por tonelada, con una responsabilidad mínima de \$250,000 para los petroleros. Las barcazas del interior son responsables de hasta \$150 por tonelada, con una responsabilidad mínima de \$125,000. Estos límites superiores entraron en vigencia a partir de 1978, que es posterior a los datos utilizados en este estudio.

32 Por ejemplo, Spitzer, *supra* nota 30, en 51-52, cita el caso de la barcaza *Dixie Buccaneer*, que descargó 1,265,000 galones de petróleo en el río Mississippi en 1974. El propietario detuvo su actividad de limpieza cuando los costos alcanzaron la responsabilidad límite. La Guardia Costera se vio obligada a asumir el esfuerzo de limpieza a un costo para el gobierno de alrededor de \$1 millón.

33 Mark A. Cohen, *The Costs and Benefits of Oil Spill Prevention and Control*, 13 J. Envtl. Econ. & Mgmt. 167 (1986).

34 Epple & Visscher, *supra* nota 3.

aplicación de la Guardia Costera y la variación del tamaño del derrame.³⁵ Además, se esperaba que el tamaño del buque fuera un determinante importante del tamaño del derrame, ya que los buques más grandes, *ceteris paribus*, deberían tener derrames más grandes. Su análisis empírico mostró que el aumento de la aplicación condujo a menores volúmenes de derrames observados.

La Tabla N.º 1 reestima los parámetros del tamaño de los derrames de petróleo reportados en la Tabla N.º 5 de Epple y Visscher. La única diferencia entre las dos estimaciones es que aquí separo el tipo de cumplimiento de la Guardia Costera. La Guardia Costera utiliza tres técnicas diferentes de monitoreo y detección.

Primero, inspeccionan los buques al azar para verificar que cumplan con el reglamento de prevención de derrames de petróleo. En segundo lugar, observan de manera selectiva las operaciones de transferencia de petróleo mientras los buques están atracados en los puertos. Al observar las operaciones de transferencia de petróleo, el personal de la Guardia Costera puede determinar si la tripulación del buque se adhiere a las técnicas prescritas de prevención de derrames de petróleo y cuenta con la capacitación y el equipo adecuado. Esto también asegura la detección de cualquier derrame que pueda ocurrir durante la operación de transferencia. En tercer lugar, el personal de la Guardia Costera patrulla aleatoriamente las zonas portuarias para detectar derrames de petróleo no declarados.³⁶

Las estimaciones mostradas en la Tabla N.º 1 son generalmente consistentes con las reportadas por Epple y Visscher. El tamaño del derrame de petróleo aumenta con el tamaño del buque y disminuye con el precio del petróleo. También disminuye con la cantidad de recursos de la Guardia Costera dedicados a observar las operaciones de transferencia y controlar los puertos. Sin embargo, las inspecciones diseñadas para determinar si los buques cumplen con el reglamento de prevención de derrames de petróleo no han tenido un efecto significativo en el tamaño del derrame.³⁷

35 Id. en 34. Epple and Visscher encontraron que la distribución lognormal se ajusta bastante bien a los datos. Tome nota de que si $\ln(x)$ se distribuye normalmente, su media es $\exp(\mu, + \sigma^2/2)$, por lo que cualquier estimación de $\ln(x)$ debería depender de la variación de la distribución del tamaño del derrame. Epple y Visscher estimaron el tamaño del derrame utilizando un procedimiento de dos pasos. Primero, estimaron el tamaño promedio del derrame por separado en cada distrito de la Guardia Costera en función del precio del petróleo, el tamaño del buque, y nivel de cumplimiento en ese distrito. Las variaciones estimadas resultantes para cada distrito se utilizaron como variables explicativas en el segundo paso.

36 Las inspecciones de buques corresponden al monitoreo, de m_1 , en nuestro modelo. Las patrullas portuarias aleatorias corresponden a gastos de detección, m_2 . La observación de las operaciones de transferencia de petróleo probablemente corresponda a los tres tipos de cumplimiento: monitoreo *ex ante*, m_1 ; detección, m_2 ; y seguimiento *ex post*, m_3 .

37 Es posible que las inspecciones de cumplimiento reduzcan la probabilidad de que ocurra un derrame, lo cual no se estima aquí.

TABLA N.º 1
PARÁMETROS ESTIMADOS DEL TAMAÑO DE DERRAMES DE PETRÓLEO

Variables	Solo Cisternas	Solo Barcazas	Cisternas y Barcazas Combinadas
Constante	1.04 (1.90)	1.94 (2.68)	1.49 (3.97)
Precio	-.83 (4.09)	-.17 (.84)	-.47 (3.26)
Tamaño del buque	.12 (3.55)	.18 (6.00)	.15 (7.27)
Variación	-.17 (4.64)	-.13 (1.63)	-.14 (4.87)
Inspecciones de cumplimiento	.02 (.29)	.12 (1.72)	.03 (.88)
Observar transferencias de petróleo	-.18 (2.68)	-.14 (2.05)	-.17 (3.91)
Patrullar puertos	-.21 (2.74)	-.18 (3.00)	-.20 (4.33)
<i>N</i> observaciones	2,905	3,737	6,642

NOTA.— Los estadísticos *t* están entre paréntesis. Los datos cubren todos los derrames reportados desde 1973 hasta 1977. La variable dependiente es $\ln(\text{tamaño del derrame})$. Siguiendo la ecuación de regresión estimada en Epple & Visscher, *supra* nota 3, el precio, el tamaño del buque y las variables de cumplimiento se expresan como logaritmos naturales. Las inspecciones y las observaciones de transferencia de petróleo se miden como el número total de horas por transferencia en un distrito determinado para cada tipo de buque. Las patrullas se miden como el número total de horas por transferencia en un distrito (no distinguibles por tipo de buque).

C. *Estimación de la función de penalización de la Guardia Costera*

El propósito de esta subsección es estimar la función de penalización que evalúa la Guardia Costera contra las empresas detectadas por haber provocado derrames de petróleo. Sobre la base del modelo teórico presentado anteriormente, uno esperaría que la penalización fuera un estándar de negligencia debido a la responsabilidad limitada de las empresas de transporte de petróleo que derraman petróleo. Además, sabemos que la Guardia Costera recopila información que podría usarse para hacer cumplir un estándar de negligencia. Asimismo, el modelo sugiere que la penalización debería depender de los daños ambientales, los costos de limpieza, la probabilidad de la detección y el tamaño del buque.

Dado que las empresas deben limpiar sus propios derrames (o se les factura los costos en que incurra el gobierno), la penalización monetaria es:

$$t(x, e) = T(x, e) - C(rx).$$

Aunque no se conocen los daños ambientales reales, los costos de limpieza de cada derrame o las probabilidades de detección, se pueden especificar algunas de las determinaciones relevantes de estas funciones.

Los daños y costos dependen del tamaño del derrame, de la fracción que quedó en el agua, de las variables relacionadas con el clima tales como la velocidad del viento y del agua, de la hora del día y de las estaciones, de la ubicación del derrame que determina los recursos que se ven afectados (como playas recreativas o peces), y del tipo de aceite.

El tamaño del derrame en el que se produce la bancarrota (y, por tanto, la probabilidad de bancarrota) depende del límite de responsabilidad, que depende del tamaño del buque, así como de la penalización y del nivel de esfuerzo.

La probabilidad de detección depende del tamaño del derrame, del tamaño del buque, del nivel de cumplimiento y de la tecnología de monitoreo. También depende de la tecnología de detección. Por ejemplo, suponga que la detección y el tamaño de la penalización están inversamente relacionados. Entonces, en la medida en que la tecnología de detección haya mejorado con el tiempo para un nivel fijo de recursos de monitoreo, la penalización debería disminuir con el tiempo. En el caso del programa de detección de derrames de petróleo de la Guardia Costera, hubo una mejora considerable en la tecnología de detección entre 1973 y 1977 (las fechas incluidas en el análisis empírico descrito a continuación).³⁸ En la medida en que la Guardia Costera pueda detectar de manera más eficiente los derrames de petróleo (y la fuente de los derrames) existe una menor necesidad de monitoreo del nivel de esfuerzo de la empresa. Por lo tanto, podrían mantener el mismo nivel de penalización y la misma tasa de detección a la vez que disminuyen los gastos de monitoreo. De forma alternativa, para el mismo nivel de detección y monitoreo, podrían disminuir la penalización mientras se mantiene el mismo nivel de cumplimiento.

De acuerdo con el modelo teórico presentado aquí, el tamaño del buque puede afectar la penalización de dos maneras diferentes. Presumiblemente, los buques más grandes son más fáciles de detectar. Esto sugiere que la penalización debería disminuir con el tamaño del buque (ya que la penalización es una función decreciente de la probabilidad de detección). Sin embargo, también es probable que el tamaño del buque afecte la probabilidad de bancarrota. Aunque no está claro en qué dirección debe ir esta dependencia, es probable que un tamaño de buque más grande provoque una penalización mayor si se utiliza un estándar de negligencia. Dado que un buque más grande tiene un mayor volumen potencial de derrame, el control de la “causa” de un derrame puede no justificar las variaciones en el tamaño de la penalización. En cambio, la penalización puede tener que reflejar el volumen potencial de derrame que se arriesga por un nivel inadecuado de esfuerzo.

Existen datos disponibles sobre más de 5,000 derrames ocurridos entre 1973 y 1977. Para cada derrame, se conocen la fecha y el tamaño del derrame, la fracción de petróleo recuperado, la ubicación del derrame, el tamaño del buque, y el tipo de aceite. Otras variables ambientales disponibles incluyen las vías fluviales continentales y costeras, y los recursos afectados (como las playas públicas). Se crearon variables ficticias para estas variables ambientales junto con una variable estacional como un indicador para el clima. El cumplimiento se estima en la cantidad de horas de cumplimiento de la Guardia Costera por transferencia de buque. Esto varía por distrito y por trimestre.

38 Durante ese tiempo, la Guardia Costera desarrolló e implementó un sistema de vigilancia aérea diseñado para detectar derrames de petróleo durante la noche o en condiciones climáticas adversas. También desarrollaron una prueba para identificar la composición exacta de cualquier muestra de aceite a fin de identificar la fuente de derrames no reportados. Se establecieron laboratorios especiales en el campo para que la oficina local de la Guardia Costera pudiera usar esta técnica de identificación cuando fuera necesario. Para una discusión de estos avances, vea U.S. Dept of Transportation, U.S. Coast Guard, Port and Environmental Safety: Operating Program Plan FY 86-90, app. A, Analysis (1983); y Lewis K. Bragaw, *Managing a Federal Agency: The Hidden Stimulus*, 199-200 (1980)

Finalmente, la Guardia Costera mantiene una contabilidad detallada de las causas de cada derrame. A partir de esos datos, se crearon cinco variables ficticias para distinguir los derrames por causa. Durante este período, más del 46% de todos los derrames se atribuyeron a errores del personal, aproximadamente el 19% a fallas en los equipos, el 4% a descargas intencionales, el 3% a equipos con mantenimiento inadecuado y menos del 1% a causas naturales. Los derrames de una causa desconocida representaron el 27% restante de los derrames y no se les asignó una variable ficticia.

En un análisis descriptivo de la función de penalización del gobierno, Epple y Visscher³⁹ vieron el problema del gobierno como una decisión entre las dos partes. Primero, estimaron una ecuación probit para la fracción de derrames que se evaluaron con una penalización. Una vez que se evaluó una penalización, estimaron su tamaño utilizando los Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO). Se realizó un ajuste adicional (que no alteró significativamente sus resultados) en el modelo MCO para tener en cuenta el sesgo de selección de la muestra. Encontraron que la penalización aumentó con el tamaño del buque, el tamaño del derrame y el nivel de cumplimiento.

La Tabla N.º 2 compara varias especificaciones de la función de penalización. La columna 1 presenta una estimación MCO que tiene como variable dependiente el tamaño de la penalización, en caso sea mayor a cero. Esto corresponde a la estimación de Epple-Visscher y esencialmente duplica sus resultados.⁴⁰

A continuación, las variables representativas de los daños ambientales y los costos de limpieza (a saber, el tipo de petróleo y los recursos afectados), las variables de “causa” y la tendencia temporal se agregaron a la ecuación.⁴¹

TABLA N.º 2
ECUACIÓN DE PENALIZACIÓN ESTIMADA

Variables	PENALIZACIÓN > 0 (MCO)		PENALIZACIÓN PUEDE SER NULA (Tobit)	
	(1)	(2)	(3)	(4)
Constante	-400.62	-183.52	-357.53	252.44
En (tamaño buque)	36.53 (4.92)	27.05 (3.61)	25.42 (3.25)	13.26 (1.70)
En (tamaño derrame)	209.65 (43.02)	207.46 (42.31)	172.26 (33.89)	169.41 (33.69)
En (cumplimiento)	45.93 (2.75)	39.06 (2.25)	-72.67 (-4.05)	-45.90 (-2.51)
Fraccion limpiada	...	-94.22 (-3.58)	...	-68.21 (-2.47)
Tiempo	...	-16.50 (-7.64)	...	-42.82 (-19.23)

39 Epple y Visscher, *supra* nota 3, en 42, Tabla N.º 2.

40 Todos los datos en este artículo están en dólares reales, mientras que Epple y Visscher usaron dólares nominales. Esto probablemente explica la ligera diferencia en los coeficientes estimados entre la col. 1 en la Tabla N.º 2 y la col. 3 en la Tabla N.º 2 de Epple y Visscher.

41 Todas estas estimaciones pueden considerarse ecuaciones de forma reducida, ya que no hay datos sobre la probabilidad de detección, daños o costos de limpieza. Las variables independientes utilizadas por Epple y Visscher en sus estimaciones también determinan parcialmente estas tres variables. Por ejemplo, el tamaño del buque probablemente afecta la detección; el tamaño del derrame afecta los costos de detección, daños y limpieza; y la aplicación afecta a la detección.

Variables	PENALIZACIÓN > 0 (MCO)		PENALIZACIÓN PUEDE SER NULA (Tobit)	
	(1)	(2)	(3)	(4)
Vías fluviales continentales	...	-64.57 (-2.35)	...	-50.11 (-1.73)
Playa	...	99.49 (.45)	...	-122.08 (-.55)
Petróleo bruto	...	9.33 (.27)	...	39.41 (1.08)
Gasolina	...	-86.65 (-2.01)	...	-34.96 (-.76)
Aceite combustible destilado	...	35.97 (.61)	...	47.22 (.75)
Gasóleo	...	-20.88 (-.58)	...	-14.93 (-.39)
Combustible residual	...	7.18 (.22)	...	26.65 (0.77)
Error de personal	...	152.80 (5.81)	...	135.66 (4.90)
Mantenimiento inadecuado	...	146.04 (2.31)	...	130.54 (1.96)
Falla en el equipo	...	97.18 (2.94)	...	62.45 (1.78)
Descarga intencional	...	629.08 (9.87)	...	435.19 (6.72)
Causa natural	...	373.50 (1.83)	...	297.72 (1.40)
Estacional	...	-5.58 (-.75)	...	-32.52 (-3.17)
R^2	.31	.35		
Probabilidad de registro	-35,254.4	-35,019.6
Observaciones (N)	4,241	4,241	5,103	5,103

NOTA.— Los estadísticos t están entre paréntesis.

La nueva especificación aumentó el R^2 ajustado de .31 a .35. En las columnas 3 y 4 de la Tabla N.º 2 se repite este análisis usando una especificación Tobit, donde se asume que el tamaño de la penalización se trunca en cero. Una prueba de razón de verosimilitud rechazó la hipótesis de que las columnas 3 y 4 eran idénticas.

El resultado más importante en la Tabla N.º 2 es que la mayoría de las variables del “esfuerzo” son significativas.⁴² Por lo tanto, la Guardia Costera usa claramente un estándar de negligencia frente a un estándar estrictamente de responsabilidad en su evaluación de penalizaciones.

Otro resultado interesante es que las descargas intencionales de petróleo tienen una penalización mucho mayor que las descargas debidas a otras causas. Por ejemplo, una descarga intencional de petróleo resultará, en promedio, en una penalización de dos a cuatro veces mayor a una penalización debido a una causa desconocida. Los derrames intencionales se deben generalmente a que un barco esté limpiando sus tanques antes de salir de un puerto (o al llegar a una distancia aceptable de un puerto). Por lo tanto, si se detecta un derrame, es muy fácil determinar si la causa fue intencional con solo comprobar si el barco fue limpiado. La penalización menor debido a causas que no sean “intencionales” puede reflejar un grado inherentemente menor de certeza que la Guardia Costera tiene sobre el incumplimiento de el/la propietario/a de un barco y la mayor incertidumbre *ex ante* que tiene el propietario del barco sobre si sus acciones, u omisiones, constituyen una transgresión al reglamento de derrames de petróleo.⁴³

La única variable de “daño” que es significativa, tanto en la columna 2 como en la 4, es la fracción del derrame que se ha limpiado. Otras que son significativas en una de las dos regresiones son las vías fluviales continentales, la gasolina, y la variable estacional. El signo negativo en la tendencia del tiempo es coherente con el incremento de la tecnología de detección que se discutió anteriormente, si el incremento de detección tiene un efecto negativo sobre la penalización. Sin embargo, como todas las variables monetarias han sido convertidas a dólares reales también es posible que la función penalizadora de la Guardia Costera simplemente no se ha mantenido a la par con la inflación.

Un resultado preocupante es el signo ambiguo en cuanto a la variable del cumplimiento. En la especificación MCO es positiva (y significativa), mientras que la regresión Tobit arroja un signo significativamente negativo. El modelo teórico desarrollado aquí sugiere que la penalización observada, t , es una función de los gastos por daños, cumplimiento, nivel de esfuerzo y limpieza. Puesto que se requiere que todos los derrames sean limpiados, todos los derrames sufren una penalización, T . Para algunos derrames, la porción monetaria de la penalización, $t = T - C$, de hecho, puede ser negativa (aunque la Guardia Costera no subsidia los esfuerzos de limpieza de empresas que estén más allá del nivel socialmente óptimo), y la empresa no paga ninguna penalización monetaria. Por ende, la especificación de Tobit (para datos censados) parece apropiada. Tome nota, sin embargo, que un modelo Tobit puede ser expresado como un caso especial de un modelo de selección de muestras.⁴⁴ Aunque una especificación de Tobit puede parecer atractiva por razones econométricas y es coherente con el modelo económico presentado aquí, podría ser que haya otras razones (no observables) por las que un modelo de selección de muestras pueda ser apropiado. Por ejemplo, la Guardia Costera puede basar su decisión en cuanto a evaluar una penalización sobre el rendimiento anterior de el/la propietario/a del barco. A pesar de que la Guardia Costera puede contar con información sobre el registro previo de el/la propietario/a del barco, los datos no proporcionan ese tipo de información.⁴⁵

42 El alto coeficiente para causas “naturales” no es muy significativo, con un error estándar de 217 y un nivel de significación de alrededor del 84%. Es probable que esto se deba a la pequeña cantidad de derrames reportados como resultado de causas naturales (quince de 5,103 derrames).

43 Para un modelo teórico que muestra cómo las normas legales inciertas pueden exigir penalizaciones más bajas, vea John E. Calfee & Richard Craswell, *Some Effects of Uncertainty on Compliance with Legal Standards*, 70 *Va.L. Rev.* 965 (1984); y Richard Craswell & John E. Calfee, *Deterrence and Uncertain Legal Standards*, *J. L. Econ. & Org.* (en prensa).

44 Veá James Heckman, *The Common Structure of Statistical Models of Truncation, Sample Selection and Limited Dependent Variables and a Simple Estimator for Such Models*, 5 *Annals Econ. & Soc. Measurement* 475 (1976). Si la especificación de Tobit es correcta, puede estimarse utilizando el procedimiento de Heckman, aunque el estimador no sea tan eficiente como la máxima probabilidad.

Tome nota de que r (la fracción del petróleo que ha sido limpiada) también es una variable endógena. La r óptima es una función del tamaño del derrame x , y otras variables ambientales tales como la velocidad del viento y del agua, la ubicación, el clima y el tipo de petróleo. Sin embargo, la elección de r es independiente de la penalización. Después de elegir r y de calcular los costos y daños, se evalúa la penalización. Por lo tanto, aunque la función de penalización depende de la variable endógena r , este sistema de dos ecuaciones es recursivo y no es necesario utilizar procedimientos de estimación simultáneos.

D. Penalizaciones óptimas bajo la política actual de la Guardia Costera

Aunque los datos no permiten la estimación simultánea de la penalización óptima y los niveles óptimos de monitoreo y cumplimiento, un examen de la política actual de la Guardia Costera arrojará algunas estimaciones cuantitativas sobre qué penalización óptima se le debe dar los niveles actuales de cumplimiento.

El resto de esta sección estima la “segunda mejor” penalización. En la Sección IV, estas estimaciones se utilizarán para plantear algunas implicaciones cualitativas con respecto a la optimalidad de la actual estrategia de cumplimiento de la Guardia Costera.

Antes de estimar la penalización óptima bajo la política de cumplimiento actual, es útil examinar la estructura de penalización actual. La penalización esperada de una empresa por un derrame consiste en la probabilidad de detección, los costos de limpieza y la penalización monetaria. En la Tabla N.º 2 se estimó la penalización monetaria. Las estimaciones de los costos de limpieza y detección se basan principalmente en mi trabajo anterior, que analiza con mayor detalle los supuestos y las técnicas utilizadas para medir estas variables.⁴⁵

Aunque la base de datos de la Guardia Costera no incluye la información completa de los costos de limpieza, sí indica si la información sobre costos registrada está completa para cada derrame. Desde 1973 hasta 1981 se informó que más de 600 derrames de petróleo crudo contaban con información completa sobre costos. Si bien esto es solo una pequeña fracción del número total de derrames de petróleo crudo, proporciona hasta cierto punto una medida de los costos.

Se supone que el costo de la limpieza es:

$$C(r, x) = a_0 (rx)^{a_1} r^{a_2};$$

45 Otra posible explicación para una variable de cumplimiento positivo es que la probabilidad de detección y la penalización están relacionadas negativamente. El cumplimiento puede no ser un indicador perfecto para la probabilidad de detección. Por ejemplo, puede ser que se necesiten más recursos de monitoreo de la Guardia Costera para mantener una penalización mayor, ya que las empresas pueden impugnar una penalización a través de los procedimientos administrativos de la Guardia Costera. Sabiendo esto, puede que la Guardia Costera tenga que pasar más tiempo monitoreando la acción de la empresa por los derrames que desea penalizar en gran medida para cumplir con los requisitos más estrictos de carga de la prueba necesarios durante los procedimientos administrativos. En los distritos con presupuestos suficientemente grandes, la Guardia Costera puede estar dispuesta a imponer una penalización alta, incluso si esto implica presentar una documentación extensa para defender el tamaño de la penalización. En los distritos que tienen menos flexibilidad presupuestaria, pueden estar más dispuestos a mantener la penalización baja para disminuir la posibilidad de un desafío costoso y para reducir el tiempo empleado en el monitoreo. Esta historia es consistente con la creencia de Epple y Visscher de que lo que estamos observando es el cumplimiento discrecional de los reglamentos

46 Cohen, *supra* nota 33.

Es decir, los costos de limpieza dependen tanto de la cantidad como de la fracción de petróleo eliminado.⁴⁷ Se realizaron regresiones separadas para áreas de ríos y puertos, ya que los derrames que ocurren en las vías de agua de rápido movimiento son mucho más difíciles (y costosos) de limpiar. Se puede calcular la siguiente función por costos de limpieza “esperados”:⁴⁸

$$C(x) = 120 x^{.441} + 23 x^{.707}. \quad (5)$$

Se puede considerar que la probabilidad de detección consiste en dos probabilidades. Primero, la Guardia Costera debe determinar que ha ocurrido un derrame. Segundo, se debe detectar la fuente de ese derrame. La probabilidad relevante para una empresa es el producto de estas dos probabilidades. La probabilidad anterior se estimó en otro lugar en un 87% para todos los derrames de más de 10,000 galones⁴⁹. Sin embargo, ya que es probable que la tasa de detección aumente con el tamaño del derrame, y puesto que la mayoría de derrames son menores a 10,000 galones, la verdadera tasa de detección es probablemente menor al 87%. Dado que se ha detectado un derrame, la Guardia Costera estima que hay alrededor de un 70% de posibilidades de determinar la fuente del derrame.⁵⁰ Multiplicar estas dos tasas rinde una probabilidad de detección de aproximadamente 60%.

La Tabla N.º 3 estima la penalización “esperada” actual para varios tamaños de derrames. La columna 1 se basa en la columna 4 de la Tabla N.º 2 con todas las demás variables de control establecidas en sus promedios. La columna 2 es la función de costo de limpieza compuesta que se muestra en la ecuación (5). La columna 3 es, por lo tanto, el costo total estimado para una empresa que derrama petróleo y es detectada por la Guardia Costera.

Finalmente, la columna 4 proporciona una estimación de cuál debería ser la máxima penalización óptima para los niveles actuales de monitoreo (y tasa de detección). Esto se basa en un daño ambiental estimado de \$3.00 por galón derramado, una tasa de recuperación promedio del 20% y una probabilidad de detección del 60%.⁵¹ Por lo tanto, si un derrame de tamaño x no se limpia, se supone que hace tanto daño como el derrame promedio de tamaño $1.25x$ (que se limpia), o \$3.75 por galón. Ajustando la probabilidad de detección (divido por .6), la penalización debe ser de \$6.25 por galón.

La penalización “óptima” estimada en la columna 4 está sujeta a una gran incertidumbre. Primero, está sesgada a la baja para derrames muy pequeños, ya que la tasa de detección para derrames pequeños puede ser inferior al 60% asumido para este análisis. Si los derrames pequeños tienen una tasa de detección significativamente más baja, la penalización óptima tendría que aumentar. En segundo lugar, tenga en cuenta que se basa en los daños ambientales estimados de un derrame que no se ha limpiado.

Dado que una política de cumplimiento óptima minimizaría la suma de daños ambientales y costos de limpieza, la penalización real (incluidos costos de limpieza) debe necesariamente ser menor.⁵² Por lo

47 Como se muestra en Cohen, *supra* nota 33, en 172-73, a_1 es positivo y a_2 negativo. Por lo tanto, la tecnología de limpieza muestra una productividad marginal creciente con respecto al tamaño del derrame, pero una productividad marginal decreciente con respecto a la fracción limpiada.

48 Esto se basa en las ecuaciones de regresión reportadas en Cohen, *supra* nota 33, en 175, Tabla N.º 6, columnas 1, 3. Se derivó una estimación compuesta utilizando la tasa de recuperación promedio y la fracción de derrames de petróleo en ríos frente a puertos. Tenga en cuenta que esta función se basa en la cantidad total de petróleo derramado, no en la cantidad recuperada.

49 Vea Mary Ann Froehlich & John F. Bellatoni, Oil Spills Rates in Four U.S. Coastal Regions, in 1981 Oil Spills Conference Proceedings 677-83 (Instituto Americano del Petróleo, 1981).

50 Vea Departamento de Transporte de los EE.UU. *supra* nota 38.

51 Vea Cohen, *supra* nota 33.

52 Lamentablemente, la función del costo de limpieza estimada aquí no se puede utilizar para determinar la tasa de limpieza óptima y la penalización monetaria. La función del costo de limpieza se estimó utilizando los datos sobre derrames que deben ser limpiados por la Guardia Costera. Dado que no se sabe si la política de limpieza de la Guardia Costera se basa en criterios de bienestar social, sería inapropiado utilizar esto como una estimación de los costos óptimos de limpieza.

tanto, existe un sesgo de compensación hacia arriba para todos los derrames en la medida en que se puede lograr la limpieza de algunos hidrocarburos a un costo promedio de menos de \$3.75 por galón.

IV. Implicancias de Política para el Cumplimiento de Derrames de Petróleo

En base a la penalización máxima óptima estimada en la Tabla N.º 3, muchos de los derrames de petróleo menores no deberían limpiarse en absoluto.⁵³ Por ejemplo, se asume que un derrame de 50 galones le cueste a un contaminador \$1,563, así la penalización máxima óptima sin ningún tipo de limpieza se estime en \$313. Esta penalización se puede dividir en dos partes: \$187 corresponden a la compensación por el daño ambiental causado por el derrame, y los \$126 restantes son un ajuste por la probabilidad de detección. Claramente, es un desperdicio de recursos gastar más de \$1,000 para limpiar parcialmente un derrame que no causa más de unos cientos de dólares en daños si se deja en el agua. En cambio, la empresa debería ser multada con una penalización monetaria de \$313 (o menos si se puede realizar algo de limpieza a un costo promedio de menos de \$ 3.75 por galón).⁵⁴

Por otro lado, es posible que la penalización de la Guardia Costera sea demasiado baja para derrames más grandes. Por supuesto, sin datos sobre los costos de limpieza óptimos (y las proporciones) no es posible hacer recomendaciones de políticas sobre el tamaño de penalizaciones adecuadas. Sin embargo, las penalizaciones que se muestran en la Tabla N.º 3 sugieren que el límite legal de \$5,000 por derrame puede ser demasiado bajo.⁵⁵

TABLA N.º 3
PENALIZACIÓN MÁXIMA ÓPTIMA ACTUAL ESTIMADA PARA LOS TAMAÑOS DE DERRAMES SELECCIONADOS

Tamaño del derrame*	Penalización monetaria anual (1)	+	Costos de limpieza (2)	=	Penalización total (3)	Penalización máxima óptima ⁺ (4)
5	132		316		448	31
10	250		449		699	63
50	522		1,041		1,563	313
100	640		1,514		2,154	625
500	772		3,728		4,500	3,125
1,000	1,030		5,575		6,505	6,250
5,000	1,303		14,653		15,956	31,250
10,000	1,420		22,510		23,930	62,500
50,000	1,693		62,736		64,429	312,500
100,000	1,810		98,511		100,321	625,000

Nota.— Las estimaciones son en dólares de 1981.

* En galones

⁺ No asume impieza

53 La posibilidad de que los derrames pequeños pudieran estar sujetos a una limpieza excesiva me fue sugerida por primera vez por Robert C. Anderson. Los datos confirmaron su hipótesis.

54 Por supuesto, dado que la tasa de detección de derrames pequeños puede ser inferior al 60% estimado aquí, es posible que la penalización monetaria deba ser mayor. Pero esto no altera la implicación de la política con respecto a la limpieza excesiva. Dado que el daño ambiental total (\$187) es menor que el costo de limpieza (\$1,041 para una limpieza parcial), está claro que la sociedad está desperdiciando recursos en la limpieza.

55 La Guardia Costera tiene por cierto la autoridad legal para imponer una penalización de hasta \$25,000 por violar la Ley de Seguridad de Puertos y Vías Fluviales, que podría aplicarse a algunos derrames de petróleo. Vea 33 U.S.C. § 1232. Sin embargo, esta disposición legal no se ha utilizado como penalización por derrame de petróleo y sería asimismo una multa demasiado pequeña para muchos derrames.

Por supuesto, una penalización mayor no será efectiva si las empresas tienen una responsabilidad limitada. Por lo tanto, es posible que los límites actuales de responsabilidad deban eliminarse si impiden imponer la sanción adecuada.⁵⁶

Incluso sin el límite específico de responsabilidad por derrame de petróleo, una empresa puede evitar su responsabilidad de limpieza o penalización, ya sea declarándose en quiebra o apelando a otras disposiciones de límite de responsabilidad marítima.⁵⁷

Una forma de evitar el problema de la bancarrota sería exigir un seguro adecuado para cubrir cualquier penalización de la Guardia Costera. Tenga en cuenta que esto no requeriría un seguro de responsabilidad ilimitada (algo que una aseguradora probablemente no proporcionaría). En cambio, la Guardia Costera podría establecer límites superiores de responsabilidad en función del tamaño de la carga de petróleo y del costo social promedio de un derrame total para el tamaño de ese buque. Recuerde que son los incentivos *ex ante* de las empresas de transporte de petróleo que la Guardia Costera debe afectar. Por lo tanto, el daño real causado por un derrame es irrelevante para calcular y evaluar una penalización óptima.

En un estudio anterior calculé los costos y beneficios de la actual política de cumplimiento de la Guardia Costera.⁵⁸ Se estimó que los beneficios del programa superan sus costos, tanto en conjunto como en el margen. Suponiendo que los beneficios marginales de la prevención aumenten con el volumen de derrames y que los costos marginales disminuyan, implicaría que se están dedicando demasiado pocos recursos para prevenir derrames de petróleo.

Los hallazgos de este estudio sugieren que, si se deben destinar recursos adicionales para prevenir derrames de petróleo, deben orientarse hacia derrames grandes. Dado que la actual política de cumplimiento de la Guardia Costera impone un costo demasiado alto en los derrames pequeños, es probable que se gasten demasiados recursos en la prevención de derrames pequeños.

Además de cambiar el énfasis de derrames pequeños a grandes, el modelo teórico desarrollado aquí también sugiere que la Guardia Costera modifique su enfoque de la aplicación de la ley contra derrames de petróleo. Dado que la Guardia Costera está ubicada cerca de la mayoría de las operaciones de transferencia de petróleo y las rutas de navegación, esta mera presencia debería permitirle a la agencia detectar algunos derrames sin un programa de monitoreo de derrames de petróleo independiente. Muchos derrames serán detectados por entidades privadas afectadas por el derrame de petróleo que informarían a la Guardia Costera sin incurrir en ningún costo de detección. Además, la amenaza de una sanción penal puede disuadir a algunos operadores de buques de intentar evadir la detección. Por lo tanto, es probable que la Guardia Costera disminuya su esfuerzo de monitoreo y, por lo tanto, reduzca los gastos del gobierno en esta área.⁵⁹ Sin embargo, esta reducción del monitoreo disminuiría la probabilidad de detección y requeriría un aumento correspondiente en las penalizaciones más allá de lo sugerido por la Tabla N.º 3.

56 En realidad, el límite de responsabilidad de limpieza podría volverse innecesario si se responsabiliza a las empresas de pagar la penalización total, ya que la Guardia Costera siempre podría limpiar el derrame y agregar su costo al cálculo de la penalización.

57 En ausencia de los límites especiales de responsabilidad por derrame de petróleo, un barco es responsable solo por una cantidad igual a su valor de rescate. Vea notas 29-32 *supra* y el texto correspondiente.

58 Cohen, *supra* nota 33.

59 Si bien este artículo se centra en los aspectos normativos del monitoreo, existen cuestiones positivas interesantes que también pueden abordarse en este contexto. En particular, si el monitoreo no es eficiente, uno puede preguntarse por qué es usado tan frecuentemente por los reguladores gubernamentales. La respuesta a esta pregunta se puede encontrar en los incentivos que enfrentan los reguladores gubernamentales y los políticos. Por ejemplo, vea Dwight R. Lee, *Monitoring and Budget Maximization in the Control of Pollution*, 21 *Econ. Inquiry* 565 (1983); y Dwight R. Lee, *The Economics of Enforcing Pollution Taxation*, 11 *J. Envtl. Econ. & Mgmt.* 147 (1984), para una consideración de los incentivos de los burócratas que maximicen el presupuesto para controlar el cumplimiento de las regulaciones de control de la contaminación.

Además, puede ser posible mejorar la estrategia de cumplimiento actual sin aumentar la penalización. Los resultados de la regresión reflejados en la Tabla N.º 1 sugieren que, incluso si la función de penalización se mantuviera sin cambios, la Guardia Costera podría conseguir un mayor cumplimiento desviando su esfuerzo de aplicación de las inspecciones de cumplimiento hacia las patrullas portuarias u observando directamente las transferencias de petróleo.

Si bien esta sección se ha centrado principalmente en las implicaciones teóricas de la política, es interesante cuestionar si el aumento de las penalizaciones por derrame de petróleo es una opción política viable. En la Sección II se asumió explícitamente que la utilidad del principal no depende del tamaño de la penalización.⁶⁰ Sin embargo, existen algunas pruebas de que al personal de la Guardia Costera le importa realmente la magnitud de la penalización impuesta a las empresas.

Aunque la ley en realidad requiere que se aplique una multa de \$5,000, según la Tabla N.º 2, alrededor del 17% de los derrames no recibe ninguna penalización.⁶¹

Además, la penalización promedio para los 5,103 derrames que se muestran en la Tabla N.º 2 es de solo \$510. Dado que los datos no pudieron arrojar mucha luz sobre por qué las penalizaciones son tan bajas, debo recurrir a pruebas más informales. Bragaw sugiere que el personal de la Guardia Costera encontró que la evaluación de las penalizaciones “era inconsistente con otras misiones de la Guardia Costera”, ya que “se identificaron con la protección de la vida y la propiedad y la prevención de desastres”.⁶² Otra razón relacionada puede encontrarse en la teoría económica del reglamento, en la que los intereses de la firma regulada coinciden con los del regulador.⁶³

Independientemente de la razón subyacente de la preocupación de la Guardia Costera por penalizar a las empresas que derraman petróleo, la teoría sugiere que esto daría lugar a más monitoreos y penalizaciones menores de lo que sería socialmente óptimo.⁶⁴ Parecería que esto es precisamente lo que se ha observado.

V. Conclusión

Una lección que se desprende de este análisis es que los temas relacionados con la aplicación de los reglamentos del gobierno no se deben disociar de las discusiones sobre la política regulatoria propiamente dicha. Los programas de cumplimiento incorrectamente diseñados pueden llevar a: 1) un desperdicio de los recursos gubernamentales (tal como monitorear el nivel de esfuerzo de una empresa cuando es innecesario); 2) un desperdicio de recursos privados (por ejemplo, limpiar un derrame de petróleo a un costo muy superior al daño social); así como 3) menos que (o más que) el cumplimiento óptimo.

El marco del principal-agente se mostró como un modelo útil para analizar muchos problemas asociados con el cumplimiento de los reglamentos gubernamentales. En particular, le permite a uno examinar cuándo los esfuerzos de monitoreo del gobierno tienen un papel con un propósito definido en vez de que sea innecesario y/o socialmente costoso. Considerar a una empresa regulada como un agente en una relación principal-agente también tiene el efecto beneficioso de obligar a los responsables de la formulación de políticas a diseñar esquemas de incentivos apropiados para asegurar el cumplimiento.

60 Vea nota 14 *supra* y texto correspondiente.

61 La Tabla N.º 2 incluye solo los derrames donde se ha identificado la fuente del derrame. Por lo tanto, excluye aquellos derrames en los que no se pudo imponer una penalización.

62 Bragaw, *supra* nota 38, en 184.

63 Vea, por ejemplo, George Stigler, *The Theory of Regulation*, 2 *Bell J. Econ.* 3 (1971).

64 Como prueba de que el monitoreo puede mejorar el bienestar social cuando el principal se preocupa por el tamaño de la penalización impuesta al agente, vea Banker & Maindiratta, *supra* nota 14.

La búsqueda de una estrategia de cumplimiento óptimo para controlar las externalidades aleatorias es similar en muchos aspectos al análisis del cumplimiento de la ley óptima, y la función de penalización en este artículo es esencialmente idéntica a la de Becker.⁶⁵ Sin embargo, el enfoque de Becker en cuanto al cumplimiento de la ley es un caso especial del modelo de principal-agente, uno en el que el daño social ocurre si, y solo si, el agente (criminal) toma alguna acción (viola la ley). En el caso de las externalidades estocásticas, el daño social puede ocurrir a veces incluso si el agente no tomó ninguna acción socialmente perjudicial.

Por ejemplo, un derrame de petróleo puede ser causado por un evento imprevisto relacionado con el clima y no por una acción negligente por parte del operador del barco petrolero. Así, en el problema de Becker, el principal (gobierno) sabe que ha ocurrido un acto criminal, y la cuestión es detectar al infractor. En este artículo (y de manera más general), incluso si se detectara la fuente del evento socialmente dañino, podría ser necesario monitorear las acciones del agente que “causó” el evento para determinar si realmente ocurrió una transgresión de la ley.

Finalmente, se asumió a lo largo de este artículo que el objetivo del gobierno es maximizar el bienestar social. Sin embargo, los objetivos de los organismos gubernamentales de cumplimiento pueden diferir sustancialmente de un criterio de bienestar social. Por lo tanto, además de definir la política del gobierno, los responsables de la formulación de políticas deberían preocuparse por los incentivos que enfrentan los organismos de aplicación de la ley.⁶⁶ De lo contrario, es poco probable que la mayoría de las políticas bien intencionadas se implementen de manera eficiente.

Nota del Editor

El artículo fue publicado en inglés por The University of Chicago, *Journal of Law & Economics*, Vol. XXX, abril 1987. La traducción certificada del inglés al español del artículo “*Optimal Enforcement Strategy to Prevent Oil Spills: An Application of a Principal Agent Model with Moral Hazard*” tiene el registro TC N.º 0105-2019 y fue realizada por Alicia Milagros Camacho Velásquez, con CTP N.º 0426. La revisión de la traducción estuvo a cargo de Ricardo Machuca Breña.

Bibliografía

Banker, Rajiv D., y Maindiratta, Ajay. “*Principal Agent Models with Generalized Multiattribute Preferences.*” Borrador de documento de trabajo. Pittsburgh: Universidad de Carnegie-Mellon, Escuela de Asuntos Urbanos y Públicos, 1983.

Banker, Rajiv D., y Maindiratta, Ajay. “*The Value of Corporate Social Accounting and Reporting: An Agency Theoretic Perspective.*” Borrador de documento de trabajo. Pittsburgh: Universidad de Carnegie-Mellon, Escuela de Asuntos Urbanos y Públicos, 1983.

Beavis, Brian, y Walker, Martin. “*Random Wastes, Imperfect Monitoring and Environmental Quality Standards.*” *Journal of Public Economics* 21 (1983): 377-87.

65 Becker, *supra* nota 8

66 Veá, por ejemplo, Lee, *supra* nota 59; y Stigler, *supra* nota 63. En Mark A. Cohen & Paul H. Rubin, *Private Enforcement of Public Policy*, 3 *Yale J. Reg.* 167 (1985), se argumenta que muchas políticas gubernamentales deben ser implementadas por organismos privados de cumplimiento, cuya compensación está vinculada a los beneficios sociales netos del reglamento.

- Becker, Gary S. "Crime and Punishment: An Economic Approach." *Journal of Political Economy* 76 (1968): 169-217.
- Bragaw, Lewis K. *Managing a Federal Agency: The Hidden Stimulus*. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1980.
- Braverman, Avishay, y Stiglitz, Joseph E. "Sharecropping and the Interlinking of Agrarian Markets." *American Economic Review* 72 (Septiembre de 1982): 695-715.
- Burrows, Paul; Rowley, Charles; y Owen, David. "The Economics of Accidental Oil Pollution by Tankers in Coastal Waters." *Journal of Public Economics* 3 (Agosto de 1974): 251-68.
- Calfee, John E., y Craswell, Richard. "Some Effects of Uncertainty on Compliance with Legal Standards." *Virginia Law Review* 70 (Junio de 1984): 965-1001.
- Cohen, Mark A. "Essays in the Economics of Information and Environmental Regulation." Tesis doctoral inédita, Universidad de Carnegie-Mellon, Mayo de 1985.
- Cohen, Mark A. "The Costs and Benefits of Oil Spills Prevention and Enforcement." *Journal of Environmental Economics and Management* 13 (1986): 167-88.
- Cohen, Mark A., y Rubin, Paul H. "Private Enforcement of Public Policy." *Yale Journal on Regulation* 3 (Otoño 1985): 167-93.
- Craswell, Richard, y Calfee, John E. "Deterrence and Uncertain Legal Standards." *Journal of Law, Economics and Organizations* (en prensa).
- Epple, Dennis, y Visscher, Michael. "Environmental Pollution: Modeling Occurrence, Detection, and Deterrence." *Journal of Law and Economics* 27 (Abril de 1984): 27-60.
- Froehlich, Mary Ann, y Bellantoni, John F. "Oil Spills Rates in Four U.S. Coastal Regions." In *1981 Oil Spills Conference Proceedings*. Washington, D.C.: Instituto Americano del Petróleo, 1981.
- Harford, Jon D. "Firm Behavior under Imperfectly Enforceable Pollution Standards and Taxes." *Journal of Environmental Economics and Management* 5 (1978): 26-43.
- Harris, Milton, y Raviv, Artur. "Some Results on Incentive Contracts." *American Economic Review* 68 (Marzo de 1978): 20-30.
- Harris, Milton, y Raviv, Artur. "Optimal Incentive Contracts with Imperfect Information." *Journal of Economic Theory* 20 (1979): 231-59.
- Heckman, James. "The Common Structure of Statistical Models of Truncation, Sample Selection and Limited Dependent Variables and a Simple Estimator for Such Models." *Annals of Economic and Social Measurement* 5 (1976): 475-92.
- Holmstrom, Bengt. "Moral Hazard and Observability." *Bell Journal of Economics* 10 (Primavera 1979): 74-91.
- Lee, Dwight R. "Monitoring and Budget Maximization in the Control of Pollution." *Economic Inquiry* 21 (1983): 74-91.
- Lee, Dwight R. "The Economics of Enforcing Pollution Taxation." *Journal of Environmental Economics and Management* 11 (1984): 147-60.
- Polinsky, A. Michael, y Shavell, Steven. "The Optimal Tradeoff between the Probability and Magnitude of Fines." *American Economic Review* 69 (1979): 880-91.
- Posner, Richard A. *Economic Analysis of Law*. 2º ed. Boston: Little, Brown & Co., 1977. Sappington, David. "Limited Liability Contracts between Principal and Agent." *Journal of Economic Theory* 29 (1983): 1-21.

- Shavell, Steven. "Risk Sharing and Incentives in the Principal and Agent Relationship." *Bell Journal of Economics* 10 (Primavera 1979): 55-73.
- Spence, A. Michael, y Zeckhauser, Richard. "Insurance, Information, and Individual Action." *American Economic Review* 61 (Mayo de 1971): 380-91.
- Spitzer, James David. "Oil and Hazardous Material Cleanup Liability: A Study of Legal and Administrative Efficiency." Tesis de Maestría, Universidad de Michigan, 1980.
- Stigler, George J. "The Theory of Economic Regulation." *Bell Journal of Economics* 2 (1971): 3-21.
- Stiglitz, Joseph E. "Risk Sharing and Incentives in Sharecropping." *Review of Economic Studies* 41 (April 1974): 219-55.
- Departamento de Transportes de los EE.UU. Guardia Costera de los EE.UU. *Port and Environmental Safety: Operating Program Plan FY 86-90, App. A, Analysis*. Washington, D.C.: Oficina de Impresión del Gobierno de los EE.UU., 1983.

Aplicación óptima de la ley e información imperfecta cuando la riqueza varía entre individuos



Óscar Carrillo Verástegui

Economista con estudios de especialización en microeconomía aplicada, evaluación de políticas públicas, así como también en la valoración de impactos ambientales y estimación de sanciones. Docente en econometría aplicada, microeconomía y evaluación de políticas públicas con interés por la investigación en temas relacionados con evaluación de políticas públicas en el sector ambiente. Actualmente se desempeña como Coordinador Económico de la Subdirección de Políticas y Mejora Regulatoria (SMER) del OEFA.

Nuno Garoupa es economista especializado en temas de derecho económico. Actualmente es profesor y director asociado de investigación de la Universidad George Mason y la Escuela de Leyes Antonin Scalia. Ha desarrollado múltiples investigaciones en el campo del derecho económico y cuenta con varios artículos publicados en prestigiosas revistas indexadas.

Asimismo, ha sido presidente de la Asociación Española de Derecho y Economía, vicepresidente de la Asociación Europea de Derecho y Economía. Fue galardonado con el Premio de Investigación Español Julián Marías (2010) y el premio Fundación Nacional de Ciencias (NSF, por sus siglas en inglés) en Derecho y Ciencias Sociales (2017) por el proyecto “Facilitar los estudios empíricos del comportamiento judicial en los tribunales constitucionales desde una perspectiva comparada”.

El artículo que se presenta a continuación analiza el modelo de estimación de multa óptima propuesto por Polinsky y Shavell, considerando un escenario de información imperfecta tomando en cuenta que este supuesto puede influir en el nivel de disuasión de las sanciones impuestas, además que dentro de la literatura especializada existe la afirmación generalizada de que la información imperfecta debilita la disuasión.

Se analiza también cómo varía la sanción óptima con dotaciones distintas de riqueza, siendo que si se considera el modelo clásico de multa óptima se puede llegar a la conclusión de que los individuos más pobres pagan parte de su riqueza (o riqueza estimada) y todos los demás individuos pagan una sanción que es menor a su riqueza; por lo tanto, es posible que los individuos ricos no se vean disuadidos por las sanciones impuestas por la autoridad.

En ese sentido, el artículo nos demuestra que la información imperfecta no necesariamente generaría sanciones no óptimas, y además las conclusiones del artículo sugieren que el monto de sanción debería aumentar con la riqueza estimada y/o observada de los individuos.

Es preciso indicar que, en el marco de la imposición de sanciones, el OEFA aprobó, mediante la Resolución de Presidencia del Consejo Directivo N.º 035-2013-OEFA/PCD, la Metodología para el Cálculo de las Multas Base y la Aplicación de los Factores Agravantes y Atenuantes a utilizar en la graduación de sanciones, la cual tiene como objetivo la disuasión de la conducta infractora. Ello permite a la entidad contar con una metodología para establecer reglas claras sobre cómo la autoridad ambiental debe realizar el cálculo de las multas, lo que a su vez contribuirá a que estas sean predecibles, razonables y que garanticen el derecho de defensa de los administrados.

En ese marco, el OEFA recoge parcialmente las observaciones realizadas por el autor en los casos relacionados con la aprobación de escala de sanciones a ser aplicada en el ejercicio de la función de fiscalización, mediante los cuales la entidad propone los rangos de sanción que toman como referencia escenarios hipotéticos de información asimétrica y altos niveles de ingresos por parte de los administrados.

La imposición de sanciones por parte del OEFA se realiza dentro de los rangos establecidos por la SMER, los cuales garantizan que las sanciones sean proporcionales al nivel de riesgo identificado en aquellos casos en los cuales se haya advertido infracciones a la normativa ambiental actualmente vigente.

En ese contexto, el presente artículo tiene por finalidad describir el fundamento teórico de las sanciones mediante el análisis de escenarios de información asimétrica y diferentes niveles de dotación de riqueza entre los agentes que infringen la normativa actualmente vigente.

Les invitamos a leer el artículo, ya que nos permite revisar aspectos relevantes acerca del modelo de sanción óptima y analizar los supuestos detrás del modelo clásico de determinación de sanciones expuesto en la literatura del derecho económico especializado.

APLICACIÓN ÓPTIMA DE LA LEY E INFORMACIÓN IMPERFECTA CUANDO LA RIQUEZA VARIA ENTRE INDIVIDUOS

Nuno Garoupa
Universitat Pompeu Fabra

Resumen

Existe la creencia de que la información imperfecta acerca de la probabilidad y severidad del castigo debilita la disuasión. Evaluamos esta creencia con respecto a dos implicaciones específicas: la disuasión no óptima y la severidad del castigo. Llegamos a la conclusión de que puede darse el caso de que la introducción de información imperfecta conlleva un castigo más severo cuando la riqueza varía entre los individuos.

I. Introducción

Uno de los resultados más importantes en la literatura de la teoría económica sobre la aplicación de la ley es que, bajo ciertas circunstancias, es óptimo imponer la multa más alta posible. Esto se conoce como el resultado de Becker (1968). El razonamiento que sustenta esta conclusión es que, si la multa está en su nivel más alto, se puede reducir los costos de hacer cumplir la normativa sin afectar la disuasión. Esto puede hacerse elevando la multa a su nivel más alto y reduciendo la probabilidad de detección proporcionalmente, de modo que la multa esperada, y por lo tanto la disuasión, no se modifique. Por lo tanto, de acuerdo con este argumento, no puede ser óptimo que la multa sea menor que la riqueza de un individuo.

Sin embargo, la literatura más reciente ha ofrecido varias explicaciones de por qué pueden ser deseables las multas no máximas. Una de ellas es la diferencia de riqueza de los individuos.¹

Polinsky y Shavell (1991) presentaron esta última explicación. Muestran que, si la riqueza de los individuos varía, como es obviamente realista, la multa óptima es menor que la riqueza de los individuos de mayor riqueza y puede ser menor que la de la mayoría de los individuos. En otras palabras, la multa óptima es tal que sólo los individuos de riqueza relativamente baja pagan todo lo que tienen; todas los demás individuos pagan una multa que es menor a su riqueza.²

1 Véase Garoupa (1997) para un estudio general.

2 Lott (1990b) ha mostrado que para muchos delitos el efecto de una reducción del ingreso debido a la condena constituye una penalidad importante, y que el tamaño absoluto de la penalidad parece estar relacionado positivamente al nivel de ingreso del infractor antes de la condena.

Para entender lo descrito por Polinsky y Shavell (1991), consideremos por qué no puede aplicarse el argumento asociado con Becker cuando la riqueza varía. Supongamos que la multa es menor que la riqueza de los individuos de mayor riqueza. Si se aumenta la multa y se reduce la probabilidad de detección, es cierto que aquellos/as que pueden pagar la multa más alta son disuadidos/as en la misma medida. Sin embargo, aquellos/as que no pueden pagar la multa más alta son menos disuadidos/as. Como consecuencia, generalmente no es óptimo elevar la multa al nivel más alto posible.

Este artículo amplía la literatura de aplicación óptima de la ley al introducir información imperfecta en el modelo de Polinsky y Shavell de dos maneras diferentes: observación imperfecta de la probabilidad de detección y observación imperfecta de la riqueza de los individuos. El primer tipo de incertidumbre es la incertidumbre del lado de los individuos, mientras que el segundo tipo es la incertidumbre del lado de la entidad de aplicación de la ley.

Evaluamos la solidez de dos resultados particulares: el de Polinsky y Shavell (1991), es decir, aquellos que pueden pagar la multa máxima son disuadidos de manera óptima y los que no pueden pagar la multa máxima son disuadidos parcialmente, y el de Bebchuk y Kaplow (1992), es decir, la información imperfecta puede implicar un castigo menos severo.

Algunas de las críticas a las que se ha enfrentado esta literatura es que la certeza y la severidad del castigo son mucho menos efectivas de lo que en análisis económico supone. Primero, porque los individuos trabajan con probabilidades percibidas en lugar de valores reales y, segundo, porque los individuos tienden a ocultar parte de su riqueza para evitar una multa más severa.

Esta crítica asume que la información imperfecta debilita la disuasión del crimen. Hay varias preguntas interesantes involucradas en esta creencia. Una se refiere a la manera precisa en que puede funcionar tal incertidumbre; otra se refiere al comportamiento de los individuos cuando existe incertidumbre; una tercera destaca las implicaciones en relación con los instrumentos de política. Considero, en particular, esta creencia generalizada respecto de dos implicaciones específicas: la disuasión no óptima y la severidad del castigo.

Idealmente, a uno le gustaría disuadir a todos los individuos para quienes el beneficio privado del delito es menor que el daño que causa a la sociedad. En un escenario de información perfecta, como en Polinsky y Shavell, los individuos más ricos son disuadidos de manera óptima, mientras que los individuos más pobres son disuadidos parcialmente (existen personas más pobres para quienes el beneficio privado del crimen es menor que el daño que causa a aquellos en la sociedad que no son disuadidos). En un marco de información imperfecta, en general, los individuos más ricos y más pobres son parcialmente disuadidos. En consecuencia, en general, la información imperfecta debilita la disuasión del crimen.

Bebchuk y Kaplow (1992) presentan el caso de un castigo menos severo. La razón es que un error al observar la probabilidad de detección afecta la multa esperada en una cantidad que depende del nivel de la multa.

Cuando la riqueza varía entre personas, tal caso es menos razonable. El argumento principal es que hay dos efectos. Uno, similar al presentado por Bebchuk y Kaplow (1992), implica la sustitución entre los instrumentos de política. El segundo efecto se debe a la heterogeneidad de los individuos: al cambiar la multa, algunas personas pueden volverse “más ricas” o “más pobres”, dependiendo de la dirección de tal movimiento. Claramente, este segundo efecto puede (o no) compensar el primer efecto: bien puede ocurrir que la introducción de información imperfecta conlleve un castigo más severo.

La sección I presenta y analiza el modelo original de Polinsky y Shavell. Las secciones II y III presentan dos extensiones del modelo. Finalmente, la sección IV concluye el estudio.

II. Información perfecta

Como en Polinsky y Shavell (1991), los individuos neutrales al riesgo contemplan si cometen un acto dañino. Cada persona se identifica por el beneficio que obtendría al cometer el acto y por su nivel de riqueza. Si una persona comete un acto dañino, se le hará pagar una multa con cierta probabilidad; esta probabilidad está determinada por los gastos de hacer cumplir la ley de la entidad.

Usando una notación similar a la de Polinsky y Shavell (1991).

- h = daño causado si se comete el acto dañino ($h > 0$),
- b = beneficio de cometer el acto dañino ($b \geq 0$) que no es observable por la entidad,
- $r(b)$ = densidad de probabilidad de b ($r > 0$ para todo $b \geq 0$),
- w = riqueza de una persona ($w \geq 0$),
- $g(w)$ = densidad de probabilidad de w ($g > 0$ para todo $w \geq 0$),
- $G(w)$ = probabilidad acumulada de w ($G > 0$ para todo $w \geq 0$),
- f = multa máxima,
- p = probabilidad de detección,
- $x(p)$ = costos de hacer cumplir la ley por la entidad ($x(p) > 0$ para todo p ; $x'(p) > 0$ para todo p ; $x''(p) > 0$ para todo p).

Se asume que la probabilidad de detección es la misma para personas de diferente riqueza. Además, se asume que la distribución de beneficios es la misma para diferentes niveles de riqueza.

Cada persona observa perfectamente su propia riqueza w y su propia ganancia b . La entidad que promueve el cumplimiento de la ley observa la distribución de ganancias y, en cuanto al modelo de información perfecta, la riqueza de cada persona. La entidad no puede condicionar la multa a la ganancia criminal, sino sólo a la riqueza.

Análisis.

Considerando el modelo de información perfecta, la entidad encargada de velar por el cumplimiento de la ley puede observar la riqueza de cada persona.

El bienestar social es la suma de los beneficios obtenidos por los individuos que cometen el acto dañino, menos el daño causado y menos los costos de hacer cumplir la norma. Por lo tanto, el bienestar social es:

$$(1) \quad V = \left[\int_0^f U_1 + \int_f^\infty U_2 \right] g(w) dw - x(p),$$

donde:

$$U_1 = \int_{pw}^B (b - h)r(b)db,$$

$$U_2 = \int_{pf}^B (b - h)r(b)db,$$

donde U_1 es la ganancia social esperada cuando los individuos más pobres cometen actos dañinos ($w < f$) y U_2 es la ganancia social esperada cuando los individuos más ricos cometen actos dañinos ($w \geq f$).

Los individuos más pobres (con una riqueza inferior a f) pagan w . Los individuos más ricos (con una riqueza mayor que f) pagan f , lo cual es menor que su riqueza. En otras palabras, todos deberían pagar la multa máxima f , pero aquellos que no pueden pagarla pagan lo que pueden pagar.

Proposición 1 (resultado de Polinsky-Shavell). La multa óptima es igual a la riqueza de una persona para cada persona con una riqueza inferior a h/p ; para todas las demás personas, que tienen mayor riqueza, la multa óptima es h/p , que es menor que su riqueza.

Este es el resultado derivado de Polinsky y Shavell (1991). Téngase en cuenta que aquellos que pueden pagar h/p son disuadidos de manera óptima ya que su multa esperada es igual al daño causado. Quienes no pueden pagar h/p son parcialmente disuadidos, ya que su multa es menor que el daño causado.

La probabilidad óptima de la detección satisface

$$\int_0^{h/p} (h - pw)wr(pw)g(w) dw - x'(p) = 0.$$

Se puede interpretar el primer término como el beneficio marginal de aumentar p , mientras que el segundo término corresponde al costo marginal. El hecho de que el beneficio marginal sea positivo implica que aquellos que no pueden pagar h/p son parcialmente disuadidos.

La sanción óptima promedio es

$$\int_0^{h/p} wg(w) dw + \int_{h/p}^{\infty} \frac{h}{p} g(w) dw.$$

La sanción esperada promedio es

$$\int_0^{h/p} pwg(w) dw + \int_{h/p}^{\infty} hg(w) dw \leq h.$$

III. Información Imperfecta Sobre la Probabilidad de Detección

En esta sección, los individuos están informadas de manera imperfecta sobre la probabilidad de detección p . Específicamente, los individuos observan p con un error $u(p)$. En aras de la simplicidad, asumimos que una proporción θ sobreestima la probabilidad de detección y el resto $1 - \theta$ subestima la probabilidad de detección.

El gobierno no puede observar la estimación de cada actor, pero conoce la distribución del error.³

Análisis

Nuevamente, el bienestar social es la suma de los beneficios obtenidos por los individuos que cometen el acto dañino, menos el daño causado y menos los costos de hacer cumplir la ley. De ahí que el bienestar social sea

$$(2) \quad V = \left\{ \int_0^f [\theta U_1 + (1 - \theta)U_2] + \int_f^{\infty} [\theta U_3 + (1 - \theta)U_4] \right\} g(w) dw - x(p),$$

3 Se puede argumentar que esto no es una suposición plausible ya que hay muchas otras cosas en marcha que pueden dificultar que el gobierno descubra este efecto en particular. Uno puede preferir considerar que el gobierno tiene un conjunto de información que le permite construir una distribución esperada del error. Desde mi punto de vista, esto complica la parte analítica del modelo sin agregar ninguna idea particular.

donde

$$U_1 = \int_{p+u(p)w}^B (b-h)r(b) db,$$

$$U_2 = \int_{p-u(p)w}^B (b-h)r(b) db,$$

$$U_3 = \int_{p+u(p)f}^B (b-h)r(b) db,$$

$$U_4 = \int_{p-u(p)f}^B (b-h)r(b) db,$$

donde U_1 y U_3 se refieren a individuos que sobrestiman la probabilidad de castigo y U_2 y U_4 se refieren a individuos que subestiman la probabilidad de castigo.

Proposición 2. (1) La multa óptima es igual a la riqueza para cada individuo con una riqueza inferior a f ; para todas las demás personas, que tienen mayor riqueza, la multa óptima es f , que es menor que su riqueza. En general, la multa f no es h/p ; (2) La multa óptima puede ser mayor cuando existe información imperfecta.

Por un lado, esto es bastante diferente del resultado derivado de Polinsky y Shavell (1991). En general, aquellos que pueden pagar la multa máxima ya no son disuadidos de manera óptima.

Por otro lado, puede verse como una revisión del resultado de Bebchuk y Kaplow (1992). Supongamos que la probabilidad de detección se mantiene constante. Entonces, la introducción de información imperfecta puede conllevar a un castigo menos severo (si $f < h/p$) o un castigo más severo (si $f > h/p$) para aquellos que tienen que pagar la multa máxima. Claramente, permitir que la probabilidad varíe no cambia esta evidencia.

En aras del argumento, supongamos que b se distribuye uniformemente en el intervalo $[0, 1]$. Esto implica que $r'(\cdot) = r''(\cdot) = 0$.⁴

Podemos escribir la siguiente condición:

$$f \approx \frac{h}{p} \frac{p^2 + (2\theta - 1)pu}{p^2 + u^2 + 2(2\theta - 1)pu}.$$

En consecuencia, en promedio, cada individuo enfrenta una sanción esperada que es menor que el daño h que causa cuando comete un delito y si y sólo si $\theta \geq 1/2 - u/(2p)$. Por lo tanto, mientras una proporción sustancial de la población sobreestime la probabilidad, la sanción promedio esperada es menor que el daño h . Sin embargo, téngase en cuenta que aquellos que sobrestiman la probabilidad enfrentarán una sanción esperada mayor que h y que aquellos que subestiman la probabilidad enfrentarán una sanción esperada menor que h . Los individuos más pobres y los individuos más ricos que subestiman la probabilidad de detección son parcialmente disuadidos.

4 Véase Bebchuk y Kaplow (1992) y Garoupa (1995) para un debate al respecto.

Mantengamos constante la probabilidad de detección y sigamos el argumento de que la multa máxima es ahora más pequeña; los que no pueden pagar h/p , pero pueden pagar más que f están enfrentando ahora la multa máxima. Recuérdese que en la sección anterior, estas personas enfrentan una multa mayor w (toda su riqueza). Este efecto corresponde al resultado de Bebchuk-Kaplow (1992): la información imperfecta de la probabilidad de detección establece un castigo menos severo.

Para compensar esta pérdida, se podría argumentar que la respuesta óptima debería ser disminuir la probabilidad de detección para que f pueda aumentar. Si ese es el caso, la nueva multa máxima f puede ser más grande que la multa máxima anterior: más personas pagarán toda su riqueza y enfrentarán un castigo más severo.

Para un θ suficientemente pequeño (la mayoría de los individuos subestima la probabilidad), uno puede notar que f es más grande que h/p , lo que significa que más personas pagarán su riqueza total, lo cual es una sanción mayor. Con un argumento similar, se puede mostrar que la probabilidad de detección debería aumentar.

La sanción óptima promedio es

$$\int_0^{\tilde{f}} wg(w) dw + \int_{\tilde{f}}^{\infty} fg(w) dw.$$

La sanción óptima esperada promedio es

$$\int_0^{\tilde{f}} [p + (2\theta - 1)u(p)]wg(w) dw + \int_{\tilde{f}}^{\infty} h \frac{p^2 + 2(2\theta - 1)up + (2\theta - 1)^2u^2}{p^2 + 2(2\theta - 1)up + u^2} g(w)dw \leq h.$$

En general, se puede decir que, como señalaron Bebchuk y Kaplow (1992), la información imperfecta de la probabilidad implica generalmente un castigo menos severo. Sin embargo, debido a que la multa máxima en este modelo es endógena, puede darse el caso de que, al disminuir la probabilidad de detección, más personas paguen toda su riqueza y, por lo tanto, enfrenten un castigo más severo.

IV. Información Imperfecta sobre la Riqueza de los Individuos

En esta sección, consideramos una segunda situación: la entidad de aplicación de la ley está imperfectamente informada sobre la riqueza de los individuos w . El primer tipo de incertidumbre estuvo del lado de los individuos, mientras que esta es una incertidumbre del lado del esfuerzo que es llevado a cabo por la entidad para poder hacer cumplir la ley.

El error de observación de esta última es siempre negativo. En otras palabras, los individuos subreportan su riqueza. Se debe enfatizar tres puntos importantes. Primero, la entidad que promueve el cumplimiento nunca sobreestima la riqueza de los individuos. Por lo tanto, siempre hay un sesgo negativo.⁵ Segundo, dada la existencia de tal sesgo, la entidad tiene en cuenta la observación sesgada porque se supone que es extremadamente costoso tratar de mejorar esa observación. Esto corresponde a un sistema en el que los individuos deben reportar su riqueza para otros fines, como los impuestos.

Esto descarta un comportamiento estratégico criminal y cualquier posibilidad de que la entidad de aplicación de la ley evalúe su información sobre la riqueza de los individuos. Tercero, los individuos tienen expectativas racionales y pronostican perfectamente el error de observación de la entidad de aplicación de la ley.

La notación utilizada en esta sección es la siguiente:

- e = error de observación de la entidad de aplicación de la ley,
- \hat{w} = riqueza de una persona según la observa la entidad de aplicación de la ley ($\hat{w} = w + e \geq 0$),
- $s(e)$ = densidad de la probabilidad de e ($s > 0$ para todo $e_0 \leq e \leq e_1$)
- $S(e)$ = probabilidad acumulativa de e ($S > 0$ para todo $e_0 \leq e \leq e_1$)
- $m(\hat{w})$ = densidad de la probabilidad de \hat{w} ($m > 0$ para todo $\hat{w} \geq 0$)
- $M(\hat{w})$ = probabilidad acumulativa de \hat{w} ($M > 0$ para todo $\hat{w} \geq 0$).

Cada persona paga $\min(\hat{w}, f)$ si se le detecta después de cometer un acto dañino. (Se comete un acto dañino si $b \geq p \min(\hat{w}, f)$.) Por lo tanto, cada persona se enfrenta a la siguiente sanción:

$$\text{multa} = \begin{cases} \hat{w} & \text{si } e > f - w \\ f & \text{de lo contrario.} \end{cases}$$

Esto siempre es factible porque $\hat{w} \leq w$ para cada w y e . Hemos asumido que hay costos muy altos al intentar imponer multas mayores que la riqueza estimada. Esto resulta de la discusión anterior. Cualquier intento de aplicar multas mayores que la riqueza estimada implica una evaluación de la información del gobierno y, por lo tanto, una mejora de su observación. Se ha asumido que esto es demasiado caro. Por lo tanto, esta estructura es la extensión obvia del modelo de Polinsky y Shavell bajo información imperfecta.⁶

La distribución de la riqueza observada.

El que la probabilidad de la riqueza observada \hat{w} sea menor que \hat{w}_0 está dado por

$$\text{Prob}[w + e \leq \hat{w}_0] = \int_{e_0}^{e_1} \int_0^{\hat{w}_0 - e} g(w)s(e) dw de = \int_{e_0}^{e_1} G(w_0 - e)s(e)de.$$

Consecuentemente, la densidad de \hat{w} está dada por

$$\int_{e_0}^{e_1} g(\hat{w} - e)s(e) de = m(\hat{w}).$$

Análisis.

Nuevamente, el bienestar social es la suma de los beneficios obtenidos por los individuos que cometen el acto dañino, menos el daño causado y menos los costos de hacer cumplir la ley.

5 Esto es de algún modo sentido común. Véase Lott (1990a, b, 1992) para una justificación empírica.

6 Véase Kaplow y Shavell (1994) para un debate sobre la aplicación óptima de la ley con auto-información del comportamiento.

Por lo tanto, el bienestar social es

$$(3) \quad V = \left[\int_0^f U_1 + \int_f^\infty U_2 \right] m(\hat{w}) d\hat{w} - x(p),$$

donde

$$U_1 = \int_{p\hat{w}}^B (b-h)r(b) db,$$

$$U_2 = \int_{pf}^B (b-h)r(b) db,$$

donde U_1 y U_2 tienen la interpretación usual.

Los individuos con riqueza estimada menor a f (es decir, personas con riqueza menor a $f - e$ pagan w). Los individuos con riqueza estimada mayor a f (es decir, los individuos con una riqueza mayor que $f - e$) pagan f , que es menos que su riqueza estimada. En otras palabras, todos deberían pagar la multa óptima f , pero aquellos que parecen no poder pagarla ($w \leq f$) pagan lo que parecen poder pagar (w).

Propuesta 3. La multa óptima es igual a la riqueza estimada para cada persona con una riqueza estimada menor que h/p ; para todas las demás personas, que tienen una riqueza estimada más alta, la multa óptima es h/p , que es menor que su riqueza estimada.

Esto es similar al resultado derivado de Polinsky y Shavell (1991). Tenga en cuenta que aquellos que se esperan poder pagar h/p son disuadidos de manera óptima ya que su multa esperada es igual al daño causado. Quienes se espera que no puedan pagar h/p son parcialmente disuadidos, ya que su multa esperada es menor que el daño causado.

La probabilidad óptima de detección satisface

$$(4) \quad \int_0^{h/p} (h - p\hat{w})\hat{w}r(p\hat{w})m(\hat{w}) d\hat{w} - x'(p) = 0.$$

La sanción óptima promedio es

$$\int_0^{h/p} \hat{w}m(\hat{w}) d\hat{w} + \int_{h/p}^\infty \frac{h}{p} m(\hat{w}) d\hat{w}.$$

La sanción óptima esperada promedio es

$$\int_0^{h/p} p\hat{w}m(\hat{w}) d\hat{w} + \int_{h/p}^\infty hm(\hat{w}) d\hat{w}.$$

El supuesto de que la probabilidad de detección es la misma para personas con riqueza observable diferente es central para este resultado. Si la probabilidad pudiera ser elegida independientemente para personas con diferentes niveles de riqueza observables, entonces, para cada nivel estimado de riqueza, la multa óptima sería w .

El supuesto de que los beneficios obtenidos por los individuos que cometen el acto dañino están incluidos en el bienestar social es necesario para estas conclusiones. Si el beneficio de los individuos no contara en absoluto, sería deseable disuadir todos los actos dañinos. En consecuencia, siempre sería óptimo imponer la multa más alta posible, es decir, una multa igual a w .

A continuación, recordemos el modelo de información perfecta. Supongamos que q es la probabilidad óptima en el modelo de información perfecta. De la condición de primer orden, q satisface

$$(5) \quad x'(q) = \int_0^f (h - qw)wr(qw)g(w) dw.$$

Sustituyendo p por q en (4) y reemplazando $x'(q)$ por la expresión dada en (5), se obtiene

$$(6) \quad M = \int_0^{h/p} (h - q\hat{w})\hat{w}r(q\hat{w})g(\hat{w}) dw - \int_0^{h/p} (h - qw)wr(qw)g(w) dw.$$

Esta expresión puede tener cualquier signo, dependiendo de las distribuciones particulares de b y w . Por lo tanto:

$$p \begin{cases} > q & \text{si } M > 0 \\ = q & \text{si } M = 0 \\ < q & \text{si } M < 0. \end{cases}$$

La multa óptima puede ser mayor ($p < q$), igual ($p = q$) o menor ($> q$) que la óptima en el modelo de información perfecta.

Nuestra principal conclusión es que, en ambos modelos, el de información perfecta y el de información imperfecta, la probabilidad óptima de detección multiplicada por la multa máxima es h . En ambos modelos, la probabilidad y la multa máxima tienen la misma relación analítica (de modo que los individuos más ricos son óptimamente disuadidos. Pero la probabilidad de detección (multa máxima) puede ser mayor o menor en el modelo de información imperfecta que en el modelo de información perfecta.

Este es un resultado interesante en sí mismo: la regla de disuasión es exactamente la misma, con o sin información perfecta sobre la riqueza de los individuos. (La multa máxima esperada es igual al daño causado por el acto criminal). Por lo tanto, con información imperfecta sobre la riqueza de los individuos, sólo tenemos un efecto de sustitución entre los instrumentos de política: la dirección de esa sustitución, es decir, la probabilidad de detección por multa máxima o viceversa, es ambigua.

V. Conclusión

La introducción de información imperfecta en la literatura sobre la aplicación óptima de la ley plantea varios puntos interesantes.

Un punto bastante inmediato es que obviamente es un marco más realista. Además, hay una creencia generalizada, (es decir, que la información imperfecta debilita la disuasión) que hemos evaluado en este artículo.

Otro punto es cómo la pena óptima difiere de la regla de la pena simple debido a la elasticidad de la oferta de delitos (entre otras cosas). Este punto ha sido discutido por Friedman (1981). Los resultados de este artículo pueden dar una explicación de por qué estas elasticidades de oferta pueden variar con la riqueza del infractor. En particular, la consideración de diferentes probabilidades subjetivas de detección puede apoyar las reglas de baja probabilidad y alta penalización. La observación empírica de que una persona más rica puede ser acusada de un mismo delito y castigado con una sanción monetaria mayor, como lo discutió Lott (1990b, 1992), está relacionada con este tema. La evidencia suele ser difícil de evaluar debido a las múltiples multas monetarias más altas que los individuos más ricos ya asumen.

Hemos discutido cómo varía la pena óptima con la riqueza. Un enfoque alternativo es evaluar cómo varía la probabilidad óptima de detección y la condena con la riqueza, en particular, si los resultados en el nivel óptimo de disuasión para los ricos frente a los pobres se ven alterados por el hecho de que los ricos pueden gastar más en su defensa legal. Lott (1987) ha demostrado que permitir que los individuos ricos gasten más en defensa legal puede ser consistente con la aplicación óptima de la ley. Los gastos de defensa jurídica pueden funcionar como elemento disuasorio del delito. Gravelle y Garoupa (1997) han argumentado que la introducción del gasto en defensa legal en el modelo óptimo de aplicación de la ley induce a una multa menor que la máxima porque el gobierno debe evitar que los individuos gasten todos sus ingresos previos a la condena en defensa legal. En este documento se deriva un argumento similar: una persona más rica no paga toda su riqueza porque pagar una parte de ella es suficiente para disuadirlo de manera óptima.

En este artículo he reunido los temas presentados en Polinsky y Shavell (1991) y en Bebchuk y Kaplow (1992). En tal contexto, una vez que se considera la introducción de información imperfecta de la probabilidad de detección o de la riqueza de los individuos (por el lado de la entidad de aplicación de la ley), se debe revisar el resultado de Polinsky y Shavell de la siguiente manera: la multa óptima es tal que los individuos más pobres pagan todo lo que tienen (o parecen tener); todas las demás personas pagan la multa, que es menor que su riqueza (o su riqueza estimada). Sin embargo, ya no puede sostenerse el resultado de que los individuos más ricos son disuadidos de manera óptima.

Este artículo sugiere algunas implicaciones políticas. Lo más inmediato es que la información imperfecta no necesariamente debilita la disuasión del crimen. En este análisis, hemos asumido que los individuos son neutrales al riesgo. Una vez que se considera la aversión al riesgo, la información imperfecta puede aumentar la prima de riesgo de elegir el delito.

La existencia de información imperfecta no debilita el argumento respecto de las multas como proporción de los ingresos previos a la condena. Por el contrario, los resultados de este artículo sugieren que la penalidad debería aumentar con la riqueza estimada/observada.

Finalmente, la información imperfecta de los instrumentos de política parece tener un efecto más complejo (y posiblemente ambiguo) sobre la disuasión que la información imperfecta sobre la riqueza. La incertidumbre en el lado de los individuos parece ser más preocupante que la incertidumbre en el lado de la entidad de aplicación de la ley. Los sistemas modernos de aplicación de la ley parecen incorporar tal observación: la mayoría de los sistemas son más permisivos a la evasión fiscal (incertidumbre de la entidad) que a la ignorancia de la ley (incertidumbre individual).

Apéndice: Pruebas

Prueba de la Proposición 1.

La entidad de aplicación de la ley decide p y f para maximizar (1). Las condiciones necesarias de primer orden son:⁷

$$\begin{aligned} V_p &= \left[\int_0^f \frac{\partial U_1}{\partial p} + \int_f^\infty \frac{\partial U_2}{\partial p} \right] g(w)dw - x'(p) \\ &= \int_0^f (h - pw)wr'(pw)g(w) dw + (h - pf)fr'(pf)[1 - G(f)] - x'(p) = 0 \\ V_f &= \int_f^\infty \frac{\partial U_1}{\partial p} g(w) dw = (h - pf)pr'(pf)[1 - G(f)] = 0, \end{aligned}$$

donde $1 - G(f) = \int_f^\infty g(w) dw$.
De esta última expresión, obtenemos

$$f = \frac{h}{p}.$$

Esto concluye la prueba. \square

Prueba de la Proposición 2.

La entidad de aplicación de la ley decide p y f para maximizar (2). Las condiciones necesarias de primer orden son.⁸

$$\begin{aligned} V_p &= \left\{ \int_0^f \left[\theta \frac{\partial U_1}{\partial p} + (1 - \theta) \frac{\partial U_2}{\partial p} \right] + \int_f^\infty \left[\theta \frac{\partial U_3}{\partial p} + (1 - \theta) \frac{\partial U_4}{\partial p} \right] g(w) dw \right\} - x'(p) = 0 \\ V_f &= \int_f^\infty \left[\theta \frac{\partial U_3}{\partial p} + (1 - \theta) \frac{\partial U_4}{\partial p} \right] g(w) dw \\ &= [\theta(h - pf - uf)(pr + u)r(pr + uf) \\ &\quad + (1 + \theta)(h - pf + uf)(p - u)r(pf - uf)][1 - G(f)] = 0, \end{aligned}$$

donde $1 - G(f) = \int_f^\infty g(w) dw$.
Se puede ver que, en general,

$$f \neq \frac{h}{p}.$$

Supongamos que $r' = r'' = 0$. Entonces, resulta que

$$f = \frac{h}{p} \frac{p^2 + 2(2\theta - 1)up}{p^2 + u^2 + 2(2\theta - 1)up},$$

Supongamos que $\theta = 1/2$. Y sea q la probabilidad obtenida en la Proposición 1. Entonces podemos mostrar que, si q puede ser mayor que $p + u^2/p$, la nueva multa máxima puede ser mayor que antes:

$$\begin{aligned} V_p(q) &= - \int_0^{h/p} uu_p w^2 g(w) dw + \int_{h/p}^{\tilde{f}} (h - qw - uu_p w) w g(w) dw \\ &\quad + \int_{\tilde{f}}^\infty (h - q\tilde{f} - uu_p \tilde{f}) \tilde{f} g(w) dw. \end{aligned}$$

Como se puede observar, esta expresión es usualmente negativa. Por lo tanto, q puede ser mucho más grande que p . Además, cuanto mayor sea $u(p)$, es más probable que $V_p(q)$ sea negativo. \square

7 La condición de segundo orden se satisface siempre. La condición de segundo orden está dada por $p^2 r(pf)[1 - G(f)]\{x''(p) + \int_0^f w^2(r(pw) + (h-pw)r'(pw))g(w) dw\}$, que se asume como positiva.

8 Se asume que se satisfacen las condiciones de segundo orden.

Prueba de la Proposición 3.

El organismo encargado de hacer cumplir la ley decide p y f para maximizar (3). Las condiciones necesarias de primer orden son:⁹

$$\begin{aligned} V_p &= \left[\int_0^f \frac{\partial U_1}{\partial p} + \int_f^\infty \frac{\partial U_2}{\partial p} \right] m(\hat{w}) d\hat{w} - x'(p) \\ &= \int_0^f (h - p\hat{w})\hat{w}r(p\hat{w})m(\hat{w}) d\hat{w} + (h - pf)fr(pf)[1 - M(f)] - x'(p) = 0 \\ V_f &= \int_f^\infty \frac{\partial U_2}{\partial p} m(\hat{w}) d\hat{w} = (h - pf)pr(pf)[1 - M(f)] = 0, \end{aligned}$$

donde $1 - M(f) = \int_f^\infty m(\hat{w}) d\hat{w}$.

A partir de esta última expresión, derivamos

$$f = \frac{h}{p}.$$

Esto concluye la prueba. \square

Agradecimientos

Este trabajo recibió el apoyo de una beca de la Junta Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (JNICT) de Lisboa, Portugal. Me he beneficiado gracias a los comentarios de mi supervisor de tesis de doctorado, Hugh Gravelle, y a los de dos evaluadores anónimos. Se aplica el habitual descargo de responsabilidad.

Nota del Editor

El artículo fue publicado en inglés por *The London School of Economics and Political Science*, Económica en 1998. La traducción certificada del inglés al español del artículo “*Optimal Law Enforcement and Imperfect Information When Wealth Varies among Individuals*” tiene el registro TC N.º 0106-2019 y fue realizada por Alicia Milagros Camacho Velásquez, con CTP N.º 0426. La revisión de la traducción, estuvo a cargo de Oscar Carrillo.

Referencias

- Bebchuk, L. A. y Kaplow, L. (1992). Optimal sanctions when individuals are imperfectly informed about the probability of apprehension. *Journal of Legal Studies*, 21, 365–70.
- Becker, G. S. (1968). *Crime and punishment: an economic approach*. *Journal of Political Economy*, 76, 169–217.
- Friedman, D. D. (1981). *Reflections on optimal punishment, or: should the rich pay higher fines?* *Research in Law and Economics*, 3, 185–205.

9 Siempre se satisface la condición de segundo orden. La condición de Segundo orden está dada por $p^2r(pf)[1 - M(f)]\{x''(p) + \int_0^f w^2[r(pw) + (h - pw)r'(pw)]m(w) dw\}$, que se asume como positivo.

- Garoupa, N. (1995). *Optimal law enforcement and imperfect information*. Documento de debate 95/35, University of York.
- Gravelle, H. y Garoupa, N. (1997). *Legal defence expenditure and law enforcement*. Documento presentado en la 14ª reunión anual de la Asociación Europea de Derecho y Economía, University of York (mimeo).
- Kaplow, L. y Shavell, S. (1994). *Optimal law enforcement with self-reporting of behaviour*. *Journal of Political Economy*, 102, 583–606.
- Lott, J. R. Jr (1987). *Should the wealthy be able to buy justice?* *Journal of Political Economy*, 95, 1307–16.
- Polinsky, A. M. y Shavell, S. (1991). *A note on optimal fines when wealth varies among individuals*. *American Economic Review*, 81, 618–21.
- (1990a). *A transaction-costs explanation for why the poor are more likely to commit a crime*. *Journal of Legal Studies*, 19, 243–5.
- (1990b). *The effect of conviction on the legitimate income of criminals*. *Economic Letters*, 34, 381–5.
- (1992). *An attempt at measuring the total monetary penalty from drug convictions: the importance of an individual's reputation*. *Journal of Legal Studies*, 21, 159–88.
- (1997). *Theory of optimal law enforcement*. *Journal of Economic Surveys*, 11, 267–95.

Presentación del artículo

Magnitud óptima y probabilidad de las multas



Marcos Yui Punin

Economista con más de 10 años de experiencia en la gestión pública, con énfasis en el análisis económico para el cumplimiento de la ley en el marco de procedimientos administrativos sancionadores de entidades con funciones de fiscalización. Actualmente es Vocal de la Sala Especializada en Minería, Energía, Pesquería e Industria Manufacturera del Tribunal de Fiscalización Ambiental del OEFA.

Nuno Garoupa, autor del presente artículo, es Doctor en Economía de la Universidad de York, LL.M. en Justicia Penal y Criminología y M. Sc. en Economía en la Universidad de Londres, y Licenciado en Economía de la Universidad Nova de Lisboa. Actualmente es profesor de la Universidad George Mason, en Virginia. El artículo que se presenta a continuación fue publicado en el año 2001, época en que Garoupa era profesor de la Universitat Pompeu Fabra, en España. El profesor Garoupa es reconocido en el ámbito académico por sus aportes al área de investigación en la economía del derecho y las instituciones jurídicas, estudios jurídicos empíricos y política judicial comparada.

El trabajo de Garoupa tomó como punto de partida la noción general de Gary Becker en materia de análisis económico de sanciones¹ respecto de que existe una relación inversa entre la probabilidad de detección y la severidad del castigo (multa). Es decir, con el fin de alcanzar una disuasión óptima, las disminuciones en la probabilidad de detección pueden ser compensadas con incrementos en la severidad del castigo.

Con base en ello, Garoupa desarrolló un aspecto interesante asociado a la disuasión y la capacidad económica del infractor para asumir la sanción en circunstancias de subdisuasión sustancial, es decir, cuando las multas máximas resultan pequeñas y poco disuasivas. Sobre el particular, el autor postula que esta relación de sustitución en esta circunstancia se transforma en complementaria para niveles de multa máxima muy pequeños, lo cual se justifica dada la efectividad de las sanciones en relación a la capacidad económica de los administrados para asumirlas.

Garoupa añadió que, en tales circunstancias, para el Estado es más rentable acompañar un aumento/disminución en la multa máxima con un aumento/disminución en el mismo sentido en la probabilidad de detección. Vale decir, cuando se trata de infractores de bajos recursos se terminan aplicando sanciones muy bajas (con un valor disuasivo pequeño) y estas, por no ser rentables, disminuyen la probabilidad de detección. Por el contrario, ante infractores de altos ingresos (con un alto valor de disuasión), es preferible incrementar la probabilidad de detección.

1 Crime and Punishment: An Economic Approach.

Esta mención a que los recursos para la fiscalización se incrementen en función a la capacidad económica del administrado podría resultar, hasta cierto punto, controversial, y dar la idea de la existencia de un trato diferenciado. Sin embargo, lo cierto es que la evaluación de la efectividad y rentabilidad en la imposición de sanciones son aspectos que deberían ser tomados en cuenta como parte de un análisis integral, a fin de determinar el esfuerzo de fiscalización.

Respecto del planteamiento realizado por el autor, cabe mencionar que los criterios para la determinación del esfuerzo de fiscalización por parte del ente fiscalizador es un tema en el cual, por lo general, no siempre se exponen los argumentos que llevan a su determinación.

En tal sentido, considero importante la propuesta de Garoupa porque incide en aspectos poco observados en la determinación del esfuerzo de fiscalización. Les invito a leerlo.

MAGNITUD ÓPTIMA Y PROBABILIDAD DE LAS MULTAS

*Nuno Garoupa**

*Department d' Economia i Empresa, Universitat Pompeu Fabra, Ramon Trias Fargas 25-27, 08005
Barcelona, España*

Resumen

La literatura económica sobre delitos y castigos se centra en el intercambio entre la probabilidad y la severidad del castigo, y sugiere que la probabilidad de detección y las multas se sustituyen. En este artículo, se muestra que, en presencia de una sub-disuasión sustancial causada por la costosa detección y castigo, estos instrumentos pueden convertirse en complementos. Cuando los infractores son pobres, el valor disuasivo de las sanciones monetarias es bajo. Así, el gobierno no invierte mucho en la detección. Sin embargo, si los infractores son ricos, el valor disuasivo de las sanciones monetarias es alto, por lo que es más rentable procesarlos. © 2001 Elsevier Science B.V. Todos los derechos reservados.

Clasificación JEL: K4

Palabras clave: Crimen; Probabilidad y severidad de las sanciones; Aplicación de la ley

I. Introducción

La proposición de que las tasas de delincuencia responden a los riesgos y beneficios se denomina hipótesis de disuasión. Es una aplicación de la teoría de la demanda a uno de los temas más importantes en la justicia penal. La hipótesis afirma que los individuos responden significativamente a los incentivos creados por el sistema de justicia penal. Si es así, aumentar los recursos que la sociedad dedica al arresto, la condena y a la sanción de los infractores, reducirá la cantidad y el costo social del delito.

* Tel.: 34-93-542 2639; fax: 34-93-542 1746.

Dirección de correo electrónico: nuno.garoupa@econ.upf.es (N. Garoupa).

Supongamos que existe un delito particular que deseamos disuadir, por ejemplo, el estacionamiento ilegal. Podría ser posible eliminar el estacionamiento ilegal, o casi eliminarlo, imponiendo un castigo severo con alta probabilidad. Sin embargo, determinar el estacionamiento ilegal de esta manera puede generar un problema de costos. Detener, procesar y castigar a los infractores puede ser costoso. Los responsables políticos deben poner en una balanza estos costos con las ventajas de reducir el estacionamiento ilegal.¹

En este artículo, reconsideramos el resultado de probabilidad de multa alta-baja de Becker (1968): Al decidir si cometer o no cometer un acto, una persona compara el beneficio del acto con el castigo esperado. Éste viene dado por la probabilidad de detección y el castigo por una sanción monetaria. Una multa es una transferencia sin costo del infractor condenado al gobierno. En contraste, la detección es costosa. En consecuencia, el gobierno debe establecer la multa igual a la riqueza total de un infractor y complementarla con la probabilidad adecuada para lograr una disuasión óptima. Este resultado de probabilidad de multa alta-baja sugiere el siguiente corolario: si la riqueza de los agentes aumenta, el gobierno debería aumentar la sanción y, al mismo tiempo, reducir la probabilidad de detección. De esa manera, el gobierno aún proporciona una disuasión óptima, pero ahorra recursos en la aplicación de la ley.

Mostramos que este corolario (la sustituibilidad entre la multa y la probabilidad) se mantiene sólo si el óptimo social implica una disuasión casi total. Si hay una gran insuficiencia (la multa esperada es significativamente menor que el daño social causado por el delito), entonces existe una relación complementaria entre las dos variables. Cuando la multa aumenta, también debe aumentar la probabilidad de detección.

Para comprender este resultado, considere un caso bastante extremo donde la riqueza del agente es cero. En este caso, las multas son cero y el valor disuasivo es cero. Por lo tanto, no tiene absolutamente ningún sentido gastar dinero en hacer cumplir la ley. Cuando la riqueza sube, también lo hacen las multas. Ahora sí vale la pena para el gobierno participar en la detección y el castigo. Como consecuencia, tenemos una relación complementaria entre la multa y la probabilidad cuando hay una sub-disuasión sustancial (alternativamente, cuando los infractores son pobres). Esto contrasta con la capacidad de sustitución convencional que se mantiene si la sanción esperada se acerca al daño social causado por el delito.

El artículo está organizado de la siguiente manera. El resultado se deriva formalmente en la Sección 2; las observaciones finales se abordan en la Sección 3. Todas las pruebas están relegadas al apéndice.

II. El Modelo

Los individuos neutrales al riesgo eligen si cometer o no un acto que beneficie al actor por b y dañe al resto de la sociedad por h . El creador de políticas no conoce la b de ninguna persona, pero conoce la distribución de las partes por tipo, descrita por una función de densidad general $g(b)$ con soporte $[0, \infty)$, una distribución acumulativa $G(b)$ y una elasticidad de distribución $\varepsilon(b) = -g'(b)b/g(b)$. Algunos actos son socialmente beneficiosos: $h < \infty$.

1 Ver Garoupa (1997), y Polinsky y Shavell (2000).

El gobierno elige una sanción, f , y una probabilidad de detección y condena, p . El gasto en detección y condena para lograr una probabilidad p está dado por $x(p)$, donde $x_p > 0$ y $x_{pp} \geq 0$. La sanción máxima factible es F , que puede interpretarse como la riqueza máxima de los individuos. Además, asumimos que la sanción no tiene costo para imponer y cobrar. La función objetiva que se debe maximizar es la suma de los beneficios de los individuos menos el daño causado por sus actos y los costos de aplicación de la ley.²

Los individuos neutrales al riesgo cometen un delito si y sólo si $b \geq pf$. Dada la decisión de cada persona de ser honesto o deshonesto, la utilidad social es

$$W = \int_{pf}^{\infty} (b - h) dG(b) - x(p), \quad (1)$$

El gobierno maximiza la función de bienestar respecto de f (severidad del castigo) y p (probabilidad del castigo) sujeto a $f < F$.³ El presupuesto del sector público se financia por impuesto a suma alzada.

Proposición 1. (1) La multa óptima es la multa máxima. (2) La probabilidad óptima de detección y convicción satisface $F(h - p * F)g(p * F) = x_p(p^*)$. (3) Un poco de sub-disuasión es óptimo.

Hemos derivado formalmente el argumento de Becker. Ahora podemos establecer que la probabilidad óptima no necesariamente disminuye monótonamente en la multa máxima.

Proposición 2. (1) Si $\varepsilon(p * F) < 1$, la probabilidad óptima aumenta con la multa máxima si la sanción esperada es menor que $h(1 - \varepsilon) / (2 - \varepsilon)$. (2) Si $\varepsilon(p * F) > 1$, la probabilidad óptima disminuye monótonamente en la multa máxima.

La estadística comparativa muestra que la probabilidad óptima de detección no está disminuyendo monótonamente en la multa máxima como se supone implícitamente en la literatura.

Si la multa máxima es alta, el nivel de disuasión también es alto y la diferencia entre la internalización completa y la disuasión óptima es pequeña. Si aumenta F , la probabilidad p puede reducirse, logrando el mismo nivel de disuasión a menores costos de cumplimiento. Esta es la compensación de Becker.

Sin embargo, si la multa máxima es muy pequeña, el nivel de disuasión es muy bajo. En este caso, un aumento en F aumenta sustancialmente el valor de disuasión de cualquier p dada y, por lo tanto, hace que sea más rentable aumentar p . Por lo tanto, en este rango, la probabilidad y la magnitud de las multas son complementos en lugar de sustitutos.

En los niveles más bajos de disuasión, la ganancia en la disuasión domina los costos de ejecución. A niveles más altos de disuasión, el aumento en los costos domina la ganancia en la disuasión. La continuidad sugiere que hay un punto de inflexión intermedio, que se confirma en la Proposición 2.

Un ejemplo simple ayuda a comprender el resultado: cuando los individuos son pobres, el valor disuasivo de las sanciones monetarias es bajo. Dada esta observación, no queremos invertir mucho en atrapar personas (si las sanciones se limitaran a un centavo, el valor disuasivo de las sanciones sería esencialmente cero, por lo que no gastaríamos nada en atrapar personas).

2 Utilizamos la función de bienestar social convencional. La inclusión de ganancias ilegales es discutible y ha sido cuestionada por varios académicos. Ver Lewin y Trumbull (1990) y Polinsky y Shavell (2000). Shavell (1985) reconoce que puede haber una divergencia entre el valor social y la ganancia privada. La divergencia podría expresarse insertando un coeficiente de valor social en este modelo.

3 Estudiamos soluciones no triviales. Por lo tanto, ignoramos las siguientes restricciones: $f \geq 0$ y $0 \leq p \leq 1$. Asumimos que estas restricciones son no vinculantes.

Sin embargo, si los individuos son ricos, entonces el valor disuasivo de las sanciones monetarias es alto, por lo que vale la pena invertir en su captura. Por lo tanto, los que son más ricos que otros, pero no los más ricos de todos, deben enfrentar una mayor probabilidad de detección por el mismo delito, ya que los individuos que más ricos de todas enfrentarán una sanción suficientemente alta.

Este resultado prevalece siempre que la elasticidad de la disuasión con respecto a las multas esperadas sea relativamente baja. De lo contrario, el aumento en la disuasión gracias a aumentar la sanción esperada es lo suficientemente grande como para asegurar que la compensación de Becker se mantenga.

Proposición 3. Cuando la multa máxima F aumenta, la sanción esperada también aumenta.

Cuando la probabilidad y la severidad del castigo se sustituyen, un aumento de la multa máxima siempre domina la consiguiente reducción de la probabilidad de castigo de tal manera que aumente la sanción esperada. Tomar el caso límite donde la sanción esperada es igual al daño h . Entonces, un aumento de la multa máxima se compensa exactamente con la reducción de la probabilidad de castigo. Sin embargo, sabemos que la multa esperada es menor que h porque la ejecución es costosa. Por lo tanto, cuando la multa máxima aumenta, podemos reducir la probabilidad (ahorrar en costos de cumplimiento), pero no hasta el punto de compensar exactamente el aumento de la multa máxima (logrando más ganancias en la disuasión). De la Proposición 1, sabemos que el nivel de sub-disuasión está disminuyendo en la multa máxima. Para ver esto, podemos escribir $(h - p^*F)g(p^*F) = x_p(p^*)/F$. El nivel de sub-disuasión se eleva cuando aumenta el costo marginal de la aplicación de la ley en relación con el valor de los activos decomisados. Un aumento de la multa máxima implica que este valor relativo disminuye, por lo que el nivel de sub-disuasión también disminuye.

III. Comentarios Finales

En este artículo, hemos argumentado que la compensación entre la probabilidad y la severidad del castigo puede no ser consistente con la aplicación óptima de la ley cuando existe una sub-disuasión sustancial. Cuando la sanción óptima esperada es lo suficientemente grande, nos acercamos a la disuasión completa (la externalidad negativa está totalmente internalizada). Al aumentar la multa máxima, podemos relajar la probabilidad de lograr el mismo nivel de disuasión y ahorrar en costos de cumplimiento. Sin embargo, cuando la sanción óptima esperada es baja, tenemos una sub-disuasión sustancial. Al aumentar la multa máxima, también deberíamos aumentar la probabilidad de obtener más ganancias en la disuasión.

La multa máxima se ha interpretado como la riqueza total de un persona a lo largo de este artículo; teniendo todas los individuos la misma riqueza. Polinsky y Shavell (1991) han considerado el caso donde la riqueza varía entre los individuos. La riqueza de una persona se observa una vez que se detecta y condena, pero no de antemano. Por lo tanto, la severidad del castigo está condicionada a la riqueza, pero no la probabilidad de castigo. En nuestro modelo, tanto la severidad como la probabilidad de castigo han estado condicionadas a la riqueza. En otras palabras, en nuestro modelo, la riqueza de un infractor potencial es observable antes de la detección y la condena.

Polinsky y Shavell dicen esencialmente que cualquier persona, cuando se le detecta, debería pagar una sanción monetaria dada por el daño dividido entre la probabilidad⁴. Sin embargo, si el delincuente no puede afrontarlo, paga toda su riqueza (la multa máxima en el sentido de Becker). Aquellos que

4 Un resultado que se conoce en la literatura como el “principio multiplicador”.

pueden pagar la multa son completamente disuadidos ya que su sanción esperada es igual al daño social que causan. Los que no pueden pagar la multa y pierden toda su riqueza, no son sub-disuadidos ya que su sanción prevista es menor que el daño que causan. Hemos demostrado en nuestro modelo que dicha política no es óptima cuando la riqueza es observable antes de la detección. Dentro de nuestro modelo, ambos grupos son sub-disuadidos porque cada delincuente potencial enfrenta una sanción esperada menor que el daño que causa.

Cuando la riqueza no es observable antes de la detección, la probabilidad es la misma para todos los infractores. Cuando la riqueza es observable antes de la detección, nuestro resultado muestra que la probabilidad de detección y convicción es cóncava respecto de la riqueza: la probabilidad óptima es baja cuando la sanción es demasiado baja (porque no es rentable procesar a estas personas) y cuando la sanción es suficientemente grande (compensación habitual de Becker). En la formulación dada por Polinsky y Shavell, los individuos muy pobres y los individuos muy ricos enfrentan una probabilidad demasiado alta. Para los individuos ricos, el hecho de que el gobierno no pueda observar la riqueza de antemano significa que tienen una sanción más baja y una probabilidad más alta que cuando la riqueza es observable de antemano (argumento habitual de Becker). En cuanto a los individuos muy pobres, también enfrentan una mayor probabilidad porque no vale la pena que el gobierno invierta en atrapar a estos infractores (la sanción ya se encuentra en su valor más alto posible).

Agradecimientos

Este artículo se ha beneficiado de las sugerencias y comentarios de Hugh Gravelle, Mitch Polinsky, Steven Shavell, dos árbitros anónimos y el editor, Klaus Schmidt. Agradezco a Kelly Markva por la beca de investigación. Reconozco con agradecimiento el apoyo financiero de FLAD, Lisboa, Portugal. Se aplica el descargo de responsabilidad habitual.

Apéndice: Prueba de las proposiciones

Prueba de la Proposición 1. Define la función de Lagrange como $L=W+ \lambda (F - f)$. La f^* y la p^* óptimas deben satisfacer:

$$L_f = p(h - pf)g(pf) - \lambda = 0, \tag{A.1}$$

$$L_p = f(h - pf)g(pf) - x_p = 0, \tag{A.2}$$

donde L es la función de Lagrange, y λ es el multiplicador de Lagrange. Supongamos que la multa óptima no es máxima. A partir de (A.1), tenemos $p^*f^* = h$. Sin embargo, a partir de (A.2), sabemos que esto es imposible porque $L_p < 0$. Por lo tanto, la solución óptima debe ser $f^* = F$ y $\lambda^* > 0$.

A partir de (A.2), se puede encontrar una solución interior para la probabilidad de modo que

$$F(h - p^*F)g(p^*F) = x_p(p^*) \Rightarrow p^*F < h.$$

Verificando la condición de segundo orden

$$W_{pp} = -F^2g(p^*F) - x_{pp}(p^*) + F^2(h - p^*F)g'(p^*F).$$

La condición de segundo orden se satisface siempre que $x(\cdot)$ exhiba suficientemente retornos decrecientes a escala.

Prueba de la Proposición 2. Por el teorema de la función implícita, tenemos que el signo de $\delta p^*/\delta F$ está dado por el signo de W_{p^*F} :

$$\begin{aligned} W_{p^*F} &= (h - 2p^*F)g(p^*F) + (h - p^*F)p^*Fg'(p^*F) \\ &= g(p^*F)[(h - 2p^*F) - (h - p^*F)\varepsilon(p^*F)]. \end{aligned}$$

El resultado es claro. \square

Prueba de la Proposición 3. Define $z = p^*F$. Debemos mostrar que $z_F = p^*FW_{p^*F} / W_{pp} > 0$, o equivalentemente, $FW_{p^*F} > p^*W_{pp}$:

$$\begin{aligned} FW_{p^*F} &= g(p^*F)[(h-2p^*F)F - (h-p^*F)F\varepsilon(p^*F)], \\ p^*W_{pp} &= -g(p^*F)[p^*F^2 + (h-p^*F)F\varepsilon(p^*F)] - p^*x_{pp}. \end{aligned}$$

También podemos observar que

$$FW_{p^*F} - p^*W_{pp} = (h - p^*F)Fg(p^*F) + p^*x_{pp} > 0.$$

El resultado se deduce. \square

Nota del Editor

El artículo fue publicado en inglés por *European Economic Review* en el 2001. La traducción certificada del inglés al español del artículo “*Optimal Magnitude and Probability of Fines*”. tiene el registro TC N.º 0107-2019 y fue realizada por Alicia Milagros Camacho Velásquez, con CTP N.º 0426. La revisión de la traducción, estuvo a cargo de Marcos Yui.

Referencias

- Becker, G.S., 1968. *Crime and punishment: An economic approach*. *Journal of Political Economy* 76, 169-217.
- Garoupa, N., 1997. *The theory of optimal law enforcement*. *Journal of Economic Surveys* 11, 267-295.
- Lewin, J.F., Trumbull, W.N., 1990. *The social value of crime?* *International Review of Law and Economics* 10, 271-284.
- Polinsky, A.M., Shavell, S., 1991. *A note on optimal fines when wealth varies among individuals*. *American Economic Review* 81, 618-621.
- Polinsky, A.M., Shavell, S., 2000. *The economic theory of public enforcement of law*. *Journal of Economic Literature* 38, 45-76.
- Shavell, S., 1985. *Criminal law and the optimal use of nonmonetary sanctions as a deterrent*. *Columbia Law Review* 85, 1232-1262.

Presentación del artículo

Aplicación óptima de la ley con autoinformación del comportamiento



Karina Montes Tapia

Economista, Magíster en Gestión Pública, con experiencia en aplicación y cumplimiento regulatorio en entidades públicas como el Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (Osinergmin), el Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (Indecopi) y el OEFA. Actualmente es Asesora de la Presidencia del Consejo Directivo del OEFA y Docente de la Pontificia Universidad Católica del Perú y de la Universidad del Pacífico.

Los administrados – empresas naturales y jurídicas que realizan distintas actividades económicas – tienen un conjunto de obligaciones que cumplir, las cuales se encuentran tanto en sus instrumentos de gestión ambiental como en la normatividad aplicable. Estas obligaciones pueden ser numerosas y su transgresión puede ocasionar riesgos o daños ambientales, por lo que el rol de la agencia supervisora debe ser vigilar su cumplimiento con los recursos disponibles para tal fin.

Los mecanismos de supervisión involucran el conjunto de actividades destinadas por la entidad fiscalizadora para verificar el cumplimiento de dichas obligaciones, así como observar sus consecuencias en el ambiente.

Louis Kaplow, PhD. en economía y J.D. de la Universidad de Harvard, y Steven Shavell, PhD. en economía del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT, por sus siglas en inglés), ambos profesores de la Facultad de Derecho de la Universidad de Harvard, con vasta producción académica aplicada a los modelos de la actuación pública para hacer cumplir las leyes, presentan las ventajas del uso del autoreporte como parte de la estrategia de supervisión.

El autoreporte es explicado como la herramienta mediante la cual los administrados declaran ante la autoridad los incumplimientos de obligaciones y la presencia de riesgos o daños atribuidos a su responsabilidad.

De acuerdo al análisis del modelo de actuación pública para hacer cumplir las normas, los autores analizan los beneficios del autoreporte frente al modelo tradicional, en el que la agencia se encarga de supervisar y detectar incumplimientos y sus consecuencias. Estos beneficios se traducen no sólo en eficiencias para la agencia fiscalizadora, que tendrá mayor información y deberá invertir entonces en menores recursos para la detección, sino que también fomenta una mayor cultura de cumplimiento y autoevaluación, en la que los administrados podrán conocer mejor sus obligaciones, observarlas y controlarlas con mayor calidad.

En el campo ambiental, existe la obligación del reporte de emergencias, a través de los cuales los administrados comunican a la autoridad estos eventos; asimismo, existen deberes de reporte de resultados de monitoreo, manifiesto de residuos o informes de gestión ambiental anuales. Es tarea del fiscalizador el análisis de esta información de manera estratégica, para que contribuya a una supervisión más eficiente en términos de ahorro de recursos, y más eficaz para el bienestar de la ciudadanía, usando la información reportada en la tarea de control de los impactos ambientales.

Teniendo en cuenta estas reflexiones, les invitamos a leer este interesante artículo, el cual nos brinda una mirada distinta, en la que el fiscalizador no es el absoluto responsable de la supervisión y detección de incumplimientos, sino que los propios administrados contribuyen activamente con esta tarea, fomentando así eficiencias en el aparato público y mejores resultados en términos de disuasión.

APLICACIÓN ÓPTIMA DE LA LEY CON AUTOINFORMACIÓN DEL COMPORTAMIENTO

Louis Kaplow y Steven Shavell

Facultad de Derecho de Harvard y Oficina Nacional de Investigación Económica

El autoreporte - el informe de los administrados sobre su propio comportamiento ante una autoridad que hace cumplir las normas - es un aspecto de la aplicación de la ley que se observa a menudo en el contexto de la regulación ambiental y de seguridad. Agregamos el autoreporte al modelo del control de externalidades negativas a través de la aplicación probabilística de la ley, y caracterizamos el esquema óptimo. El autoreporte ofrece dos ventajas sobre los esquemas que no lo tienen: se ahorran recursos en verificación del cumplimiento de las normas, porque no es necesario detectar a los individuos que informan sobre sus actos dañinos y se reduce el riesgo porque los individuos que informan sobre su comportamiento tienen sanciones más bien ciertas que inciertas.

I. Introducción

Una característica que se observa a menudo con respecto a la aplicación de la ley es lo que llamaremos autoreporte sobre el comportamiento: el informe hecho por los administrados sobre sus propias acciones perjudiciales a una autoridad que vela por el cumplimiento de la ley. Por ejemplo, las empresas informan con frecuencia sobre trasgresiones al medio ambiente y a la seguridad, los individuos a menudo reportan los accidentes que causan a la policía e incluso aquellos individuos que cometen delitos a veces confiesan sus actos ante las autoridades. Presuntamente, las partes informan voluntariamente sobre su comportamiento porque temen un tratamiento más severo si no lo hacen.¹

¿Cuáles son las ventajas sociales del autoreporte que pueden ayudar a explicar su uso en la aplicación de la ley? En términos más generales, ¿cómo encaja el autoreporte en la teoría del control de las externalidades negativas? La literatura sobre el control de las externalidades, que data desde Pigou (1920), sugiere que las actividades que crean daños deben ser gravadas, pero no deben considerarse los costos de identificación de las partes que causan daños.

1 En particular, bajo la Ley de Compensación y Responsabilidad Ambiental Integral (CERCLA), 42 U.S.C., sec. 9603 (b), el no informar sobre la liberación de sustancias peligrosas puede resultar en multas o encarcelamiento, además de cualquier sanción asociada con la misma liberación. Según la ley federal y algunas leyes estatales, las corporaciones y los individuos deben reportar transgresiones de las leyes sobre seguridad de los productos y enfrentar sanciones por no hacerlo (consultar, por ejemplo, la Ley de Seguridad de Productos del Consumidor, 15 U.S.C., sec. 2064). Las directivas federales para sentencias penales especifican que las organizaciones que no informan sobre sus delitos sufren un tratamiento más severo que si lo hacen. Las leyes federales y estatales también estipulan que los individuos que no denuncian una variedad de delitos y actos dañinos sufren mayores sanciones que los que sí lo hacen. Por ejemplo, las leyes de choque y fuga generalmente hacen que el hecho de que un conductor no reporte un accidente sea un delito.

[Journal of Political Economy, 1994, Vol. 102, No 3]

© 1994 por la Universidad de Chicago. Todos los derechos reservados. 0022-3808 / 94 / 0203-0004 \$ 01.50

La literatura más reciente sobre la aplicación de la ley, sin embargo, investiga el control de actividades dañinas cuando es costoso identificar a las partes responsables de causar daño. Esta literatura comienza con Becker (1968), quien enfatiza que, debido a los costos de aplicación de la ley, no es socialmente ventajoso identificar a quienes causan daño todo el tiempo, sino hacerlo sólo con una probabilidad (y por consiguiente elevar el nivel de sanciones).

En este artículo, agregamos el autoreporte al modelo probabilístico de aplicación de la ley.² Bajo un esquema con autoreporte, se puede inducir a los individuos a que reporten sus actos dañinos sin afectar de manera importante sus incentivos para abstenerse de cometer los actos.³ Esto se puede lograr permitiendo que aquellos que informan haber cometido un acto dañino paguen una sanción igual a (o un poco menos que) el equivalente de la certeza de la sanción que enfrentarían si no informaran el hecho. Entonces, se conducirá a los individuos a reportar sus actos, pero no cambiará la disuasión de esos actos. Como consecuencia, los esquemas de aplicación de la ley con autoreporte ofrecen a la sociedad dos ventajas. Primero, se ahorran recursos de aplicación de la ley: debido a que se induce a aquellos que cometen actos dañinos a informar sobre su comportamiento, no siendo necesario invertir esfuerzos en la aplicación de la ley para identificarlos. Segundo, se eliminan los costos que conllevan riesgos (un beneficio cuando los actores son adversos al riesgo), porque quienes cometen actos dañinos informan su comportamiento y pagan una cierta cantidad.⁴ Por el contrario, en los sistemas de aplicación de la ley sin autoreporte, aquellos que cometen actos dañinos conllevan el riesgo de las sanciones.

En la Sección II, analizamos un modelo de autoreporte en el que individuos neutrales al riesgo eligen si cometen un sólo tipo de acto dañino; en la Sección III, examinamos una generalización del modelo que permite muchos tipos de actos dañinos. En estos modelos, caracterizamos los esquemas óptimos de aplicación de la ley con autoreporte y demostramos que son superiores a los esquemas sin autoreporte porque ello permite reducir los costos de aplicación de la ley. También demostramos que un nivel positivo de aplicación de la ley es siempre deseable junto con el autoreporte, aunque no es necesariamente deseable sin él. En la Sección IV, consideramos la aversión al riesgo, el encarcelamiento como una sanción, el error en el examen del comportamiento y los costos administrativos del autoreporte. En la Sección V, observamos que, dependiendo del método de aplicación de la ley, las ventajas del autoreporte pueden ser mayores que las de nuestro modelo o inexistentes, y ofrecemos más referencias finales.

2 Hay una serie de artículos relevantes para nuestro análisis en la literatura de diseño de mecanismos dirigidos a los contratos de riesgo compartido, la recaudación de impuestos, la regulación y el modelo de principal-agente, porque examinan la auditoría costosa de los informes. Ver, en particular, Border y Sobel (1987), Wagenhofer (1987), y Mookherjee y Png (1989). Ver también Townsend (1979), Baiman y Demski (1980), Baron y Besanko (1984), Reinganum y Wilde (1985), Dye (1986), Scotchmer (1987) y Mookherjee y Png (1990). Comentamos esta literatura en el n. 25. En la literatura sobre aplicación de la ley, el único artículo que analiza la autoinformación es Malik (1993), que fue escrito independientemente de nuestro documento de trabajo original (Kaplow y Shavell, 1991). Véase también Kaplow (1992), que incorpora la autoinformación cuando analiza otros problemas.

3 Para que sea específico, hablamos aquí de individuos que denuncian actos que causan daño con certeza. Pero nuestro análisis se aplica también a situaciones en las que las acciones de los individuos sólo causan daño con una probabilidad y lo que informan es la ocurrencia del daño. Por ejemplo, una empresa puede tomar precauciones para reducir el riesgo de descarga de un contaminante e informar las descargas cuando se producen.

4 Una ventaja relacionada es que los esquemas con autoinformación reducen la necesidad de imponer el encarcelamiento, como mencionamos en la Sec. IVB.

II. El Modelo de un Acto

Los individuos neutrales al riesgo eligen entre cometer o no un acto que cause daño h . (Nuestro análisis sería esencialmente el mismo si el daño fuera probabilístico; ver n. 12.) Si un individuo comete el acto dañino, obtiene un beneficio $b \in [0, \infty)$; b difiere entre individuos y tiene una densidad continua positiva $f(\cdot)$ con una distribución acumulativa $F(\cdot)$.⁵ El tamaño de la población se normaliza a uno.

Ahora definimos y analizamos dos esquemas de aplicación de la ley: sin autoreporte y con autoreporte.

A. Aplicación de la ley sin autoreporte

En el esquema sin autoreporte, la autoridad social examina individuos con probabilidad p . El análisis determina con precisión si un individuo cometió el acto dañino y cada examen cuesta c .⁶ Los individuos que hayan cometido el acto pagan una sanción monetaria s , que se supone tiene un coste cero socialmente por imponer. El nivel máximo de la sanción es $\bar{s} \geq h$; puede \bar{s} interpretarse como la riqueza de un individuo.⁷ La autoridad elige la probabilidad de detección y la sanción para maximizar el bienestar social, definido como la suma de los beneficios de los individuos menos el daño debido a sus actos y menos los costos de evaluación. Los valores socialmente óptimos de las variables se indicarán con un asterisco.

Un individuo cometerá el acto dañino si y sólo si $b \geq ps$, de modo que el bienestar social es

$$W = \int_{ps}^{\infty} (b - h)f(b) db - pc. \quad (1)$$

El primer término es los beneficios menos el daño del acto cometido. El segundo término es el costo de la aplicación de la ley, porque la población total (que, según se recuerda, está normalizada a uno) se evalúa con probabilidad p y cada evaluación cuesta c .

La s óptima debe ser \bar{s} si $p^* > 0$.⁸ Si $s^* < \bar{s}$, s podría elevarse y p disminuirse, de modo que ps se mantenga constante. Entonces el primer término en (1) no cambiaría, pero los costos de aplicación de la ley, pc , caerían; El bienestar sería, pues, más alto, contradiciendo la optimalidad de s^* . (Este es el argumento de Becker [1968]).

Para determinar p^* , diferenciar (1) con respecto a p , usando $s^* = \bar{s}$, para obtener

$$\frac{dW}{dp} = \bar{s}(h - p\bar{s})f(p\bar{s}) - c. \quad (2)$$

5 La suposición de que b tiene una densidad positiva en $[0, \infty)$ descarta la posibilidad de que sea deseable disuadir a todos los individuos de cometer el acto dañino. Sin embargo, si b se distribuyera en $[0, b]$ y $h > b$, entonces sería conveniente que nadie cometiera el acto dañino. En este caso, la disuasión completa puede no ser óptima (debido a los altos costos de cumplimiento que se requerirían), en cuyo caso nuestro análisis y resultados no cambiarían.

6 En la sección V se tratan otros métodos de aplicación de la ley.

7 El supuesto de que $\bar{s} \geq h$ se utiliza para descartar la solución de esquina en la que la probabilidad óptima es igual a uno. Como se explica en el n. 21, nuestros principales resultados no dependen de este supuesto.

8 Si $p^* = 0$, se puede suponer que s^* es igual a \bar{s} .

Esta expresión será negativa para todo $p \in [0, 1]$ si c es suficientemente grande, por lo que $p^* = 0$ es posible. Sin embargo, $p^* = 1$ no es posible debido al supuesto de que $\bar{s} \geq h$ implica que (2) es negativo en $p = 1$. Una solución interior para p^* debe satisfacer la condición de primer orden que $dW/dp = 0$.⁹ En este caso, la probabilidad óptima se determina mediante

$$p^* = \frac{h - c/[\bar{s}f(p^*\bar{s})]}{\bar{s}}, \quad (3)$$

y la sanción óptima esperada se determina mediante

$$p^*\bar{s} = h - \frac{c}{\bar{s}f(p^*\bar{s})} \quad (4)$$

El lado izquierdo de (4) es la pérdida social de disuadir a un individuo adicional, porque habría obtenido un beneficio de $p^*\bar{s}$ si hubiera cometido el acto. El lado derecho es la ganancia social neta de disuadir a un individuo adicional, el daño evitado menos el costo de la aplicación de la ley para disuadirlo.

En resumen, tenemos la siguiente proposición.

Proposición 1. Cuando no hay autoreporte, (a) la probabilidad óptima de detección p^* puede ser cero; (b) si p^* es positivo, está dada por la ecuación (3), y la sanción óptima es la sanción máxima factible \bar{s} .

B. Aplicación de la ley con autoreporte

En el esquema con autoreporte, si un individuo admite haber cometido un acto dañino, paga una sanción *ex ante* r ($r \leq \bar{s}$), y no es evaluado.¹⁰ Si un individuo no informa que cometió el acto, se le trata como si estuviera en el esquema sin auto información: se le evalúa con probabilidad p , y si la evaluación revela que cometió el acto, paga una sanción *ex post* s .

Los individuos que no cometan el acto perjudicial claramente no informarán haberlo cometido. Los individuos que cometan el acto informarán esto si y sólo si $r \leq ps$.¹¹ Por lo tanto, los individuos cometen el acto si y sólo si $b \geq \min(r, ps)$. Existen dos casos. Si $r > ps$, los individuos que cometen el acto no lo reportan, y el bienestar es el dado en (1). Es decir, la aplicación de la ley sin auto reporte es un caso especial de aplicación de la ley con auto reporte. Si $r \leq ps$, los individuos que cometen el acto lo informan, y el bienestar social es

$$W = \int_r^\infty (b - h)f(b) db - pcF(r). \quad (5)$$

⁹ Aquí y más adelante, no discutimos la posibilidad de óptimos múltiples, porque esta posibilidad no afecta nuestro análisis.

¹⁰ La sanción r se denomina sanción *ex ante* porque se paga antes de que se pueda evaluar a un individuo. Sin embargo, en la secuencia de eventos que describimos, r se paga después de que un individuo comete el acto (aunque también podemos imaginar que r se pague antes de que un individuo cometa el acto).

¹¹ Según la convención, asumimos que cuando los individuos son indiferentes entre reportar la verdad y no hacerlo (cuando $r = ps$), ellos dicen la verdad.

Las expresiones (5) y (1) difieren en dos aspectos. Primero, el límite inferior de integración en (5) es r en lugar de ps , porque los individuos que cometen el acto lo denuncian y soportan la sanción determinada r en lugar de la sanción esperada ps . Segundo, el costo de la evaluación en (5) es $pcF(r)$ en lugar de pc , porque sólo los individuos que no cometen el acto (y, por lo tanto, no reportan haberlo cometido)—aquellos con beneficios menores que r —son evaluados.

Ahora podemos precisar el argumento esbozado en la introducción de que la aplicación de la ley con autoreporte puede inducir el mismo comportamiento que la aplicación de la ley sin él, pero a un menor costo por la aplicación de la ley. Sea que $p > 0$ y s se apliquen sin autoreporte. Con autoreporte, usar las mismas p y s y configurar $r = ps$. Entonces es evidente que los mismos individuos cometen el acto con y sin autoreporte, por lo que las integrales en (1) y (5) son iguales. Sin embargo, los costos de aplicación de la ley son más bajos con autoreporte de $[1 - F(ps)]pc$, porque quienes cometen el acto informan esto y no son evaluados. Así, tenemos la siguiente proposición.¹²

Proposición 2. Dado cualquier esquema de aplicación de la ley (que involucra $p > 0$) sin autoreporte, existe un esquema con autoreporte cuyo comportamiento es el mismo pero los costos de aplicación de la ley son menores.

La comparación realizada en esta proposición subestima la ventaja del esquema óptimo con autoreporte sobre el esquema óptimo sin él, porque las probabilidades óptimas bajo los dos esquemas generalmente difieren.

Ahora caracterizamos el esquema de aplicación óptimo con autoreporte. Primero, lo óptimo involucrará $r = ps$. Si $r > ps$, los individuos que cometen el acto no lo informarán y lo que implica la proposición 2 no puede ser óptimo. Si $r < ps$, p podría reducirse ligeramente, manteniendo la desigualdad. Entonces los individuos que cometen el acto continuarían reportándolo y pagando r , por lo que la integral en (5) no cambiaría. Pero la reducción en p reduciría el segundo término, aumentando el bienestar.¹³ Segundo, la sanción óptima *ex post* es \bar{s} : como en el caso sin autoreporte, esta sanción ahorra recursos de aplicación de la ley.

Para encontrar el óptimo, podemos sustituir $p\bar{s}$ por r en (5) y diferenciar con respecto a p para obtener

$$\frac{dW}{dp} = \bar{s} (h - p\bar{s})f(p\bar{s}) - pc\bar{s}f(p\bar{s}) - cF(p\bar{s}). \quad (6)$$

En $p = 0$, la derivada es igual a $\bar{s}hf(0)$, que es positiva, por lo que p^* debe ser positivo. Por el contrario, $p^* = 0$ fue posible sin autoreporte si los costos de la evaluación fueron suficientemente altos.

12 Los argumentos que conducen a este resultado serían prácticamente los mismos si se produjera un daño con la probabilidad π de que los individuos tuvieran que informar sobre los daños causados por sus actos. Dado que el daño ocurre, los individuos lo reportarán si y sólo si $r \leq ps$, al igual que cuando el daño ocurre con certeza. Decidirían cometer el acto si y sólo si $b \geq \min(\pi r, \pi ps)$ en lugar de cuando $b \geq \min(r, ps)$. Así, si $r \leq ps$, (5) se convierte en

$$W = \int_r^x (b - h)f(b) db - pc[1 - \pi + \pi F(r)],$$

y se sigue la proposición 2. De manera similar, el análisis y las conclusiones en el resto de nuestro artículo quedarían esencialmente sin cambios si se asumiera que el daño es probabilístico.

13 Hemos asumido implícitamente que $p^* > 0$ al hacer este argumento. Pero si $p^* = 0$ (una posibilidad que descartamos a continuación), r puede tomarse como igual a cero (que es p^*s) ya que el bienestar será independiente de r .

El motivo de la diferencia es que, sin autoreporte, toda la población debe ser sometida a supervisiones, de modo que el costo marginal de aumentar p es c . Con el autoreporte, sólo los individuos que no informan haber cometido el acto deben estar sujetas a supervisión; pero no hay tales individuos cuando $p = 0$ ($F(r) = 0$ ya que $r = ps = 0$), por lo que el costo marginal de la aplicación de la ley en ese punto es cero. La posibilidad de que $p^* = 1$ se vuelve a descartar suponiendo que $\bar{s} \geq h$. Como se obtiene una solución interior, p^* satisface $dW/dp = 0$, lo que implica que

$$p^* = \frac{h - cF(p^*\bar{s})/[\bar{s}f(p^*\bar{s})]}{\bar{s} + c}, \quad (7)$$

o

$$p^*\bar{s} = h - p^*c - \frac{cF(p^*\bar{s})}{\bar{s}f(p^*\bar{s})}. \quad (8)$$

La ecuación (8) es análoga a (4). El lado izquierdo es la pérdida social de disuadir a un individuo adicional (ya que su beneficio del acto es r^* , que es igual a $p^*\bar{s}$ en el óptimo). El lado derecho es la ganancia social neta de disuadir al individuo, el daño evitado menos el costo de la aplicación de la ley para disuadirlo. El último tiene dos componentes en este caso: p^*c , el costo esperado de evaluar a la marginalidad, quien, debido a que ha sido disuadido, se une al grupo de quienes no cometen el acto y, por lo tanto, podría ser supervisado; y $cF(p^*\bar{s})/\bar{s}f(p^*\bar{s})$, el costo inframarginal de supervisar con mayor probabilidad a quienes no cometen el acto.

Podemos interpretar r^* , que es igual a $p^*\bar{s}$ en (8), como el impuesto Pigoviano óptimo por cometer el acto dañino, porque esta es la cantidad que los individuos pagan con seguridad cuando cometen el acto (ya que todos los que cometen el acto son inducidos a reportar esto y pagar r^*). El impuesto óptimo es menor que el daño (la externalidad no está completamente internalizada) debido a los costos de aplicación de la ley.¹⁴

Vamos a resumir.

Proposición 3. Cuando hay autoreporte:

- a. En el esquema óptimo, todos los individuos que cometieron el acto dañino informaron haber actuado y ningún individuo que no cometió el acto reportó haber actuado.
- b. Es óptimo gastar recursos de aplicación de la ley para disuadir a algunos individuos de cometer el acto dañino: la probabilidad óptima de detección es positiva.
- c. La probabilidad óptima p^* viene dada por la ecuación (7), la sanción *ex post* óptima es la sanción máxima posible y la sanción *ex ante* óptima r^* es igual a $p^*\bar{s}$.

Ahora podemos concluir que el esquema óptimo de autoreporte es superior al esquema que no lo contiene. La Proposición 2 establece que el bienestar es mayor con la autoreporte que sin ella, por cualquier probabilidad positiva común de aplicación de la ley. Si $p^* = 0$ sin autoreporte, lo que es posible, el bienestar es equivalente para $p = 0$ con autoreporte, pero $p = 0$ no es óptimo con autoreporte en la parte *b* de la proposición 3. Por lo tanto, tenemos la siguiente proposición.

14 Sin embargo, el impuesto Pigoviano óptimo puede exceder el daño respecto de algunos actos en el modelo de n actos de la Sección III.

Proposición 4. El esquema óptimo de autoreporte es superior al esquema óptimo sin autoreporte.

Finalmente, comparamos las probabilidades óptimas de detección con y sin autoreporte, utilizando las ecuaciones (4) y (8). Las probabilidades óptimas generalmente difieren porque los costos de disuadir al individuo marginal difieren. Por un lado, este costo marginal de ejecución tiende a ser menor con la autoreporte porque un aumento en la probabilidad de detección se aplica sólo a individuos disuadidas. Por otro lado, el costo marginal de la aplicación tiende a ser más alto con la autoreporte porque un aumento en la probabilidad aumenta el número de individuos sometidas a supervisión al disuadir a más individuos (un efecto no presente sin autoreporte porque todas los individuos están en el grupo, en cualquier caso). Cualquiera de estas tendencias podría ser dominante, por lo que la probabilidad óptima con autoreporte podría ser mayor o menor que la probabilidad óptima sin autoreporte.¹⁵

III. El Modelo de Actos n

El modelo en la **Sección II** se puede generalizar de la siguiente manera. Hay n actos dañinos, y el acto i causa daño h_i , $0 < h_1 < \dots < h_n$. La población se divide en grupos de tamaño θ_i ; los individuos en el grupo i eligen entre no incumplir y cometer el incumplimiento que causa el daño h_i .¹⁶ Por conveniencia, al no incumplir a veces se le denomina cometer el acto 0. Cuando la autoridad realiza una supervisión, descubre si se cometió un acto dañino y, de ser así, qué tipo de acto se cometió. De lo contrario, las suposiciones son como antes: los individuos obtienen un beneficio b si cometen un acto dañino, donde b se distribuye de acuerdo con $f(\cdot)$; las evaluaciones cuestan c ; y la sanción máxima factible es $\bar{s} \geq h_n$.

A. Aplicación de la ley sin autoreporte

Como un individuo en el grupo i cometerá un acto dañino si y sólo si $b \geq ps_i$, donde s_i es la sanción por cometer el acto i , el bienestar social es

$$W = \sum_{i=1}^n \theta_i \left[\int_{ps_i}^{\infty} (b - h_i) f(b) db - pc \right]. \quad (9)$$

de este modo

$$\frac{dW}{ds_i} = \theta_i p (h_i - ps_i) f(ps_i). \quad (10)$$

Supongamos que $p^* > 0$. A partir de (10) se deduce que el óptimo $s_i^* = h_i/p^*$ si esto es factible, es decir, si $h_i/p^* \leq \bar{s}$. De lo contrario, $s_i^* = \bar{s}$. En otras palabras, las sanciones óptimas aumentan con el nivel de daño y conducen a la mejor conducta inicial (los individuos cometen actos dañinos si y sólo

15 Para ilustrar, considérese el caso en el que $f(\cdot)$ es uniforme en $[0, 1]$. Restar el lado derecho de (3) del lado derecho de (7) resulta en

$$\frac{c[(2c/\bar{s}) + 1 - 2h]}{\bar{s}(\bar{s} + 2c)}.$$

El numerador obviamente puede ser positivo o negativo.

16 Al final de esta sección, consideramos el caso en el que cada individuo puede elegir cualquiera de los n actos.

si su beneficio supera el daño) hasta que se alcanza la sanción máxima posible; cualquier acto sujeto a esta sanción no disuade. Sea que I denote el conjunto de i para el que $s_i^* = \bar{s}$. Entonces tenemos

$$\frac{dW}{dp} = \sum_{i \in I} \theta_i \bar{s} (h_i - p\bar{s}) f(p\bar{s}) - c. \quad (11)$$

Por lo tanto, como en el modelo de un acto, el óptimo implica $p^* = 0$ si c es suficientemente grande. Si p^* es positivo, (11) es cero. En este caso, el conjunto I no puede estar vacío (debe incluir n), porque de lo contrario (11) es negativo. Ahora podemos afirmar el siguiente análogo de la proposición 1.¹⁷

Proposición 5. Cuando no hay autoreporte en el modelo de n actos, (a) la probabilidad óptima de examen p^* puede ser cero; (b) si p^* es positivo, su nivel se determina estableciendo (11) igual a cero; la sanción óptima s_i^* para actos de tipo i es h_i/p^* si esto es factible y, de lo contrario, \bar{s} es la máxima sanción posible.

B. Aplicación de la ley con autoreporte

Ahora supongamos que los individuos deben reportar un tipo de acto: un número en el conjunto $\{0, 1, \dots, n\}$. Los individuos que reportan i pagan una sanción *ex ante* r_i ; luego se les supervisa con probabilidad p_i y, si se les supervisa, pagan una sanción *ex post* s_{ij} , donde j es su verdadero acto. La cantidad máxima con la que un individuo puede ser sancionado, $r_i + s_{ij}$, es \bar{s} , y todas las sanciones son no negativas.¹⁸ La autoridad social elige un mecanismo de aplicación de la ley—un conjunto de r_i , p_i , y s_{ij} —para maximizar el bienestar social.

Debido a que se aplica el principio de la revelación,¹⁹ la atención puede limitarse a los mecanismos en los que los individuos que cometen actos i informan con veracidad. Luego podemos usar el hecho de que el esquema óptimo induce a decir la verdad a un costo mínimo para la aplicación de la ley con el fin de establecer tres resultados (véase el Apéndice). Primero, pueden tomarse las sanciones óptimas *ex post* para incluir la pena máxima por mentir y ninguna pena por decir la verdad. Es decir,

$$s_{ij}^* = \bar{s} - r_i, \quad \text{para } i \neq j, \quad (12)$$

y

$$s_{ii}^* = 0. \quad (13)$$

Segundo, no se sanciona a aquellos que reportan que no han actuado, entonces

$$r_0^* = 0. \quad (14)$$

17 Este resultado aparece en Shavell (1991).

18 El análisis en el Apéndice que demuestra que s_{ii}^* y r_0^* ; igual a cero sugiere que podría incrementarse aún más el bienestar si se permitieran las sanciones negativas (recompensas) por decir la verdad y por no hacer daño (a diferencia de lo que ocurre en la práctica real). Sin embargo, si permitiéramos recompensas hasta un cierto límite, como lo hicieron Border y Sobel (1987), nuestros resultados no cambiarían. (Mookherjee y Png [1989] no imponen tal restricción y utilizan el supuesto de aversión al riesgo para limitar el tamaño óptimo de las recompensas).

19 Lo verificamos en nuestro documento de debate (Kaplow y Shavell 1991).

Tercero, las probabilidades de detección para un conjunto dado de r_i deben obedecer a

$$p_i = \frac{\bar{r} - r_i}{\bar{s} - r_i}, \quad (15)$$

donde r denota lo más alto del \bar{r}_i . Se sigue de (15) que si $r_i = \bar{r}$, entonces $p_i = 0$; también, si $r_i > r_j$, entonces $p_i < p_j$.

Debido a que los individuos informan la verdad y, al hacerlo, sólo asumen la sanción *ex ante*, su sanción (esperada) por cometer el acto i es simplemente r_i . Por lo tanto, un individuo en el grupo i comete el acto i si y sólo si $b \geq r_i$, por lo que el bienestar social puede escribirse como

$$W = \sum_{i=1}^n \theta_i \left(\int_{r_i}^{\infty} (b - h_i) f(b) db - c \{ p_i [1 - F(r_i)] + p_0 F(r_i) \} \right). \quad (16)$$

Nótese que la segunda expresión entre paréntesis grandes mide los costos de supervisión: la fracción $1 - F(r_i)$ de aquellos en el grupo i cometen el acto i e informan i , por lo que se evalúan con probabilidad p_i ; la fracción restante de los del grupo i no comete el acto i , por lo que informan 0 y se evalúan con probabilidad p_0 .

Ahora probamos el análogo de la Proposición 2, que cualquier comportamiento resultante de un esquema sin autoreporte puede inducirse con autoreporte a un menor costo de aplicación de la ley. Sea que $p > 0$ y si $(i = 1, \dots, n)$ se apliquen sin autoreporte. Con autoreporte, establecer $r_i = ps_i$, y $r_0 = 0$; también, configurar s_{ij} como en (12) y (13) y p_i como en (15). La decisión de cometer actos será la misma que la que fue sin autoreporte (porque $r_i = ps_i$), por lo que las integrales en (9) y (16) serán iguales. Para comparar los costos de aplicación de la ley, observar en (15) que, con autoreporte, para todo i , $p_i \leq p_0 = \bar{r}/\bar{s}$. Además, $\bar{r} = ps_j$ para algunos j , entonces $p = \bar{r}/s_j \geq \bar{r}/\bar{s}$. Por lo tanto, de (15), $p_i \leq p$ para todo i , y $p_i < p$ para todo $i > 0$ tal que $s_i > 0$.²⁰ Por lo tanto, el término del costo de aplicación de la ley en (16) es estrictamente menor que en (9) (porque sólo se supervisan los disuadidos con la mayor probabilidad en lugar de toda la población). Esto establece la siguiente proposición.

Proposición 6. En el modelo de n actos, dado cualquier esquema de aplicación de la ley (que involucra $p > 0$) sin autoreporte, existe un esquema con autoreporte bajo el cual el comportamiento es el mismo pero los costos de aplicación de la ley son menores.

En este punto, podemos determinar las sanciones ex ante óptimas maximizando (16) sobre el r_i , donde las p_i se determinan por (15). Para cualquier $r_i < \bar{r}$, tenemos

$$\frac{dW}{dr_i} = \theta_i \left((h_i - r_i) f(r_i) - c \left\{ (p_0 - p_i) f(r_i) + [1 - F(r_i)] \frac{\bar{r} - s}{(\bar{s} - r_i)^2} \right\} \right). \quad (17)$$

El primer término entre paréntesis grandes en (17) es el beneficio social directo de disuadir a un individuo marginal en el grupo i de cometer el acto i : se evita el daño h , pero sus beneficios de r se pierden (el beneficio marginal es igual a la sanción r_i). El resto de la expresión es el cambio en los costos de supervisión.

20 Si $s_i = 0$ para todo i , $r_i = 0$, lo que implica $p_i = 0$, para todo i , entonces se sigue de forma trivial el resultado de que los costos de cumplimiento pueden reducirse con autoinformación.

El primer componente es un costo que surge porque los individuos que son disuadidos son evaluadas a la tasa p_0 en lugar de a la tasa p_i (y [15] implica $p_0 > p_i$ para $r_i > 0$ porque $r_0^* = 0$). El segundo componente es un beneficio que surge porque se evalúa con menos frecuencia a los que cometen el acto i (la fracción $1 - F(r_i)$ del grupo i) (en [15], la p_i óptima cae a medida que r_i , aumenta).²¹ Debido a que estos dos componentes tienen signos opuestos, $h_i - r_i$ puede ser positivo o negativo en un óptimo interior cuando $dW/dr_i = 0$.²² De este modo, r_i^* puede ser tal que haya una disuasión insuficiente o excesiva en relación con el mejor comportamiento.

Usando (17), podemos mostrar que $r_i^* > 0$ para cualquier $r_i^* < \bar{r}^*$ (que no sea r_0^* , porque dW/dr_i , en $r_i = 0$ es positivo. Específicamente, el primer término entre paréntesis grandes es $h_i f(0)$, que es positivo; el primer componente del segundo término es cero (ya que, en [15], $p_i = p_0$ en $r_i = 0$); y el segundo componente del segundo término es positivo. La explicación es que aumentar r , desde cero tiene beneficios de disuasión y reduce la velocidad a la que deben evaluarse los individuos de tipo i .

También se deduce de (17) que, para cualquier r_i^* y r_j^* (distinto de r_0^*) menor que \bar{r}^* ,

$$h_i > h_j \Rightarrow r_i^* > r_j^*. \quad (18)$$

Es decir, la sanción *ex ante* (que, después de todo, es igual a la sanción esperada) aumenta con el daño para aquellos que no están sujetos a la sanción más alta. La prueba está en el Apéndice.

Ahora determinamos el nivel óptimo de \bar{r} . Sea I el conjunto de i positivos tal que $r_i = \bar{r}$. Entonces, variando \bar{r} para todo $i \in I$, obtenemos²³

$$\begin{aligned} \frac{dW}{d\bar{r}} = & \sum_{i \in I} \theta_i \left\{ (h_i - \bar{r}) f(\bar{r}) - c \left[p_0 f(\bar{r}) + \frac{F(\bar{r})}{\bar{s}} \right] \right\} \\ & - c \sum_{i \notin I} \theta_i \left[\frac{1 - F(r_i)}{\bar{s} - r_i} + \frac{F(r_i)}{\bar{s}} \right]. \end{aligned} \quad (19)$$

La sumatoria en (19) sobre $i \in I$ tiene una interpretación similar a la de (17), excepto por el último componente: en (17), aquellos que cometen el acto (la fracción $1 - F(r_i)$) se supervisan en una tasa más baja porque p_i cae cuando r_i aumenta; en (19), aquellos que son disuadidos (la fracción $F(\bar{r})$ del grupo i) deben supervisarse a una tasa más alta, porque p_0 aumenta a medida que \bar{r} aumenta. La sumatoria sobre el $i \notin I$ es el costo de supervisar a los individuos que no están sujetas a \bar{r} con mayor frecuencia (en [15], todas las p_i incluyendo p_0 , aumentan con r).

21 Esto se sigue porque el numerador de la derivada de (15) con respecto a r_i , es $\bar{r} - \bar{s}$, que es negativo porque asumimos que $\bar{s} \geq h_n$, y demostramos a continuación que $\bar{r}^* < h_n$. Sin nuestro supuesto, el numerador podría ser igual a cero; es decir, $\bar{r}^* = \bar{s}$, es posible. (Si c es suficientemente pequeño y $\bar{s} < h_n$, $dW/d\bar{r}$ en [19] puede ser positivo en $\bar{r} = \bar{s}$. Nótese que si $\bar{r}^* = \bar{s}$, entonces $p^* = 1$ para todo i tal que $r^* < \bar{r}^*$ (ver [15]). En este caso, $r_i^* = h_i$ para todas las $h_i < \bar{r}^*$. (En [17], $p_0 = p_i$ y $\bar{r} = \bar{s}$, entonces $dW/dr_i = \theta_i (h_i - r_i) f(r_i)$.) Además, nuestros resultados con respecto a la relación entre r_i^* y la ventaja de la autoinformación (los sujetos a \bar{r} no necesitan ser evaluados) seguirían siendo válidos.

22 Debido a que el primer componente es un efecto marginal y el segundo un efecto inframarginal, la relación de los dos dependerá, entre otras cosas, de la forma de la distribución $f(\bullet)$. Se puede demostrar que existen parámetros y distribuciones coherentes con nuestros supuestos, de modo que cualquiera de los componentes puede dominar de manera óptima.

23 Si $n = 1$, (19) se reduce a

$$\frac{dW}{d\bar{r}} = (h_1 - \bar{r}) f(\bar{r}) - c p_0 f(\bar{r}) - \frac{c}{\bar{s}} F(\bar{r}),$$

que es lo que se obtiene en el modelo de un acto al diferenciar W en (5) con respecto a r , utilizando la relación $r = p \bar{s}$. (Para facilitar la comparación con un esquema sin autoinformación, hemos diferenciado W con respecto a p en lugar de r en el modelo de un acto).

Obsérvese que todos los términos, excepto el primer componente de la primera suma, $(h_i - \bar{r})f(\bar{r})$, son negativos. Por lo tanto, si $dW/d\bar{r} = 0$ en el óptimo, la suma sobre $i \notin I$ de los primeros componentes debe ser positiva; es decir, en promedio, debe haber una disuasión insuficiente de los individuos sujetos a la sanción más alta. Sin embargo, no es necesario que todos los actos sujetos a \bar{r} se disuadan insuficientemente en el óptimo.²⁴

Ahora vamos a mostrar que cierto grado de aplicación de la ley es óptimo; es decir, $\bar{r}^* > 0$. Supongamos que $\bar{r} = 0$, de modo que $I = \{1, \dots, n\}$ y consideremos elevar todas las r_i (excepto r_0) uniformemente. Evaluando la expresión de bienestar marginal (19) a rendimientos cero

$$\frac{dW}{d\bar{r}} = \sum_{i=1}^n \theta_i h_i f(0) > 0. \quad (20)$$

Por lo tanto, $\bar{r}^* > 0$. En (15), esto implica $p_0^* > 0$, por lo que se usa un cierto esfuerzo de aplicación óptima de la ley. La razón es esencialmente la que se da para la parte *b* de la Proposición 3 en la Sección II: cuando las sanciones r_i para todos los actos se elevan simultáneamente desde cero, hay un beneficio social de primer orden debido a la disuasión, pero no se asume el costo de detección de primer orden porque no se está supervisando a nadie.

Finalmente, probamos en el Apéndice que los actos sujetos a la mayor sanción *ex ante*, \bar{r}^* , son los actos más dañinos; es decir, si $r_{i^*} < r_{j^*} = \bar{r}^*$ entonces $h_i < h_j$.

Nuestros resultados sobre el mecanismo óptimo de autoreporte se resumen en las siguientes dos proposiciones.²⁵

Proposición 7. Bajo el esquema de autoreporte óptimo en el modelo de n actos, se sostienen las siguientes conclusiones:

- a. Todos los individuos reportan su comportamiento de modo veraz.
- b. Los individuos que cometen un acto i pagan una cierta sanción *ex ante* r_i^* y no más, porque no hay una sanción *ex post* por haber dicho la verdad: $s_{ii}^* = 0$. Además, la sanción *ex post* por mentir se puede considerar como tal máximo: $s_{ij}^* = \bar{s} - r_i^*$ para $i \neq j$.
- c. Algunos individuos son disuadidos de cometer cada uno de los actos dañinos. (i) La sanción *ex ante* es positiva para todos los actos dañinos y cero por no cometer un acto dañino; los r_i^* se elevan con el nivel de daño hasta alcanzar un máximo de \bar{r}^* en algunos h_j y son \bar{r}^* a partir de entonces, es decir, $0 = r_0^* < r_1^* < \dots < r_j^* = \dots = r_n^* = \bar{r}^*$; \bar{r}^* y los menores r_i^* se determinan estableciendo (19) y (17), respectivamente, igual a cero. (ii) El acto más dañino se disuade insuficientemente en relación con el mejor comportamiento, es decir, $r_n^* < h_n$; otros actos pueden ser disuadidos insuficientemente o excesivamente, aunque los actos sujetos a la sanción *ex ante* más alta r^* son, en promedio, disuadidos insuficientemente.

24 Para que un acto con disuasión excesiva, digamos que el acto k , esté sujeto a \bar{r} en el óptimo, dW/dr_k en (17) debe ser positivo cuando se evalúa en \bar{r} . Esta posibilidad no puede ser descartada. Si bien la disuasión excesiva implica que el primer término en (17) es negativo y (15) implica que el segundo término es negativo ($p_k = 0$ en $r_k = r$), el tercer término es positivo.

25 En la literatura sobre diseño de mecanismos de auditoría citada en n. 2, en general, también es cierto que una auditoría eficiente implica multas máximas por mentir, no multas por decir la verdad y mayores probabilidades de auditoría para los informes asociados con pagos más bajos. Pero nuestra caracterización de la r_i óptima, y su relación con la h_i , (así como nuestras extensiones en la Sección IV) no está contenida en la literatura de auditoría, ya que no aborda el control óptimo de las externalidades perjudiciales.

- d. La probabilidad de detección es la más alta para aquellos que informan que no han cometido un acto dañino; para aquellos que reportan haber cometido actos dañinos, el p_i^* cae con el nivel de daño hasta llegar a cero para los actos más dañinos (aquellos sujetos a la sanción *ex ante* más alta \bar{r}), es decir, $p_0^* > p_1^* > \dots > p_j^* = \dots = p_n^* = 0$. Los p_i^* están dados por (15).

Proposición 8. En el modelo de n actos, el esquema óptimo de autoreporte es superior al esquema óptimo que no lo contiene.

Obsérvese que la Proposición 7 justifica los supuestos implícitos hechos en el modelo de un acto en la Sección II. Ahí asumimos que no se evalúa a los que cometen el acto dañino (que es trivialmente el acto más dañino), los que no informan haber cometido el acto no pagan ninguna sanción *ex ante*, y los que informan verazmente que no han cometido el acto no asumen sanción *ex post*. La Proposición 7 establece que cada una de estas restricciones en el mecanismo de aplicación de la ley es, de hecho, una característica del mecanismo óptimo.

Finalmente, notemos las consecuencias de relajar la suposición de que cada individuo elige entre cometer un acto dañino y no actuar. En cambio, podemos permitir que los individuos elijan entre cualquiera de los n actos perjudiciales o no, lo que presenta el problema de la disuasión marginal.²⁶ En este caso, un individuo elegirá el acto por el cual el exceso del beneficio sobre la sanción esperada es mayor, a menos que el beneficio neto de ese acto sea negativo, en cuyo caso no cometerá un acto perjudicial.²⁷ En otros lugares, esbozamos un argumento que establece que nuestros resultados continúan siendo válidos en el caso de una disuasión marginal, excepto que las condiciones de primer orden que determinan que el r_i óptimo deban modificarse (ver Kaplow y Shavell, 1991).

IV. Extensiones

En esta sección, analizamos las extensiones de nuestro análisis, ilustrándolas, por conveniencia, en el modelo de un acto.

A. Aversión al riesgo

Nuestros principales resultados se mantienen cuando los individuos son adversos al riesgo (aunque las caracterizaciones de la probabilidad óptima y las sanciones *ex ante* difieren porque el equivalente de certeza de las sanciones en lugar de su valor esperado determina el comportamiento) (ver Kaplow y Shavell 1991). El bienestar alcanzable es mayor con el autoreporte, pero ahora hay dos razones: los costos de la aplicación de la ley se reducen y los costos del riesgo se eliminan. El riesgo no es asumido por aquellos que cometen actos dañinos porque son inducidos a informar y, por lo tanto, a pagar una sanción con certeza. Finalmente, debido a que no se asume ningún riesgo, la sanción óptima *ex post* es \bar{s} (como lo fue en la Sección II). Por el contrario, sin autoreporte, el esquema óptimo de aplicación de la ley puede cambiar sustancialmente cuando los individuos son adversos al riesgo; en particular, la sanción óptima puede ser menor que la máxima (ver Polinsky y Shavell 1979).

26 Stigler (1970) utilizó por primera vez el término “disuasión marginal” porque la elección de un individuo entre dos actos perjudiciales depende de la diferencia, o margen, entre las sanciones previstas para los dos actos.

27 Específicamente, se supone que un individuo obtiene un beneficio b_i si comete el acto i , donde b_i se distribuye de forma independiente e idéntica de acuerdo con la densidad $f(\cdot)$ descrita anteriormente. De este modo, los individuos eligen el acto i que maximiza $b_i - r_i$ salvo que este máximo sea negativo.

B. El encarcelamiento como sanción

Supongamos que el encarcelamiento, una sanción socialmente costosa, puede ser implementado como un suplemento a las sanciones monetarias, que hemos asumido como socialmente sin costo de imponer cuando los individuos son neutrales al riesgo (como suponemos que es cierto en esta subsección). Entonces, los esquemas con autoreporte tienen la ventaja adicional de que la sociedad puede disfrutar de los beneficios disuasivos del encarcelamiento sin imponer ningún encarcelamiento, o imponerlo en menor medida que en los esquemas sin autoreporte.²⁸

Demostremos esta ventaja en el modelo de un acto. Denotemos la sanción monetaria *ex post* por s_1 , donde $s_1 \leq \bar{s}_1$, (la sanción monetaria máxima, quizás igual a la riqueza), y la sanción de prisión *ex post* por s_2 , donde $s_2 \leq \bar{s}_2$ (el plazo máximo de encarcelamiento). La desutilidad de las sanciones a los individuos es s , donde $s = s_1 + s_2$; el costo social de imponer s_2 es ηs_2 , donde $\eta > 0$. Obsérvese que es deseable que la sociedad emplee sanciones monetarias hasta su límite s_1 antes de recurrir al encarcelamiento: de lo contrario, s_2 podría reducirse y s_1 elevarse, manteniendo s (y, por tanto, el comportamiento) igual, pero reduciendo los costos sociales de usar el encarcelamiento.

Supongamos que, sin autoreporte, el encarcelamiento se emplee probabilísticamente; es decir, $s = \bar{s}_1 + s_2$, donde $s_2 > 0$ y $0 < p < 1$. Con autoreporte, elija $r = ps$. Como antes, el comportamiento de los individuos será el mismo que sin autoreporte, y existirá la ventaja habitual de conservar los costos de las evaluaciones porque los que cometen el acto dañino son inducidos a reportarlo y no se les evalúa. Ahora, sin embargo, existe la ventaja adicional de reducir el uso del encarcelamiento. Específicamente, definir r_1 y r_2 como la sanción monetaria *ex ante* y el término *ex ante* de prisión, respectivamente. Entonces, $r = ps$ es equivalente a $r_1 + r_2 = p(\bar{s}_1 + s_2)$. Si $r \leq \bar{s}_1$, establece $r_1 = r$ y $r_2 = 0$; entonces, no hay encarcelamiento, produciendo ahorros de $p\eta s_2$. Si $r > \bar{s}_1$, establecer $r_1 = \bar{s}_1$ y $r_2 = p(\bar{s}_1 + s_2) - \bar{s}_1$; entonces el ahorro en los costos del encarcelamiento es $(1 - p)\eta \bar{s}_1$. La ventaja del auto reporte en este último caso es que \bar{s}_1 , se impone con certeza y no sólo con probabilidad p , por lo que el uso del encarcelamiento se reduce en $(1 - p)\bar{s}_1$.

La idea que subyace al argumento discutido anteriormente puede expresarse informalmente de la siguiente manera. Con el auto reporte, las sanciones *ex ante* que en realidad se imponen a una persona son menores en magnitud por $1 - p$ que aquellas que son necesarias imponer *ex post* sin auto reporte. Debido a que se utilizan sanciones monetarias que no cuestan antes del encarcelamiento, esta reducción en la magnitud de las sanciones impuestas con auto reporte permite a la sociedad reducir o eliminar la imposición real de encarcelamiento.

La conclusión de que los costos de encarcelamiento se pueden ahorrar con autoreporte es relevante siempre que fuera conveniente imponer el encarcelamiento sin autoreporte; pero incluso cuando el encarcelamiento no fuera deseable sin autoreporte, la amenaza de encarcelamiento como una sanción *ex post* para aquellos que no reportan sus actos dañinos siempre aumenta las ventajas de los esquemas de autoreporte. Se puede lograr de manera más económica un nivel determinado de disuasión —una determinada sanción *ex ante* r — con una menor probabilidad de detección, porque aquellos que informan falsamente enfrentan una sanción *ex post* mayor. Además, debido a que las sanciones *ex post* nunca se imponen realmente, no se incurre en costos sociales de prisión.

28 Véase Polinsky y Shavell (1984) para una discusión sobre el uso óptimo de las multas y el encarcelamiento.

C. Errores en la supervisión

Hemos asumido en todo momento que el verdadero comportamiento de los individuos se determinaría con precisión en las supervisiones que realice la autoridad de aplicación de la ley. Supongamos, en cambio, que su comportamiento a veces se supervisa erróneamente. Esto disminuirá el bienestar alcanzable en esquemas con y sin auto reporte, pero (tal vez sorprendentemente) aumentará la ventaja relativa de los esquemas de auto reporte.

Asumimos que, si una persona no comete el acto dañino y es examinada, se encontrará por error que cometió el acto con probabilidad q_1 ; si comete el acto dañino y se le examina, se encontrará erróneamente que no ha cometido el acto con probabilidad q_0 .

Sin auto reporte, una persona que no comete el acto dañino tiene una sanción esperada de pq_1s en lugar de cero, y una persona que comete el acto tiene una sanción esperada de $p(1 - q_0)s$ en lugar de ps . Así, los individuos cometen el acto si y solo si

$$b \geq ps(1 - q_0 - q_1). \quad (21)$$

Ahora demostremos que con el auto reporte se puede lograr el mismo comportamiento que sin él, pero a un menor costo de aplicación de la ley. Manténganse p y s en los mismos niveles que sin auto reporte y configúrese $r = p(1 - q_0)s$. Si una persona comete el acto dañino y no lo denuncia, la sanción esperada será $p(1 - q_0)s$, por lo que la informará; si no comete el acto, la sanción esperada será pq_1s . Por lo tanto, los individuos cometen el acto dañino si y solo si (21) se cumple, la misma condición que sin auto reporte. Aunque el comportamiento es el mismo en ambos esquemas, los costos de aplicación de la ley con auto reporte son menores en $[1 - F(ps(1 - q_0 - q_1))]pc$, porque no se supervisa a los que cometen el acto. Además, obsérvese en (21) que a medida que aumenta la magnitud de los errores q_0 y q_1 , el nivel de p necesario para alcanzar un nivel dado de disuasión aumenta con y sin auto reporte (en la misma cantidad), por lo que el bienestar alcanzable se reduce en ambos esquemas. Sin embargo, los ahorros en los costos de aplicación de la ley con auto reporte son mayores: el beneficio de no evaluar a aquellos que reportan haber cometido el acto aumenta cuando se debe aumentar p a cuenta del error para mantener la disuasión.

Debido a que podría considerarse erróneamente que los individuos que no cometen el acto dañino lo han cometido, la imposición de sanciones *ex post* no se evita por completo con autoreporte.²⁹ En consecuencia, cuando los individuos son adversas al riesgo o se utiliza el encarcelamiento, se incurre en costos sociales asociados con la imposición *ex post* de sanciones, y puede ser óptimo ajustar el esquema de aplicación de la ley, en particular reduciendo las sanciones. Pero siguen presentes las ventajas del autoreporte con respecto a los costos de ahorrar costos que acarrear riesgo y los de encarcelamiento. Considérense un p y s dados. Los individuos que no cometen el acto dañino se encuentran en la misma situación con y sin autoreporte: están expuestas a la misma posibilidad de recibir sanciones *ex post* por error. Pero los individuos que cometen el acto están sujetos a sanciones *ex post* sólo cuando no hay autoreporte; con autoreporte, tales individuos reportan haber cometido el acto y están sujetas a sanciones *ex ante* solamente. Por lo tanto, los esquemas con autoreporte siguen teniendo el beneficio de reducir los costos de sanción para quienes cometen actos dañinos. Además, para lograr un nivel dado de disuasión en los esquemas sin autoreporte, se debe incurrir en mayores costos de sanción para quienes cometen actos dañinos cuando a veces se cometen errores, por lo que se mejora esta ventaja del autoreporte.

29 Obsérvese que todos los que son sancionados por información falsa son inocentes, pero la razón es que todos los culpables son inducidos a admitir su culpa inicialmente.

D. Costos administrativos del autoreporte

Hemos asumido en el modelo que los únicos costos sociales asociados con la aplicación de la ley eran los costos de evaluar el comportamiento de los individuos. Sin embargo, el procesamiento de informes y la recolección de pagos implican costos administrativos. Esto es una desventaja del autoreporte porque, cuando un individuo reporta su comportamiento y paga una sanción, la sociedad soporta los costos administrativos con certeza, mientras que sin la el autoreporte la sociedad asume los costos administrativos sólo con una probabilidad.³⁰

Para ilustrar, supongamos que cobrar un pago positivo, ya sea *ex ante* o *ex post*, implica un costo administrativo fijo d . Sin autoreporte, el nivel de bienestar social dado previamente por la expresión (1) se reduce en $pd[1 - F(ps)]$, porque quienes cometen el acto dañino y son evaluados hacen los pagos. Con el autoreporte, el nivel de bienestar previamente dado por (5) se reduce en $d[1 - F(r)]$, porque los que cometen el acto realizan pagos con certeza. En este caso, el argumento de la Proposición 2—que indica que se puede inducir el mismo comportamiento con autoreporte o sin el—pero a un costo social más bajo, puede que ya no sea válido. Si se establece que r es igual a ps , se produce el mismo comportamiento con auto reporte pero los ahorros en costos de aplicación de la ley y administrativos ahora son

$$[1 - F(r)][pc - (1 - p)d]. \quad (22)$$

Los ahorros dependen de la fracción de la población que comete el acto e informa esto dentro del esquema del autoreporte, $1 - F(r)$, porque los individuos que no cometen el acto están sujetas al mismo tratamiento en ambos esquemas. Para aquellos que cometen el acto, los esquemas de autoreporte ahorran pc porque no se tiene que realizar supervisiones para los que cometen el acto, mientras que las supervisiones se realizarían con probabilidad p al costo unitario c . Pero los esquemas de autoreporte implican el costo adicional $(1 - p)d$ porque se debe cobrar los pagos al costo unitario d de aquellos que no habrían sido supervisados sin autoreporte (la fracción $1 - p$). Si el autoreporte sigue siendo preferible depende de si c y p son lo suficientemente grandes en relación con d .³¹

V. Comentarios Finales

A. Métodos de aplicación de la ley y valor del autoreporte

En las situaciones que nos preocupaba, una autoridad de aplicación de la ley se entera tanto de si se produjo un acto dañino como de quién lo cometió a través de la supervisión de los administrados. Surge una situación algo diferente cuando una autoridad de aplicación de la ley conoce desde el principio la ocurrencia de un acto dañino y realiza un esfuerzo de supervisión de la ley únicamente para determinar quién lo cometió. Por ejemplo, la policía puede saber que ha ocurrido un delito, pero no quién lo cometió, antes de proceder a determinar quién es ese individuo. Nos referiremos al esfuerzo de aplicación de la ley en contextos como la investigación.

30 Surgiría un efecto relacionado si el encarcelamiento fuera la única sanción y los individuos fueran adversas al riesgo con respecto a esta sanción. Entonces, la sanción *ex ante* requerida para mantener la disuasión sin cambios excedería la cantidad esperada de encarcelamiento impuesto con las sanciones probabilísticas *ex post*, lo que hace que la autoinformación sea más costosa. Nuestra conjetura, sin embargo, es que las preferencias de los individuos con respecto al encarcelamiento son probablemente convexas: el primer año de una sentencia impone más desutilidad que un año adicional.

31 En el modelo de n actos, puede que no sea óptimo que los individuos informen y paguen sanciones *ex ante* previas por actos cuyo daño esté por debajo de algún umbral (porque aumentar r_i desde cero, requiere que se incurra en el costo administrativo de la notificación).

Cuando la aplicación de la ley se produce mediante una investigación, el autoreporte no sólo reduce los costos de la aplicación, los elimina: una vez que alguien confiesa, no es necesario investigar a otros. (Con la supervisión, en cambio, la admisión de un individuo de que cometió un acto dañino no descarta la posibilidad de que otros individuos también hayan cometido actos dañinos). Para obtener este ahorro en los costos de aplicación de la ley, se debe inducir a los individuos a que admitan haber cometido actos dañinos, y (como en nuestro modelo) esto se puede lograr mejor estableciendo que la sanción *ex ante* para aquellos que confiesan sea igual a la sanción *ex post* esperada. Por lo tanto, la reducción de la sanción por admitir el propio acto debería ser mayor cuanto menor sea la probabilidad de detectar a un administrado a través de la investigación.³² En consecuencia, si un individuo confiesa cuando la policía tiene poca evidencia (por ejemplo, inmediatamente después de que se comete un delito), la reducción de su sanción debe ser grande; pero si un individuo confiesa cuando la policía ya ha reunido evidencia sustancial en su contra, la reducción debe ser pequeña.

Otro método de aplicación de la ley es el monitoreo: el envío de agentes de la ley para observar infracciones de cualquier persona entre la población, como cuando la policía está estacionada en la carretera. El monitoreo es útil cuando un solo agente es capaz de detectar cualquier infracción que ocurra y que tenga a la vista desde donde ha sido asignado. (El monitoreo no es suficiente, y la supervisión o la investigación son necesarios cuando se requiere un esfuerzo adicional para detectar la infracción por parte de cualquier persona específica). Cuando el monitoreo es el método de aplicación de la ley, es posible que no se ahorren costos con el autoreporte. Por ejemplo, incluso si los individuos que desean acelerar o hacer giros a la izquierda ilegales informaran esto por adelantado a la policía, habría poca o ninguna reducción en el número de oficiales que se necesita asignar en el lugar para mantener la probabilidad de detención de otros conductores que podrían cometer infracciones.

B. ¿Por qué los individuos podrían no informar verazmente?

En el modelo (así como en las extensiones del mismo), los individuos informan verazmente dada una aplicación de la ley socialmente óptima. Sin embargo, no observamos que todas los individuos informan la verdad. Hay tres explicaciones plausibles para esto. Primero, puede ser que un mecanismo óptimo no esté operando: la reducción de la sanción por admitir actos dañinos puede ser demasiado baja para inducir a los individuos a informar sobre sí mismos a la luz de la probabilidad de detección. Segundo, incluso si los individuos informados fueran inducidos a reportar sus actos, algunas pueden subestimar la probabilidad o la magnitud de la sanción. De manera similar, algunos individuos pueden no estar conscientes de la naturaleza de los actos que han cometido (ver Kaplow 1992). (Por ejemplo, una empresa puede no saber que un producto químico que usa es una sustancia tóxica regulada). En tercer lugar, algunos individuos pueden saber por sus circunstancias que la detección es relativamente improbable.

C. Uso del autoreporte

Decir que el autoreporte es una característica frecuentemente observada en la aplicación de la ley es consistente con nuestro análisis, ya que parece que en muchos contextos se ahorran importantes recursos de aplicación de la ley o costos de sanción al inducir a los individuos a informar sobre su conducta.³³ Al mismo tiempo, no es sorprendente que no se observe autoreporte en algunos casos. Con respecto al ejemplo de infracciones de tránsito (como los giros a la izquierda inadecuados) que

32 La reducción necesaria es $s - r = s - ps = s(1 - p)$.

33 Otra razón por la que se puede utilizar la autoinformación en algunos contextos es para reducir el daño: la identificación temprana de un derrame tóxico puede facilitar la mitigación de sus efectos.

no son reportadas por quienes los cometen, son relevantes dos de las limitaciones del autoreporte: el costo administrativo de procesar informes de muchos tipos de infracciones de tránsito sería grande en relación con el daño esperado, y no se reduciría mucho la cantidad necesaria de policías para mantener un nivel dado de disuasión si se informaran algunas transgresiones.

Sin embargo, no parece que los beneficios del autoreporte se realicen plenamente en la práctica. Los incentivos para informar sobre la propia conducta parecen a menudo débiles, debido a que la reducción de las sanciones para quienes admiten comportamientos dañinos suelen ser modestas, incluso cuando la probabilidad de castigo para quienes no informan de sus infracciones es sustancialmente menor a uno. Cuando este es el caso, aumentar los incentivos para denunciar actos dañinos induciría a más denuncias y elevaría el bienestar.

Finalmente, observamos que, aunque nos hemos centrado en la aplicación pública de la ley, nuestra discusión tiene una relevancia más amplia, en particular para la aplicación de esquemas de incentivos en acuerdos contractuales privados. Por ejemplo, los empleadores pueden tener una política de tratar más favorablemente a los empleados que admiten el uso o robo de drogas que a los empleados a quienes los descubren haciéndolo. Inducir a los empleados a denunciar su propia mala conducta reduce la necesidad del empleador de controlar el comportamiento de los empleados y también la necesidad de imponer sanciones costosas (como el despido).

Apéndice

Debido a que se aplica el principio de revelación (ver Kaplow y Shavell 1991), podemos asumir que los informes son veraces. Por lo tanto, las siguientes restricciones de compatibilidad de incentivos, denotadas por IC_{ij} , deben ser válidas para todo i y j :

$$r_i + p_i s_{ii} \leq r_j + p_j s_{ji}. \quad (A1)$$

Esta restricción requiere que si un individuo comete el acto i y dice la verdad no exceda la sanción esperada si en su lugar informa j .

Ahora demostramos la ecuación (12), que establece que, para $i \neq j$, $s_{ij}^* = \bar{s} - r_i$, es una sanción óptima para la mentira. Si (12) no se sostiene, se podría alterar el mecanismo elevando s_{ij} al punto en el que (12) se sostenga. Dado que la IC_{ji} se satisface con el mecanismo original, se satisfaría con el mecanismo modificado, porque el lado derecho de IC_{ji} sería mayor y el lado izquierdo no se vería afectado. Además, la elección de los actos por parte de los individuos no se vería afectada por el aumento de s_{ij} , porque ninguna persona lo asumiría, ya que todos lo informarían verazmente. Por lo tanto, el bienestar social bajo el mecanismo alterado sería el mismo que bajo el original.

A continuación, mostramos (13), que $s_{ii}^* = 0$. Si (13) no se sostiene, uno podría alterar el mecanismo bajando s_{ii} a cero y elevando r_i por $p_i s_{ii}$. Esta alteración no afectaría a IC_{ij} : el lado izquierdo tendría el mismo valor, y el lado derecho no se vería afectado. Para el IC_{ji} , $j \neq i$, sin embargo, una r_i más alta aumentaría el lado derecho y el lado izquierdo no se vería afectado; por lo tanto, p_i podría reducirse, lo que reduciría los costos de ejecución.³⁴ Finalmente, debido a que la sanción esperada para los informes veraces bajo este mecanismo alterado sería la misma que en el mecanismo original, no se verían afectadas las elecciones de los actos que realizan los individuos. Así, el bienestar social sería mayor bajo el mecanismo alterado.

34 Si p_i en el mecanismo óptimo fuera cero, no se sostendría el argumento en el texto. Pero el nivel de s_{ii} no afectaría el comportamiento, por lo que s_{ii} podría tomarse como cero.

Estas dos simplificaciones permiten que IC_{ij} en (A1) se reescriba como³⁵

$$r_i + r_j \leq p_j + (\bar{s} - r_j). \quad (A2)$$

Es decir, cualquier ahorro en la sanción *ex ante* obtenido al reportar j en lugar del acto verdadero no puede exceder la sanción *ex post* esperada por mentir.

Usando (A2), podemos establecer (14), que $r^*_0 = 0$. Primero, mostramos que el valor más bajo del r_i , que denotamos \underline{r} , debe ser igual a cero. Si $\underline{r} > 0$, uno podría alterar el mecanismo reduciendo cada uno de los r_i , por \underline{r} , y elevando el s_{ij} , para $i \neq j$, como lo indica (12). Este cambio no afectaría el lado izquierdo de IC_{ij} en (A2) y elevaría el lado derecho, por lo que el IC_{ij} seguiría siendo válido. Además, cada uno de los IC_{ij} podría satisfacerse con una p_j menor, por lo que podrían reducirse los costos de aplicación de la ley. Finalmente, es evidente que las elecciones que realizan los individuos de los actos no se verían afectadas, por lo que el bienestar sería mayor bajo el mecanismo alterado. Segundo, $r^*_0 = \underline{r}$. Si no, $r_k = 0$ para algunos $k > 0$, ya que $\underline{r} = 0$. Sea $K = \{k | r_k = 0\}$ y se modifica el mecanismo aumentando todos los r_k , $k \in K$, en la misma pequeña cantidad, en particular lo suficientemente pequeña como para que $r_k < r_m$ para todos los $m \notin K$ (incluyendo $m = 0$). Las restricciones IC_{ik} seguirán siendo válidas. (Si $i \notin K$, el aumento en r_k relajará la restricción; si $i \in K$, la restricción se seguirá cumpliendo porque el lado izquierdo es igual a cero y el lado derecho no es negativo). Las restricciones IC_{kj} también continuarán siendo válidas. (El lado izquierdo será negativo si $j \notin K$, y de lo contrario cero). Finalmente, aumentar el r_k no afectará el comportamiento: $r_k - r_0$ es negativo antes y después de la alteración, por lo que todos los individuos del grupo k , para $k \in K$, cometen su acto de todos modos. Por lo tanto, si $r_0 > 0$, el \underline{r} óptimo no necesita ser igual a cero, una contradicción.

A continuación, demostramos que las restricciones de compatibilidad de incentivos IC_{ij} son vinculantes para los reportes sobre actos sujetos a \bar{r} y para ningún otro; es decir, IC_{ij} es vinculante si y sólo si $r_i = \bar{r}$. Primero, las restricciones para los reportes no sujetos a r no son vinculantes. Esto se desprende de (A2): el lado izquierdo es mayor cuanto mayor es r_i y el lado derecho es independiente de r_i por lo que la restricción sólo puede ser vinculante si $r_i = \bar{r}$. Para probar que las restricciones son vinculantes para reportes sujetos a r , supongamos que $\bar{r} - r_j < p_j (\bar{s} - r_j)$ para algunos j . Modifíquese el mecanismo bajando p_j de modo que esta desigualdad continúe siendo válida. La restricción IC_{ij} en (A2) continuará siendo válida para todas las i . Además, esta reducción en p_j no altera la elección de actos de los individuos (debido a que r_i son los mismos). Pero reducir p_j ahorra costos de aplicación de la ley, por lo que el bienestar es mayor. Debido a que las restricciones (A2) son vinculantes cuando $r_i = \bar{r}$, las probabilidades óptimas están dadas por (15).

Finalmente, demostramos las relaciones entre la h_i y la r_i óptima. Primero, probamos (18), que para cualquier r_i^* y r_j^* , (que no sea r^*_0) menor a \bar{r}^* , $h_i > h_j$ implica $r_i^* > r_j^*$. Obsérvese que para cualquier constante positiva λ , la función λW se maximiza en la misma r_i como lo es W . En particular, $(1/\theta_i)W$ se maximiza con respecto a r_i en r_i^* y $(1/\theta_j)W$ se maximiza con respecto a r_j en r_j^* . Ahora, en (17), para cualquier $r \in [0, \bar{r}]$, $[(1/\theta_i) dW/dr_i] - [(1/\theta_j) dW/dr_j] = -(h_i - h_j) f(r)$, que es positivo.³⁶ Por lo tanto, $r_i^* = r_j^*$ se descarta. Además, $r_i^* < r_j^*$ es imposible: porque r_j^* maximiza $(1/\theta_j) W(r_j)$, el valor de esta expresión en r_j^* no puede ser superado por su valor en r_i^* ; pero entonces el valor de $(1/\theta_i) W(r_i)$ debe ser mayor en r_j^* que en r_i^* porque la diferencia en las derivadas es positiva en el intervalo $[r_i^*, r_j^*]$, lo que contradice el carácter óptimo de r_i^* .

35 Nótese que (A2) se sostiene de forma trivial si $i = j$.

36 Este resultado se basa en nuestra suposición de que $f(\cdot)$ es independiente del tipo de acto. De lo contrario, (18) podría no mantenerse, porque los efectos inframarginales en los costos de la evaluación podrían ser mayores para el acto menos perjudicial.

Segundo, mostramos que si $r_i^* < r_j^* = \bar{r}^*$, entonces $h_i < h_j$. Para ver esto, supongamos lo contrario, que $h_i > h_j$. Consideremos primero el caso en el que hay más de un tipo de acto sujeto a \bar{r}^* . Luego, la derivada de bienestar con respecto tanto a r_i como a r_j en el intervalo $[0, \bar{r}^*]$ está dada por la expresión (17), por lo que el argumento que demuestra (18) establece que $r_i^* > r_j^*$, una contradicción. Ahora consideremos el caso en el que sólo el acto j está sujeto a \bar{r}^* . Usando la expresión (19), obsérvese que, en \bar{r}^* ,

$$\theta_j[(h_j - r_j^*)f(r_j^*) - cp_0f(r_j^*)] > 0, \quad (A3)$$

porque todos los demás términos en (19) son negativos. Esto implica que

$$\theta_n[(h_n - r_n^*)f(r_n^*) - cp_0f(r_n^*)] > 0, \quad (A4)$$

porque $h_n > h_j$ y $r_n^* < r_j^*$. Pero entonces, a partir de (17), $dW/dr_n > 0$ en r_n^* , porque (A4) es los dos primeros componentes de (17) y todos los otros componentes también son positivos. Esto contradice el carácter óptimo de r_n^* .

Nota del Editor

El artículo fue publicado en inglés por *Journal of Political Economy* Vol. 102 N.º 3, 1994. de *The University of Chicago*. La traducción certificada del inglés al español del artículo “*Optimal Law Enforcement with Self-reporting of Behavior*” tiene el registro TC N.º 0108-2019 y fue realizada por Alicia Milagros Camacho Velásquez, con CTP N.º 0426. La revisión de la traducción, estuvo a cargo de Karina Montes Tapia.

Referencias

- Baiman, Stanley, y Demski, Joel S. “Economically Optimal Performance Evaluation and Control Systems.” *J. Accounting Res.* 18 (supl. 1980): 184-220.
- Baron, David P., y Besanko, David. “Regulation, Asymmetric Information, and Auditing.” *Rand J. Econ.* 15 (Invierno 1984): 447-70.
- Becker, Gary S. “Crime and Punishment: An Economic Approach.” *J.P.E.* 76 (Marzo/Abril 1968): 169-217.
- Border, Kim C., y Sobel, Joel. “Samurai Accountant: A Theory of Auditing and Plunder.” *Rev. Econ. Studies* 54 (Octubre 1987): 525-40.
- Dye, Ronald A. “Optimal Monitoring Policies in Agencies.” *Rand J. Econ.* 17 (Otoño 1986): 339-50.
- Kaplow, Louis. “A Model of the Optimal Complexity of Rules.” Documento de trabajo N.º 3958. Cambridge, Mass.: NBER, Enero 1992.
- Kaplow, Louis, y Shavell, Steven. “Optimal Law Enforcement with Self-Reporting of Behavior.” Documento de debate N.º 95. Cambridge, Mass.: Harvard Law School, Program Law and Econ., Agosto 1991.
- Malik, Arun S. “Self-Reporting and the Design of Policies for Regulating Stochastic Pollution.” *J. Environmental Econ. and Management* 24 (Mayo 1993): 241-57.
- Mookherjee, Dilip, y Png, Ivan. “Optimal Auditing, Insurance, and Redistribution.” *Q. I.E.* 104 (Mayo 1989): 399-415.

-----, "Enforcement Costs and the Optimal Progressivity of Income Taxes." *J. Law, Econ., and Organization* 6 (Otoño 1990): 410-31.

Pigou, Arthur C. *The Economics of Welfare*. Londres: Macmillan, 1920.

Polinsky, A. Mitchell, y Shavell, Steven. "The Optimal Tradeoff between the Probability and Magnitude of Fines." *A.E.R.* 69 (Diciembre 1979): 880-91.

-----, "The Optimal Use of Fines and Imprisonment." *J. Public Econ.* 24 (Junio 1984): 89-99.

Reinganum, Jennifer F., y Wilde, Louis L. "Income Tax Compliance in a Principal-Agent Framework." *J. Public Econ.* 26 (Febrero 1985): 1-18.

Scotchmer, Suzanne. "Audit Classes and Tax Enforcement Policy." *A.E.R. Papers and Proc.* 77 (Mayo 1987): 229-33.

Shavell, Steven. "Specific versus General Enforcement of Law." *J.P.E.* 99 (Octubre 1991): 1088-1108.

Stigler, George J. "The Optimum Enforcement of Laws." *J.P.E.* 78 (Mayo/ Junio 1970): 526-36.

Townsend, Robert M. "Optimal Contracts and Competitive Markets with Costly State Verification." *J. Econ. Theory* 21 (Octubre 1979): 265-93.

Wagenhofer, Alfred. "Investigation Strategies with Costly Perfect Information." In *Agency Theory, Information, and Incentives*, editado por Gunter Bamberg y Klaus Spremann. Berlin: Springer - Verlag, 1987.

Presentación del artículo

Depende de quién te esté mirando: señales de agentes 3D aumentan la equidad



Tessy Torres Sánchez

Abogada por la Universidad Católica del Perú y Máster en Administración Pública por el Instituto Universitario de Investigación Ortega y Gasset, adscrito a la Universidad Complutense de Madrid. Su área de especialización es la fiscalización y supervisión de diversas actividades económicas y se ha desempeñado como Gerente de Supervisión y Fiscalización del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (Indecopi) y del Organismo Supervisor de Inversión Privada en Telecomunicaciones (Osiptel), y como Directora de Fiscalización, Sanción y Aplicación de Incentivos del OEFA. Actualmente es Presidenta del Directorio del OEFA.

El artículo de investigación que encontrarán a continuación corresponde a un trabajo experimental que realizaron en el año 2016, en co-autoría, los investigadores conductuales Jan Krátky, Phd. Dimitris Xygalatas, del Laboratory for the Experimental Research of Religion de la Universidad de Masaryk, República Checa; Phd. Jhon McGraw y Phd. Panagiotis Mitkidis, del Interacting Minds Centre for the Study of Cognition, Communication and Choice, Universidad de Aarhus, Dinamarca.

Los autores han realizado diversas investigaciones experimentales y escrito numerosos artículos sobre el comportamiento social, la motivación y la interacción humana, y están vinculados a la cátedra y a centros de investigación del comportamiento humano.

En este caso, la investigación versa sobre el análisis de la conducta prosocial de los individuos, es decir aquel comportamiento que beneficia y que tiene consecuencias sociales positivas en favor de los demás, tales como la cooperación, solidaridad y en particular al altruismo; esto es, aquella conducta prosocial que genera un costo asumido de manera voluntaria y que tiene por objeto beneficiar a los/as otros/as cuando son expuestas a figuras humanas en dimensiones.

El artículo da cuenta de una investigación sobre el rol que tienen las señales de agentes según la dimensionalidad sobre el comportamiento solidario: 345 participantes fueron observados/as en la toma de decisiones, en un entorno simulado en que se colocaron intencionalmente señales de figuras en 2D y 3D para determinar cuál es el impacto que esto genera en el comportamiento prosocial.

Como antecedente, se tienen estudios de laboratorio y de campo sobre la influencia que ejerce la exposición a las señales de agentes en 2D percibidas por medio de los ojos, aumentando el comportamiento prosocial de los individuos; así como numerosa

referencia bibliográfica de análisis científico sobre los aspectos medulares de la investigación: la percepción de la mente, los efectos del antropomorfismo y de ser observado y el comportamiento social no consciente.

El experimento consistió en colocar un expendedor de bebidas al ingreso de una biblioteca. Los/as usuarios/as podían tomar una lata de manera gratuita, justificando que se trataba de un estudio de mercado previo a la posible apertura de una cafetería.

Asimismo, se invitaba a los/as visitantes a contribuir con lo que consideran justo, colocando el dinero en un sobre dentro de una caja de plástico transparente instalada para tales efectos, planteando así a quien se acerque la necesidad de desarrollar un proceso mental relacionado con la decisión de contribuir o no, y otro referido a la decisión sobre cuánto debe donarse en caso corresponda, un aspecto que tuvo un impacto en el resultado.

Los anuncios estaban sobre un panel y delante se colocaron los estímulos de forma alternativa en 2D y 3D, utilizando una planta y la estatua de una cabeza humana. Los resultados demostraron que el estímulo de la cabeza 3D produjo contribuciones monetarias significativamente mayores que la cabeza 2D.

La relevancia del experimento que se describe en este artículo consiste en que sus resultados pueden ser tomados en cuenta en el diseño de la regulación y en la evaluación que surja del ejercicio de la fiscalización.

En efecto, debemos recordar que la promoción del cumplimiento regulatorio es también parte del rol de la fiscalización, lo que permite percibir cómo en algunos supuestos la introducción de herramientas conductuales, alternativas a las estrategias de comando y control, deben ser evaluadas al momento del diseño de la regulación.

El nivel de cumplimiento desde la fiscalización se puede fortalecer con el desarrollo de experiencias similares, por ejemplo en las comunicaciones que realiza el fiscalizador recordando el cumplimiento de determinadas obligaciones e incluso al disponer mandatos a los administrados que les ordenan o prohíben ciertas conductas, en las que la introducción de rostros simulados en 3D podrían generar mayor interés sobre el aspecto reputacional, al ser relacionados con la presencia de el/la supervisor/a y la posible amenaza al castigo, y generar con ello un mayor apego al cumplimiento, por lo que esta aplicación debe enmarcarse en trabajos de experimentación que confirmen la hipótesis planteada.

Les invitamos a leer este artículo, que nos permite conocer aspectos poco explorados de la naturaleza humana y motivar -como dicen los autores- abordar este tipo de interacciones a través de estudios naturalistas bien diseñados para “contribuir a una comprensión más profunda de cómo la cognición humana se ve influenciada por los entornos en los que vivimos”.

DEPENDE DE QUIÉN TE ESTÉ MIRANDO: SEÑALES DE AGENTES 3D AUMENTAN LA EQUIDAD

Jan Krátký^{1}, John J. McGraw^{2,3}, Dimitris Xygalatas^{1,2,4},
Panagiotis Mitkidis^{2,5,6}, Paul Reddish¹*

¹ Laboratorio de Investigación Experimental de Religión, Universidad de Masaryk, Brno, República Checa,

² Centro de Mentes Interactivas, Departamento de Cultura y Sociedad, Universidad de Aarhus, Aarhus, Dinamarca,

³ Departamento de Estudios Religiosos y Estudios Centroamericanos, Universidad Estatal de California Northridge, Northridge, California, Estados Unidos de América,

⁴ Departamento de Antropología, Universidad de Connecticut, Storrs, Connecticut, Estados Unidos de América,

⁵ Centro para la Visión Retrospectiva Avanzada, Instituto de Investigación de Ciencias Sociales, Universidad de Duke, Durham, Carolina del Norte, Estados Unidos de América,

⁶ Centro Interdisciplinario de Arquitectura Organizacional, Departamento de Gestión, Escuela de Negocios y Ciencias Sociales, Universidad de Aarhus, Aarhus, Dinamarca.

* jan.kratky@mail.muni.cz

ACCESO ABIERTO

Cita: Krátký J, McGraw JJ, Xygalatas D, Mitkidis P, Reddish P (2016) Depende de quién te esté mirando: Señales de Agentes 3D aumentan la equidad. PLoS ONE 11(2): e0148845. doi:10.1371/journal.pone.0148845

Editor: Tom Verguts, Universidad de Ghent, BELGICA

Recibido: 17/08/2014

Aceptado: 23/01/2016

Publicado: 09/02/2016

Derechos de Autor: © 2016 Krátký et al. Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia de Atribución de Creative Commons, que permite el uso, la distribución y la reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se acredite el autor y la fuente originales.

Declaración de Disponibilidad de Datos: Todos los datos pertinentes figuran en el documento y en sus archivos de información de apoyo, es decir, el conjunto de datos.

Financiación: Los autores agradecen el apoyo del Laboratorio de Investigación Experimental de Religión de la Universidad de Masaryk (LEVYNA, CZ.1.07/2.3.00/ 20.0048), cofinanciado por el Fondo Social Europeo y el presupuesto estatal de la República Checa, y la Facultad de Artes de la Universidad Masaryk; el grupo de investigación principal de la Fundación Velux, Tecnologías de la Mente; y el Consejo de Investigación de Ciencias Sociales y Humanidades del Canadá (SSHRC) proyecto “La evolución de la religión y la moral”.

Los autores también agradecen a Redbull corp. por apoyar el estudio mediante el suministro de las bebidas y el refrigerador de Redbull. Los autores no tienen ninguna afiliación con Redbull y la única participación fue a través del auspicio de bebidas. La corporación Redbull no participó ni en la recopilación de datos, ni en el análisis ni en la publicación de los mismos. Los patrocinadores no tuvieron ninguna participación en el diseño del estudio, la recolección y análisis de datos, la decisión de publicar o la preparación del artículo.

Intereses opuestos: Redbull corp. proporcionó apoyo al estudio mediante el suministro de las bebidas y el refrigerador de Redbull. No hay patentes, productos en desarrollo o productos comercializados que declarar. Esto no altera la adhesión de los autores a todas las políticas del PLOS ONE sobre el intercambio de datos y materiales, como se detalla en la guía para los autores.

Resumen

Estudios de laboratorio y de campo han demostrado que la exposición a las señales de agentes intencionales percibidas por medio de los ojos puede aumentar el comportamiento prosocial. Sin embargo, las investigaciones anteriores utilizaron principalmente representaciones bidimensionales como estímulos experimentales. A la fecha ningún estudio ha examinado la influencia de las propiedades espaciales de las señales de agentes en este efecto prosocial. Para investigar el papel de la dimensionalidad de las señales de agentes sobre la equidad, 345 participantes se dedicaron a una tarea de toma de decisiones en un entorno naturalista. El tratamiento experimental incluyó un modelo pseudorealista tridimensional de una cabeza humana y una imagen bidimensional del mismo objeto.

Los estímulos de control consistían en una planta real y su imagen en 2-D. Nuestros resultados apoyan en parte a los hallazgos de estudios previos que indican que las señales de los agentes intencionales mejoran el comportamiento prosocial. Sin embargo, este efecto sólo se encontró en las señales tridimensionales, lo que sugiere que la dimensionalidad es una variable crucial para desencadenar estos efectos en el mundo real. Nuestra investigación esclarece un aspecto hasta ahora inexplorado sobre los efectos de las señales ambientales y sus propiedades morfológicas en la toma de decisiones.

I. Introducción

Los modelos de reputación del comportamiento humano presuponen que los individuos no cooperadores corren el riesgo de ser excluidos de posibles interacciones futuras [1,2] o incurren en costos impuestos por terceros [3,4], sugiriendo que el comportamiento cooperador puede mejorar la adaptabilidad. Por lo tanto, el hecho de ser supervisado plantea problemas de reputación y, en consecuencia, induce a preferir estrategias de cooperación socialmente deseables. Dado que los mecanismos que guían la intención de cooperación se han desarrollado bajo la presión de las preocupaciones sobre la reputación y la posible amenaza de castigo, son muy sensibles a las señales reales o posibles que implican una conciencia, a cierto nivel, de que las acciones de uno están siendo supervisadas [5].

Resulta interesante que la vigilancia percibida por otros grupos sociales puede ser provocada por la presencia de señales artificiales que indican únicamente la acción a través de un gran parecido con los seres humanos [6,7]. Tales señales afectan nuestras respuestas conductuales de manera sutil, probablemente inconsciente [8,9]. Este estudio investiga las características morfológicas de los objetos materiales (por ejemplo, los rostros humanos) y si conducen a mejores niveles de equidad al provocar la sensación de ser observados.

Debido a la transcendencia evolutiva de la identificación de agentes, la propensión a detectar agentes intencionales en función a características morfológicas imperceptibles existe incluso entre los vertebrados inferiores y parece haberse desarrollado gradualmente a lo largo de la historia de la evolución. [10–13].

Especialmente los humanos son propensos a una excesiva detección de los agentes y, por consiguiente, a modificar su comportamiento. [12,14–17]. La detección de tales indicios desencadena la atribución de estados mentales (es decir, sentimientos, deseos e intenciones) y promueve la tendencia a explicar los acontecimientos que ocurren de una manera mentalista prototípica [18,19]. Aunque nuestra propensión a la antropomorfización puede llevar a frecuentes errores de atribución [20–22], la capacidad de percibir a los demás como seres intencionales y sensibles [23] es un componente esencial de la cognición social y sobre todo moral. Es un prerrequisito para la detección de las transgresiones morales [24–27], y también subyace en el juicio de nuestros propios actos [28].

Las estructuras materiales que comparten características morfológicas con los agentes humanos indican la presencia de coespecíficos [29,30]. Cuando se detectan estas señales materiales, originan tipos específicos de respuestas de comportamiento significativas socialmente [31]. Este resultado se ha demostrado en varios estudios que informaron de cambios en el comportamiento, así como de una mayor conciencia de las propias conductas socialmente sensibles después de estar expuesto a imágenes de agentes o incluso sólo a una característica destacada, como los ojos. Entre los primeros que documentaron este efecto en el laboratorio figuran Haley y Fessler [6], quienes descubrieron que los participantes impulsados por señales auditivas y visuales de agentes humanos se comportaban de manera más prosocial en el juego del dictador*. Los investigadores confirmaron respuestas de comportamiento análogas a ser observadas o monitoreadas mediante el uso de juegos económicos [32–34]. Incluso señales de agente muy discretas como tres puntos en una “configuración de ojos vigilantes” se ha encontrado que incrementan el comportamiento prosocial [35]. Esta línea de investigación se ha ampliado con estudios realizados en entornos naturalistas, en los que se han obtenido pruebas convergentes de los efectos de señales del agente, basadas en imágenes de comportamientos socialmente deseables, tal como la contribución a causas benéficas. [36,37]; inversión de tiempo en bienes públicos [38]; y la reducción de la basura en los espacios públicos [5,39]. Otro estudio [40] utilizó entornos materiales complejos tales como un templo hindú poblado de esculturas e imágenes de las deidades como manipulación experimental. Los participantes en ese entorno se comportaron de manera más cooperativa que los participantes en un entorno de control y fue más probable que recurrieran a un sentido de equidad como explicación de sus decisiones. Evidencias similares también han sido documentadas por Ahmed y sus colegas [41]. Este estudio fue realizado para probar los efectos de las señales de agente en la equidad [42–44] en una tarea de toma de decisiones en el mundo real. Como señaló Rabin [45], las expectativas mutuas de las partes cooperantes ocupan una posición clave a la hora de evaluar si un comportamiento es justo. En nuestra tarea, a los participantes se les ofreció un producto de libre acceso a cambio de su contribución monetaria. Sin embargo, la contribución era voluntaria, dependiendo enteramente de la decisión de cada participante en respuesta a la petición de una contribución justa en las instrucciones.

En un estudio previo, Bateson y sus colegas [7] manipularon la cocina de su departamento de psicología y utilizaron a los miembros de la facultad como sujetos de prueba, que no eran conscientes de la verdadera naturaleza de la situación. Los estímulos experimentales consistían en representaciones fotorrealistas de los ojos, alternados semanalmente con estímulos de control, que consistían en imágenes de flores. Los estímulos se presentaron junto con instrucciones que pedían a los miembros del departamento que contribuyeran con una cantidad específica de dinero a cambio de una bebida caliente en un sistema honorífico. Los participantes en el experimento registraron la cantidad total de contribuciones monetarias añadidas a la caja de honestidad de un fondo común y la cantidad de leche consumida como medida del consumo total de la bebida. Los resultados mostraron contribuciones monetarias significativamente más altas a la caja común después de la exposición a las imágenes de los ojos.

El estudio de Bateson y sus colegas se vio limitado por una serie de limitaciones. Los participantes procedían de un grupo de sujetos muy limitado, formado por sólo 48 miembros del departamento, además se desconoce cuántos de ellos participaron realmente en el experimento. Asimismo, de todas las bebidas consumidas en la cocina (tales como té, café, leche), sólo se registró la cantidad de leche consumida, utilizándola como tasa de consumo; por ende, no fue posible realizar cálculos exactos en

* Juego del dictador: Juego muy simple de economía experimental, similar al juego del ultimátum, que ha sido muy usado para estudiar actitudes altruistas.

lo que respecta a las otras dos bebidas. Por último, no había ningún registro individual de la contribución o el consumo; por lo que es posible que unos pocos o incluso un solo dato atípico haya causado el efecto observado. El presente estudio tiene por objeto controlar todos los factores mencionados utilizando una muestra mucho mayor ($N = 345$); registrando las contribuciones individuales; limitando los productos ofrecidos a una sola bebida; y controlando el consumo (por ejemplo, más de una bebida por persona consumida). Estos factores se gestionaron manteniendo la validez ecológica* del estudio, en un entorno naturalista.

De manera fundamental, presentamos la dimensionalidad de los estímulos como una variable para examinar los efectos de sus propiedades espaciales. Por lo general, los estudios anteriores han preparado a los participantes con indicaciones mínimas de observación, como fotografías o imágenes esquemáticas de los ojos solamente [6,7,36–39,46], puesto que tales características son posiblemente las más sugerentes de la presencia de un agente intencional. En nuestro estudio, utilizamos la escultura de una cabeza humana que compartía elementos morfológicos adicionales con agentes humanos reales para aumentar aún más la importancia del estímulo experimental. Esta mayor activación de la detección de agentes, a su vez, debería provocar respuestas más fuertes y así amplificar aún más el comportamiento prosocial.

En base a los hallazgos anteriores [6], nuestra primera hipótesis fue que las contribuciones monetarias serían mayores en la presencia de una señal de agentes en comparación con los estímulos de control. En segundo lugar, investigamos si la dimensionalidad moderaría el efecto de los agentes en las contribuciones monetarias. Para evaluar estas hipótesis, realizamos un estudio cuasiexperimental en un entorno naturalista manipulando la presencia y dimensionalidad de los estímulos experimentales y examinando sus efectos en una labor de contribución monetaria.

II. Métodos

Utilizamos un diseño factorial 2x2 entre sujetos. Nuestras variables independientes fueron los agentes (presencia vs. ausencia de características de agentes en los estímulos presentados) y la dimensionalidad (estímulos bidimensionales vs. tridimensionales).

Participantes

345 personas (128 mujeres) participaron en el estudio. Nuestra prueba se realizó con los visitantes de la biblioteca principal de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Masaryk en Brno, República Checa. Los participantes se auto-distribuyeron según las condiciones experimentales de la siguiente manera: cabeza 3D ($N = 106$); cabeza 2D ($N = 83$); planta 3D ($N = 93$); y planta 2D ($N = 63$).

Estímulo

La manipulación implicaba variar los estímulos específicos presentes en el entorno experimental (véase el apéndice S1. Estímulos experimentales). El objeto 3D socialmente prominente era una escultura tridimensional pseudorealista de una cabeza humana (cabeza 3D) que medía 135mm (ancho) x 225mm (alto) x 150 (profundidad). En la condición socialmente no prominente 3D, usamos una planta (*Aloe brevifolia*) (Planta 3D) que mide 270mm (alto) x 100mm (ancho) x 100m (profundidad).

* En el campo de la neuropsicología, es la relación funcional y predictiva que se establece entre la ejecución del sujeto en la exploración neuropsicológica y la conducta de éste en situaciones de la vida diaria.

En las condiciones bidimensionales (2D), se tomaron fotografías de los objetos 3D mencionados anteriormente (sin fondo) y se imprimieron en color en papel A4 (Cabeza 2D y Planta 2D). Los objetos 2D tenían la misma altura y el mismo ancho que los estímulos en 3D.

Diseño y procedimiento

Los participantes tuvieron la oportunidad de adquirir una bebida energética y hacer una contribución opcional a una “caja de honestidad”. Las bebidas se colocaban en un pequeño refrigerador con una puerta de vidrio transparente, ubicado en el vestíbulo de la biblioteca, un lugar muy frecuentado. El refrigerador estaba provisto de 20 latas de Red Bull que se reponían diariamente. Cada día el sitio experimental se instalaba antes de la apertura de la biblioteca a las 9:00 am y permanecía en su lugar hasta que se agotaran las existencias o hasta que transcurrieran tres horas. Salvo en estas horas, todos los objetos y elementos de nuestro estudio fueron retirados del lugar. El estudio se realizó durante 20 días laborables consecutivos, con cinco días para cada una de las condiciones. Las cuatro condiciones experimentales se asignaron al azar a lo largo de los 20 días experimentales.

Se presentó un artículo de portada, utilizando un cartel que informaba a los visitantes que la biblioteca estaba planeando abrir una cafetería y necesitaba realizar una simple investigación de mercado para determinar la demanda y los precios adecuados de ciertas bebidas. Se alentó a los visitantes a tomar una bebida por persona y a contribuir con lo que consideraran justo, colocando el dinero en un sobre y dejándolo caer en la caja de honestidad (una caja de plástico transparente de 560 mm de ancho, 280 mm de alto y 390 mm de profundidad). Todas las contribuciones se hicieron en coronas checas (CZK; 1 corona equivalía aproximadamente a 0,05 dólares de los EE.UU. en el momento de este estudio). Al comenzar cada día, se colocaron algunos sobres en la caja para sugerir a los posibles participantes que se habían realizado donaciones anteriores. Los sobres se numeraban y marcaban por género mediante un signo circular (para las mujeres) y un signo rectangular (para los hombres) en dos montones separados, lo que permitía determinar el orden y el género de los participantes individuales. Las instrucciones se colocaron en un tablón de anuncios, con tipo de letra Times New Roman de 24 puntos e impresas en papel A3, colocadas aproximadamente a 40 cm detrás de la caja de honestidad. De esta manera, los participantes no tenían conocimiento del propósito real (ni de la existencia) del estudio y mientras eran informados sobre la tarea y el procedimiento.

Los estímulos tridimensionales se colocaron en un pedestal de madera (134 cm de altura) delante del tablón de anuncios donde aparecían las instrucciones impresas (véase el apéndice S2. Montaje experimental). Los estímulos 2D aparecieron en un cartel impreso que se colocó en el tablón de anuncios, directamente detrás de la posición en la que los estímulos 3D se exhibirían de otra manera. Nos aseguramos de que los estímulos se presentaran exactamente en la misma posición durante todo el experimento, es decir, aunque los estímulos 2D tuvieran características espaciales diferentes de los estímulos 3D, se colocaron en la posición exacta y se orientaron en la misma dirección que los estímulos 3D. El pedestal de madera permaneció en su lugar en todo momento. Nos aseguramos de que no hubiera imágenes de rostros o cualquier otra foto que sugiriera la presencia de humanos o animales en el tablón de anuncios o en la zona aledaña, que pudieran interferir con la atención o con los estímulos experimentales.

Los carteles y folletos informativos, el mobiliario, así como los objetos de uso decorativo de la sala se mantuvieron en su lugar original durante todo el transcurso del estudio, siempre y cuando no exhibieran ninguna característica formal que transmitiera la presencia de otros agentes. El vestíbulo de la biblioteca que acogió nuestro experimento tenía aproximadamente 35 metros cuadrados y sirvió como puerta de entrada a la biblioteca. El tráfico de visitantes de los cuales nuestros participantes fueron reclutados varió con el tiempo. Los visitantes participaron en una variedad de actividades en el vestíbulo de entrada,

sin embargo, estas actividades no interfirieron de ninguna manera con el objetivo de nuestro estudio. La configuración fue monitoreada por un experimentador en la habitación contigua a través de la cámara de circuito cerrado de la biblioteca, a la que se accedió con el permiso de los funcionarios de la biblioteca.

Esto permitió al experimentador comprobar posibles excesos, asegurarse de que la distribución de género no se reportara erróneamente, que no hubiera visitantes repetidos, y observar si los individuos tomaban múltiples bebidas a la vez o pagaban sin tomar una bebida. Nuestras conclusiones indicaron que nada de lo anterior era cierto. La autorización escrita de este estudio fue otorgada por el Comité de Revisión Ética de la Asociación Checa para el Estudio de las Religiones. Además, obtuvimos la autorización escrita de la biblioteca para usar el espacio y tener acceso a las imágenes de la cámara de circuito cerrado, que sólo estaba disponible para los investigadores como una transmisión en vivo y no fue grabada de forma alguna.

Tabla N.º 1. Estimaciones y Error estándar (SE, por sus siglas en inglés) del modelo de regresión logística. La tabla muestra que la dimensión y el organismo utilizados como predictores del modelo de regresión logística no predicen la probabilidad de las contribuciones monetarias. Nota: $R^2 = .007$ (Cox & Snell), $.009$ (Nagelkerke). Model $\chi^2(3) = 2.42, p = 0.49$.

	B	SE	Wald	df	p
Organismo	.348	.336	1.070	1	.301
Dimensionalidad	.269	.327	.678	1	.410
Organismo x Dimensionalidad	-.124	.443	.079	1	.78

doi:10.1371/journal.pone.0148845.t001

III. Resultados

En general, se presentó un efecto suelo*, con 149 participantes (43.18% de todos los participantes del estudio) sin contribución monetaria (porcentaje por condición: Cabeza 3D = 38.68%; Cabeza 2D = 42.17%; Planta 3D = 44.09%; Planta 2D = 50.71%).

La elevada proporción de contribuciones monetarias nulas nos llevó a examinar inicialmente si nuestra intervención influyó en la tendencia de los participantes a realizar una contribución o no. Llevamos a cabo una regresión logística en la que contribuimos (1) o no (0) con un código ficticio como variable dependiente y con los factores clave de los agentes y la dimensionalidad como indicadores de predicción. Este análisis no reveló ningún efecto o interacción principal estadísticamente significativo (ver Tabla 1).

A continuación, examinamos si nuestra intervención influyó en la cantidad que los participantes aportaron. Para ello, primero eliminamos a los participantes con cero donaciones y los análisis posteriores se realizaron sólo con los que hicieron contribuciones (ver Tabla N.º 2).

* Efecto suelo: Fenómeno aerodinámico que sucede cuando un cuerpo, con una diferencia de presiones entre la zona que hay por encima de él y la que hay por debajo, está muy cerca de la superficie terrestre, lo que provoca unas alteraciones en el flujo de aire que pueden aprovecharse en diversos campos.

La asimetría (1.27, $SE = 0.33$) y la curtosis (1.61, $SE = 0.65$) fueron significativamente anormales para la condición de planta 3D ($ps < 0.05$), pero no para las otras tres condiciones. Para compensar la no normalidad de nuestros datos, usamos datos bootstrap acelerados corregidos por sesgo (CI = 95%, 10.000 muestras) en los análisis posteriores.

Un análisis factorial univariado 2x2 (organismo vs. dimensionalidad) de la variación indicó una interacción significativa de los factores de organismo y dimensionalidad: $F(1.192) = 4.11$, $p = .044$. No hubo efectos principales significativos de los agentes, $F(1.192) = 1.78$, $p = 0.184$, y la dimensionalidad, $F(1.192) = 0.88$, $p = .351$.

Un simple análisis de efectos reveló una diferencia significativa en la distribución monetaria entre las condiciones de la Cabeza 3D y la Planta 3D, $p = .013$. Sin embargo, no hubo diferencia en las contribuciones monetarias entre la Cabeza 2D y la Planta 2D ($p = .630$). Examinando los efectos simples de la dimensionalidad, la Cabeza 3D produjo contribuciones monetarias significativamente mayores que la Cabeza 2D, $p = .019$, pero no se encontró ninguna diferencia en la dimensionalidad entre la Planta 3D y la Planta 2D, $p = .468$.

Para comprobar la solidez de estos análisis con datos no normales, repetimos estas comparaciones por pares con estadísticas no paramétricas. Las pruebas de Mann-Whitney también mostraron una diferencia significativa entre la Cabeza 3D y la Planta 3D (Mann-Whitney $U = 1258.5$, $p = .016$) pero la diferencia entre la Cabeza 3D y la Cabeza 2D fue sólo ligeramente significativa (Mann-Whitney $U = 1269$, $p = .084$). Al igual que en las comparaciones anteriores, las otras dos comparaciones por pares no fueron significativas (Cabeza 2D vs. Planta 2D: Mann-Whitney $U = 709.5$, $p = .726$; Planta 3D vs. Planta 2D: Mann-Whitney $U = 712.5$, $p = .378$).

Tabla 2. Promedio de contribuciones monetarias.

La tabla muestra las contribuciones monetarias promedio en términos de condiciones después de eliminar las contribuciones cero (en CZK).

Señal de presencia social	Dimensionalidad					
	3D			2D		
	n	M (SD)	$\pm 1SE$	n	M (SD)	$\pm 1SE$
Dimensionalidad	65	13.18 (7.76)	.96	48	10.21 (5.47)	.79
Planta (ausencia)	52	9.81 (6.51)	.90	31	10.90 (6.90)	1.24

doi.10.1371/journal.pone.0148845.t002

IV. Debate

Estudios anteriores que exploraron el efecto de las señales de los agentes en el comportamiento prosocial comúnmente usaron experimentos de laboratorio con juegos económicos formalizados como sus medidas de dependencia [6,35,47–49] o experimentos de campo con sólo un control limitado [7]. El estudio actual empleó un escenario del mundo real que combina tanto la validez ecológica como un alto nivel de control.

Nuestros resultados sólo apoyan parcialmente la primera hipótesis, que la presencia de estímulos de agentes aumentaría la equidad, sin embargo, apoyan también nuestra segunda hipótesis, que los estímulos de agentes tridimensionales (cabeza 3D) mejorarían la equidad comparados con los bidimensionales (cabeza 2D).

Analizando los datos, primero exploramos si nuestras intervenciones aumentaban la probabilidad de una contribución, como sugiere la proporción entre las contribuciones cero y las que no lo son. Encontramos que los participantes no tenían más probabilidades de contribuir con algo en lugar de nada cuando se exponían a señales socialmente destacadas. Sorprendentemente, este resultado es inconsistente con los hallazgos de un meta-análisis de Nettle et al. [50] que reportó que las señales de ser vigilado aumentaron la probabilidad de donar algo en vez de nada más que influyeron en el promedio de la donación. En primer lugar, nos arriesgamos a que esto pueda ser atribuido a la naturaleza de nuestra tarea experimental, que difiere considerablemente de los experimentos de laboratorio utilizando juegos económicos que Nettle y sus colegas [50] incluyeron en su meta-análisis. En segundo lugar, las instrucciones de nuestro estudio alentaban a los participantes a hacer una contribución monetaria de cualquier cantidad que considerasen justa. Especulan que las decisiones de los participantes que condujeron a una contribución nula no fueron, de hecho, las contribuciones reales sino una señal de rechazo del marco situacional propuesto y sólo los verdaderos contribuyentes fueron posiblemente los afectados por nuestros estímulos experimentales. Puede haber dos mecanismos cognitivos distintos en juego aquí: uno que impulsa la decisión de contribuir o no, y otro que orienta la decisión de cuánto dar si se decide contribuir.

Además, como nuestro escenario era considerablemente diferente de un intercambio típico, en el que los productos no están disponibles libremente, sino que se venden a un precio fijo, la esencia de lo que significa comportarse de manera justa en la situación actual diferiría en consecuencia. Los participantes no consideraron sus decisiones sobre la base de un precio de mercado (como podría manifestarse por las contribuciones monetarias sólo ligeramente por debajo de los niveles de los supermercados) [45]; en cambio, como sugiere el gran número de contribuciones cero, sus decisiones se vieron considerablemente afectadas por el hecho de saber que la contribución cero también era una opción, por muy injusto que este comportamiento pudiera ser en realidad. Al incluir sólo a los verdaderos donadores de nuestro modelo, sólo examinamos a aquellos que consideraban que se comportaban de manera justa al tomar la decisión. Debido a esto, excluimos las donaciones cero de nuestra prueba y examinamos sólo las contribuciones monetarias reales. Cuando analizamos las contribuciones no nulas, sólo encontramos un efecto significativo de los estímulos de los agentes tridimensionales en las contribuciones monetarias. En otras palabras, los principales factores de agentes y dimensionalidad no produjeron un efecto significativo cuando se analizaron por separado, sino sólo cuando se combinaron, como fue el caso en una condición con un estímulo tridimensional que se sugería sobre los agentes. Estos resultados no apoyan los efectos de las señales de agentes bidimensionales como se ha informado en estudios anteriores [6,7].

Como se ha señalado anteriormente, [51], el efecto de mirar a los ojos parece ser sensible al tipo de respuesta conductual probada, así como a las características situacionales propias del montaje experimental [32,47]. Dado que nuestro estudio fue un experimento de campo situado en un entorno material público complejo, suponemos que sus características determinaron el tipo de estímulo que produciría un efecto impulsor en un entorno naturalista como éste. Probablemente, la imagen bidimensional de los ojos vigilantes (o cualquier otra señal de agentes administrada en forma pictórica) es una forma apropiada de presentar un estímulo para los experimentos basados en la computadora, como se ha documentado en estudios anteriores [6,35], pero tal vez menos para los estudios realizados en entornos naturalistas en los que la imagen impresa puede parecer particularmente llamativa y, por lo tanto, provocar reacciones débiles u opuestas. El meta-análisis de los estudios de ojos vigilantes realizados por Sparks y Barclay [32] ayuda a dilucidar esta cuestión. Sorprendentemente, los veinticinco estudios utilizaron estímulos bidimensionales. El meta-análisis de Sparks y Barclay sugiere que la duración de la exposición a un estímulo de los agentes es una variable crítica que influye en sus efectos. Una posible explicación para esta disminución de la capacidad de respuesta según el tiempo de exposición es la adaptación. Además, la exposición prolongada a un estímulo de

agentes aumenta las posibilidades de que una persona reconozca que tal estímulo es una falsa señal del agente humano real [32]. El tiempo de exposición a los estímulos del organismo en el presente estudio fue relativamente incontrolado, lo que significa que puede haberse producido una adaptación o análisis de los estímulos, al menos con un subconjunto de la prueba. Esto indica posiblemente que las señales experimentales bidimensionales se revelaron como señales falsas [32] y, por lo tanto, no pudieron evocar el efecto prosocial, especialmente porque esos efectos parecen estar impulsados por influencias y mecanismos inconscientes [33]. Nuestra señal de agente 3D puede parecer más apropiado en un entorno naturalista y puede ser menos sensible a tal adaptación o a la detección de señales falsas y, por lo tanto, es más probable que produzca un efecto prosocial en un entorno naturalista. Esta suposición también es coherente con el paradigma de la preparación material [52] que se basa en la larga tradición de estudios psicológicos de preparación (y, en particular, de preparación semántica) [9,53], pero que investiga más específicamente los efectos de preparación de los objetos y artefactos del mundo real. El efecto de los elementos básicos materiales está documentado en dominios como los sesgos perceptivos [54,55]; la activación de la representación del comportamiento [56], y la activación de los objetivos del comportamiento [57-59].

Además, proponemos que el efecto de los principios prosociales tridimensionales en entornos naturalistas pueda estar vinculado con sus cualidades espaciales y “corporales”. Tales estímulos sirven como medios simbólicos que representan el dominio objetivo, activando conceptos o comportamientos relacionados a este dominio. La dimensionalidad permite que los estímulos experimentales encajen bien en el nicho público en el que tuvo lugar nuestro estudio y también que se perciban inconscientemente (un factor crítico que establece el efecto de todos los estudios de preparación). El perfil sensoriomotor del objeto, es decir, la forma en que su apariencia cambia al moverse con respecto a él [60], puede ser una característica ecológica clave e inherente exclusivamente a los objetos tridimensionales que naturaliza el objeto para el receptor mediante el empleo de los tipos de capacidades cognitivas que se utilizan cuando se expone a los verdaderos “ojos vigilantes”.

Una posible limitación de nuestro estudio puede residir en las compras en grupo, es decir, las posibles influencias en las decisiones que se toman en presencia de los compañeros. Sin embargo, no creemos que esto haya afectado a nuestro estudio de forma sistemática. Otra posible confusión puede estar en la presentación de los estímulos bidimensionales en forma de carteles en un tablón de anuncios. Aunque la motivación para ello fue impulsada por nuestro objetivo de hacer que los estímulos fueran lo más sutiles posible, a fin de evitar que los participantes tomaran conciencia de la naturaleza experimental de un estudio, puede haber dado lugar al débil efecto observado con los estímulos de agentes 2D. La importancia de los estímulos debe evaluarse cuidadosamente en cualquier estudio posterior. Es necesario realizar investigaciones adicionales sobre estos factores y sus posibles efectos. Sin embargo, como supondría intervenciones sustanciales en entornos controlados, esa investigación se alejaría inevitablemente del marco naturalista que mantenemos en este estudio.

Al demostrar que las características espaciales de los estímulos de los organismos alteran la toma de decisiones en una actividad prosocial, esperamos abrir una nueva línea de estudios dentro de un paradigma existente. Las investigaciones futuras pueden centrarse en diferentes aspectos de los estímulos que pueden alterar su prominencia (por ejemplo, el tamaño y el color) o investigar características como la animación percibida. Además, se sabe poco sobre los efectos combinados de los entornos complejos con pistas más sutiles, como los examinados en nuestro estudio. Abordar este tipo de interacciones a través de estudios naturalistas bien diseñados puede contribuir a una comprensión más profunda de cómo la cognición humana se ve influenciada por los entornos en los que vivimos.

V. Información complementaria

Anexo S1. Estímulos experimentales. La imagen representa los estímulos agentivos (que aparecen en el estudio como un objeto tridimensional o una impresión bidimensional) y los estímulos no agentivos (que aparecen en el estudio como un objeto tridimensional o una impresión bidimensional). (PDF)



Anexo S2. Configuración experimental. Esta imagen muestra los componentes experimentales, específicamente, el estímulo experimental, las instrucciones de estudio, el refrigerador con las bebidas ofrecidas, y los sobres designados para las contribuciones monetarias y una disposición espacial particular de estos elementos.

(JPG)



S1 Conjunto de Datos. Conjunto de datos experimentales completo. Este archivo de datos de SPSS incluye todos los datos experimentales incluyendo la contribución cero.

(SAV)

Agradecimientos

Agradecemos a Jesper Sørensen y Kristoffer L. Nielbo por sus valiosas sugerencias en las fases de formación del proyecto y a John Shaver por su contribución en los primeros borradores de este artículo y sus comentarios al respecto. Agradecemos a los asistentes de investigación Lenka Sakalóšová, Martin Šmíra, Dagmar Adamcová y Lucia Moravanská por su apoyo durante la realización del experimento.

Agradecemos el apoyo del Laboratorio para la Investigación Experimental de la Religión de la Universidad de Masaryk (LEVYNA, CZ.1.07/2.3.00/20.0048), cofinanciado por el Fondo Social Europeo y el presupuesto estatal de la República Checa, y de la Facultad de Artes de la Universidad de Masaryk; del grupo de investigación principal de la Fundación Velux, Tecnologías de la Mente; y del proyecto del Consejo Canadiense de Investigación en Ciencias Sociales y Humanidades (SSHRC, por sus siglas en inglés) “La evolución de la religión y la moral”. También agradecemos a Redbull corp. por apoyar el estudio mediante el suministro de las bebidas y el refrigerador de Redbull. Los autores no tienen ninguna afiliación con Redbull y la única participación fue a través del auspicio de bebidas. La Corporación Redbull no participó en la recopilación de datos, análisis o publicación del presente estudio. Los financiadores no tuvieron ninguna participación en el diseño del estudio, la recolección de datos y el análisis, la decisión de publicar o la preparación del artículo.

Contribuciones del autor

Pruebas concebidas y diseñadas por: JK JJMG DX PM PR.

Pruebas realizadas por: JK.

Datos analizados por: PR JK.

Los reactivos/materiales/herramientas de análisis fueron brindados por: JJMG DX PM JK PR.

Artículo escrito por: JK PR DX PM JJMG

Nota del Editor

El artículo fue publicado en inglés por *Plos One*, Ghent University, en febrero del 2016. La traducción certificada del inglés al español del artículo “*It Depends Whols Watching You: 3-D Agent Cues Increase Fairness*” tiene el registro TC N.º 0370-2020 y fue realizada por Pamela Rocio Muguierza Orrego, con CTP N.º 0456. La revisión de la traducción, estuvo a cargo de Tessy Torres.

Referencias

1. Nowak MA, Sigmund K. Evolución de la reciprocidad indirecta por la puntuación de la imagen. *Naturaleza*. 1998; 393: 573–577. doi: 10.1038/31225 PMID: 9634232
2. Panchanathan K, Boyd R. Un cuento de dos desertores: La importancia de mantenerse en pie para la evolución de la reciprocidad indirecta. *J Theor Biol*. 2003; 224: 115–126. doi: 10.1016/S0022-5193(03)00154-1 PMID: 12900209
3. Boyd R, Richerson PJ, Henrich J. El nicho cultural: por qué el aprendizaje social es esencial para la adaptación humana. *Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS) USA*. 2011; 108 Suppl: 10918–25. doi: 10.1073/pnas.1100290108

4. Boyd R, Gintis H, Bowles S, Richerson PJ. La evolución del castigo altruista. *Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS) USA*. 2003; 100: 3531–3535. doi: 10.1073/pnas.0630443100 PMID: 12631700
5. Ernest-Jones M, Nettle D, Bateson M. Efectos de las imágenes oculares en el comportamiento cooperativo diario: un experimento de campo. *Evolution of Human Behavior*. Elsevier Inc.; 2011; 32: 172–178. doi: 10.1016/j.evolhumbehav.2010.10.006
6. Haley KJ, Fessler DMT. ¿Nadie está mirando? *Evolution of Human Behavior*. 2005; 26: 245–256. doi: 10.1016/j.evolhumbehav.2005.01.002
7. Bateson M, Nettle D, Roberts G. Las señales de ser monitoreados aumentan la cooperación en un escenario del mundo real. *Biol Lett*. 2006; 2: 412–4. doi: 10.1098/rsbl.2006.0509 PMID: 17148417
8. Bargh J. Los impulsos y deseos inconscientes impulsan lo que pensamos y hacemos de un modo que Freud nunca soñó. *Scientific American*. 2014; 30: 34–39.
9. Bargh JA. Hacia la ecología de la automaticidad: las condiciones necesarias para establecer efectos que producen resultados de procesamiento automático. *American Journal of Psychology*. 2010; 105: 181–199. Disponible en: <http://www.jstor.org/stable/1423027>
10. Levy J, Foulsham T, Kingstone A. Los monstruos también son personas. *Biology Letters*. 2012; 8–11. doi: 10.1098/rsbl.2012.0850
11. Fox N. Percepción social en los niños. *Percepción social en los niños*. Norwood NJ: Ablex; 1985.
12. Neudecker S. Camuflaje y falsas manchas oculares: respuestas de la chaetodontidae a los depredadores. *Environmental Biology of Fishes*. 1989; 25: 143–157.
13. Emery NJ. Los ojos lo tienen: la neuroetología, la función y la evolución de la mirada social. 2000; 24.
14. Epley N, Waytz A, Cacioppo JT. Al ver a los humanos: una teoría de tres factores de antropomorfismo. *Psychological Review*. 2007; 114: 864–886. doi: 10.1037/0033-295X.114.4.864 PMID: 17907867
15. Epley N, Waytz A, Akalis S, Cacioppo JT. Cuando necesitamos un humano: Determinantes Motivacionales del Antropomorfismo. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*. 2008; 26: 143–155. doi: 10.1521/soco.2008.26.2.143
16. Stevens M. El papel de las manchas oculares como mecanismos antidepredadores, demostrado principalmente en los lepidópteros. *Biological reviews of the Cambridge Philosophical Society*. 2005; 80: 573–588. doi: 10.1017/S1464793105006810 PMID: 16221330
17. Field T, Fox N. Percepción social en los niños. *Percepción social en los niños*. Norwood, NJ: Ablex; 1985.
18. Baron-Cohen S. Ceguera mental y lectura mental. *Ceguera mental: Un ensayo sobre el autismo y la teoría de la mente*. 1995. pp. 1–9.
19. Frith CD, Frith U. Mentes interactivas - una base biológica. *Ciencia* (80-). 1999; 286: 1692–5.
20. Guthrie SE. *Religión y Arte: Un enfoque cognitivo y evolutivo*.: 1–26.
21. Sperber D, Premack D, Premack AJ. *Conocimiento causal: Un debate multidisciplinario*. Nueva York: Prensa de la Universidad de Oxford; 1995.
22. Boyer P. *La Religión Explicada: Los Orígenes Evolutivos del Pensamiento Religioso*. Nueva York: Harper Col- lins; 2001.
23. Gray HM, Gray K, Wegner DM. Dimensiones de la percepción de la mente. *Ciencia*. 2007; 315: 619. doi: 10.1126/science.1134475 PMID: 17272713
24. Waytz A, Gray K, Epley N, Wegner DM. Causas y consecuencias de la percepción de la mente. *Trends in Cognitive Sciences*. Elsevier Ltd; 2010; 14: 383–8. doi: 10.1016/j.tics.2010.05.006

PMID: 20579932

25. Gray K, Young L, Waytz A. La Percepción de la Mente es la Esencia de la Moralidad. *Psychological Inquiry*. 2012; 23: 101–124. doi: 10.1080/1047840X.2012.651387 PMID: 22754268
26. Guglielmo S, Monroe AE, Malle BF. En el corazón de la moral se encuentra la psicología popular. *Investigación*. 2009; 52: 449–466. doi: 10.1080/00201740903302600
27. Changeux J-P, Ricoeur P. *¿Qué nos hace pensar?* Princeton: Prensa de la Universidad de Princeton.; 2000.
28. Lamba S, Mace R. La gente reconoce cuando son realmente anónimos en un juego económico. *Evolution of Human Behavior*. Elsevier Inc.; 2010; 31: 271–278. doi: 10.1016/j.evolhumbehav.2010.02.002
29. Gervais WM. Percibiendo Mentes y Dioses: Cómo la percepción de la mente permite, restringe y es desencadenada por la creencia en los Dioses. *Perspectives on Psychological Science*. 2013; 8: 380–394. doi: 10.1177/1745691613489836 PMID: 26173118
30. Piazza J, Bering JM, Ingram G. “La princesa Alice te está mirando”: La creencia de los niños en una persona invisible inhibe el engaño. *Journal of Experimental Child Psychology*. 2011; 109: 311–320. doi: 10.1016/j.jecp.2011.02.003 PMID: 21377689
31. Solomon A. Estudios de Independencia y Conformidad: I. Una minoría de uno contra una mayoría unánime. *Psychological Monographs General and Applied*. 1956; 70: 1–70. doi: 10.1037/h0093718
32. Sparks A, Barclay P. Evolución y comportamiento humano: Las imágenes oculares aumentan la generosidad, pero no por mucho tiempo: el efecto limitado de una pista falsa. *Evolution of Human Behavior*. 2013; 34: 317–322.
33. Burnham TC, Hare B. Cooperación Humana de Ingeniería. *Hum Nat*. 2007; 18: 88–108. doi: 10.1007/s12110-007-9012-2 PMID: 26181843
34. Mifune N, Hashimoto H, Yamagishi T. El altruismo hacia los miembros del grupo como mecanismo de reputación. *Evolution of Human Behavior*. Elsevier Inc.; 2010; 31: 109–117. doi: 10.1016/j.evolhumbehav.2009.09.004
35. Rigdon M, Ishii K, Watabe M, Kitayama S. Mínimos indicios sociales en el Juego del Dictador(*). *Journal of Economic Psychology*. 2009; 358–367.
36. Ekström M. ¿Los ojos vigilantes afectan a las donaciones caritativas? Evidencia de un experimento de campo. *Experimental Economics*. 2011; 15: 530–546. doi: 10.1007/s10683-011-9312-6
37. Powell KL, Roberts G, Nettle D. Las imágenes oculares aumentan las donaciones caritativas: Evidencia de un experimento de campo opuesto en un supermercado. Fusani L, editor. *Etología*. 2012; 118: 1096–1101. doi: 10.1111/eth.12011
38. Francey D, Bergmuller R. Las imágenes de los ojos mejoran las inversiones en un bien público real. *PLoS One*. 2012; 7: 1–7. doi: 10.1371/Citation
39. Bateson M, Callow L, Holmes JR, Maxmillian RRL, Nettle D. ¿Las imágenes de “Ojos Vigilantes” inducen un comportamiento más pro-social o más normativo? Un Experimento de Campo sobre la Basura. *PLoS One*. 2013; 8.
40. Xygalatas D. Efectos del entorno religioso en el comportamiento cooperativo: un caso de estudio. *Journal Religion Brain Behavior*. 2012; 1–12.
41. Ahmed A, Salas O. Contexto religioso y prosocialidad: Un estudio experimental de Valparaíso, Chile. *Journal for the Scientific Study of Religion*. 2013; 52: 627–637.

42. Fehr E, Schmidt, Klaus M. Una teoría de la equidad, la competencia y la cooperación. *Quarterly Journal of Economics*. 1999; 114: 817–868.
43. Falk A, Fehr E, Fischbacher U. Probando teorías de la Equidad: las intenciones importan. *Games and Economic Behavior*. 2008; 62: 287–303. doi: 10.1016/j.geb.2007.06.001
44. Fehr E, Gächter S. Equidad y represalias: La economía de la reciprocidad. *Journal of Economic Perspectives*. 2000; 14: 159–181. Disponible en: <http://www.jstor.org/stable/2646924>
45. Rabin M. Incorporando la Equidad en la teoría del juego y la economía. *American Economic Review*. 1993; 83: 1281–1302.
46. Fathi M, Bateson M, Nettle D. Efectos de los ojos vigilantes y de las pistas de la norma en la donación caritativa en un Experimento de Comportamiento Subrepticio. *Evolutionary Psychology*. 2014; 12: 878–887. PMID: 25331033
47. Tane K, Takezawa M. La percepción del rostro humano no induce a la cooperación en la oscuridad. 2011; 2: 24–27. doi: 10.5178/lebs.2011.15
48. Raihani J. N, R. B. No Un efecto positivo de las flores en lugar de las imágenes de los ojos en un juego dictatorial a gran escala e intercultural. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*. 2012;
49. Nettle D, Harper Z, Kidson A, Stone R, Penton-Voak IS, Bateson M. El efecto de los ojos vigilantes en el Juego del Dictador(*): no es cuánto das; es ser visto para dar algo. *Evolution of Human Behavior*. Elsevier Inc.; 2013; 34: 35–40. doi: 10.1016/j.evolhumbehav.2012.08.004
50. Ortiga D, Cronin K a, Bateson M. Respuestas de los chimpancés a las señales de observación de los coespecíficos. *Animal Behavior Journal*. 2013; 86: 595–602. doi: 10.1016/j.anbehav.2013.06.015 PMID: 24027343
51. Fehr E, Schneider F. Los ojos están sobre nosotros, pero a nadie le importa: ¿son las señales de los ojos relevantes para una fuerte reciprocidad? *Proceedings Biological Sciences*. 2010; 277: 1315–1323. doi: 10.1098/rspb.2009.1900 PMID: 20031986
52. Kay AC, Wheeler SC, Bargh JA, Ross L. Preparación del material: La influencia de los objetos físicos mundanos en la elección del comportamiento situacional, constructivo y competitivo. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*. 2004; 95: 83–96. doi: 10.1016/j.obhdp.2004.06.003
53. Bargh JA. ¿Qué hemos estado preparando todos estos años? En el desarrollo, mecanismos y ecología del comportamiento social no consciente. *European Journal of Social Psychology*. 2006; 36: 147–168. doi: 10.1002/ejsp.336
54. Tory Higgins E, Rholes WS, Jones CR. Accesibilidad de la categoría y formación de la impresión. *Journal of Experimental Social Psychology*. 1977; 13: 141–154. doi: 10.1016/S0022-1031(77)80007-3
55. Baldwin MW, Carrell SE, Lopez DF. Preparando esquemas de relaciones: Mi consejero y el Papa me observan desde el fondo de mi mente. *Journal of Experimental Social Psychology*. 1990; 26: 435–454. doi: 10.1016/0022-1031(90) 90068-W
56. Wheeler SC, DeMarree KG. Mecanismos múltiples de efectos primarios de comportamiento. *Social Personality Psychology Compass*. 2009; 3: 566–581. doi: 10.1111/j.1751-9004.2009.00187.x
57. Bargh JA, Gollwitzer PM, Lee-Chai A, Barndollar K, Trötschel R. La voluntad automatizada: activación no consciente y búsqueda de objetivos de comportamiento. *Journal of Personality and Social Psychology*. 2001; 81: 1014–1027. doi: 10.1037/ 0022-3514.81.6.1014 PMID: 11761304

- 58.** Aarts H, Dijksterhuis A, Custers R. Comportamiento normativo automático en ambientes: El papel moderador de la conformidad en la activación de normas situacionales. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*. 2003; 21: 447–464. doi: 10.1521/soco.21.6.447.28687
- 59.** Aarts H, Dijksterhuis A. El silencio de la biblioteca: Ambiente, norma de situación y comportamiento social. *Journal of Personality and Social Psychology*. 2003; 84: 18–28. doi: 10.1037/0022-3514.84.1.18 PMID: 12518968
- 60.** Noë A. Experiencia y experimentación del arte. *Journal of Consciousness Studies*. 2000; 7: 123–136

Presentación del artículo

Análisis empírico de sanciones por delitos ambientales



Juan Carlos Neira Campos

Economista con estudios de Maestría en Economía por la Pontificia Universidad Católica del Perú, con más de 7 años de experiencia en gestión pública en la aplicación de instrumentos económicos con fines de regulación, fiscalización y cumplimiento de la legislación. Desarrolló análisis económico, supervisión y fiscalización en el Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (Indecopi) y actualmente labora como Especialista Económico en la Dirección de Supervisión Ambiental en Energía y Minas del OEFA.

Sandra Rousseau es PhD. en economía por la Universidad KU Leuven, de Bélgica. Es profesora titular de economía ambiental en dicha casa de estudios. Está afiliada al Centro de Economía y Negocios Sostenibles de la Facultad de Economía y Negocios de KU Leuven. Sus investigaciones incluyen el diseño y evaluación de políticas ambientales en teoría y práctica.

En el presente estudio la autora proporciona evidencia empírica respecto a los factores que determinan las sanciones penales, administrativas y civiles de las infracciones ambientales en los Estados Unidos, Canadá y algunos países de Europa. Así, para determinar las sanciones se tienen en cuenta tres categorías principales de información: la primera hace referencia a las circunstancias particulares de la infracción, como son el peligro en la sociedad, el daño causado, la prevalencia de la infracción y el grado de responsabilidad de los/as infractores/as. En la segunda se incluye a las características de el/la infractor/a, evaluándose su reincidencia, tamaño de la empresa infractora y el cargo del individuo responsable de la infracción. Finalmente, en la tercera categoría se incluyen los objetivos generales que se desea obtener de la sanción, como es la exigencia de retribución, disuasión a los/as demás agentes del mercado, rehabilitación de el/la infractor/a y protección de la comunidad.

Los factores políticos e institucionales también pueden determinar el monto de las multas ambientales. De la evidencia analizada se verifica que determinados regímenes políticos conllevaron a un trato preferente en la determinación de la multa, resultando en menores multas ambientales. Tal como sucedió en Perú entre los años 2014 - 2017, mediante la Ley N.º 30230, por la cual se recortaron facultades sancionatorias al OEFA, debilitando la institucionalidad ambiental.

Por otro lado, de los estudios empíricos analizados se evidencia que sólo una parte reducida de los casos con infracciones ambientales son llevados a juicio. En el caso del OEFA, el porcentaje de informes de supervisión que culminan en un procedimiento administrativo

sancionador es de 61%*, esto nos da una idea acerca del distinto nivel de cumplimiento ambiental en el país en comparación de los demás países desarrollados en la evidencia analizada por la autora.

Por lo general, se evidencia que las agencias ambientales de los países analizados, en la aplicación de las normas, inician con instrumentos más laxos sólo para pasar a instrumentos de aplicación más duros, avanzando a través de las diferentes etapas de la pirámide de *enforcement*, con la finalidad de asegurar el cumplimiento de las normas. En tal sentido, el OEFA aplica esta pirámide en las intervenciones que realiza. El reglamento de supervisión establece como uno de sus principios la promoción del cumplimiento, con el fin de promover la orientación y persuasión en el cumplimiento de las obligaciones ambientales, estableciéndose las supervisiones orientativas como un tipo de supervisión, la cual se realiza a través de la puesta en conocimiento de las obligaciones a los administrados y una verificación del cumplimiento sin fines punitivos, salvo que se identifiquen daños o riesgos significativos. Por otro lado, en caso se detecten incumplimientos, se podría lograr el archivo del expediente de supervisión, en caso se subsanen voluntariamente los incumplimientos; o, en caso la subsanación deje de ser voluntaria, en la aplicación de la metodología del riesgo se podría archivar el expediente en caso sea un incumplimiento leve.

En síntesis, en el estudio se concluye que, a modo de tendencia general en la evidencia empírica analizada, las multas ambientales guardan una estrecha correlación positiva con los daños causados por la infracción, la reincidencia y la intencionalidad de los/as infractores/as. Asimismo, se recomienda que, en las futuras investigaciones acerca de los determinantes de las multas, se establezca un marco más amplio de análisis. Se debe fortalecer el estudio de la efectividad, así como los determinantes de las sanciones, siendo importante la comparación de las multas realmente impuestas y las multas teóricas óptimas para los casos investigados.

Les invitamos a leer este artículo, que nos permite conocer cómo la doctora Rousseau investiga y analiza comportamientos para aprender de la experiencia en países que tienen más avance en la aplicación de sanciones ambientales, con el fin de contribuir a la mejora de la fiscalización ambiental.

* Fuente: Informe de Resultados 2019 del Plan Estratégico Institucional 2019 - 2024 del OEFA.

ANÁLISIS EMPÍRICO DE SANCIONES PARA LOS DELITOS AMBIENTALES

Sandra Rousseau*

CEDON, HUBrussel, Stormstraat 4, B-1000 Bruselas, Bélgica & CES, K.U.Leuven, Naamsestraat 69,
B-3000 Lovaina, Bélgica. sandra.rousseau@econ.kuleuven.be

Resumen

Las sanciones constituyen una parte crucial para el cumplimiento de las regulaciones ambientales. Discutimos los determinantes y los niveles de sanciones monetarias por infracciones ambientales que se encuentran en la práctica. Se distinguen tres categorías principales de variables: las circunstancias de la infracción, las características de los infractores y los efectos políticos e institucionales indirectos. Surgen algunas tendencias generales: las multas aumentan con el daño causado por la infracción y las multas son más altas para los infractores reincidentes, así como para las infracciones intencionales. Además, los estudios discutidos indican que los factores políticos e institucionales son importantes. Los estudios empíricos proporcionan algunas ideas iniciales sobre las funciones objetivas de los tribunales y agencias.

Palabras clave: Aplicación; Infracciones ambientales; Sanciones monetarias; Análisis empírico.

Códigos JEL: K42 Comportamiento ilegal y aplicación de la ley; Q5 Economía ambiental.

1. Introducción

Para tener una política ambiental efectiva y eficiente, es necesario complementar la legislación con una estrategia de supervisión y fiscalización bien pensada. Sin monitoreo y fiscalización, el grupo objetivo de la regulación tendrá poco o ningún incentivo para cumplir con las reglas y es probable que no se cumplan los objetivos ambientales. En los últimos años, ha surgido una extensa literatura teórica sobre los aspectos de monitoreo y fiscalización de las regulaciones ambientales, como puede verse en las descripciones generales de la literatura de Cohen (1999) y de Polinsky y Shavell (2000).

Sin embargo, el volumen de estudios empíricos se ha retrasado y todavía no se sabe mucho sobre el uso y el impacto de diversos instrumentos utilizados por los organismos ambientales y los tribunales.

* El autor desea agradecer el apoyo financiero del proyecto de SBO “*Aplicación de la ley ambiental: una comparación de la práctica en los procesos penales y administrativos*” (www.environmental-lawforce.be). Además, le gustaría agradecer a Henk Folmer, Tom Tietenberg y dos árbitros anónimos por sus estimulantes sugerencias y comentarios.

Cohen (2000) proporciona una descripción general de la investigación empírica sobre la efectividad del monitoreo y la aplicación de la ley para disuadir a las empresas e individuos de incumplir la regulación ambiental.

En esta revisión, nos centramos en los determinantes de las sanciones monetarias impuestas por infracciones de la regulación ambiental dirigidas a las empresas. Esto implica que tanto las corporaciones como sus gerentes o empleados pueden ser procesados y sancionados. Además, los elementos que influyen en la sanción impuesta revelan las consideraciones tomadas en cuenta por los organismos gubernamentales y los tribunales. Por lo tanto, los estudios empíricos proporcionan una visión de las funciones objetivas de las autoridades.

En la Sección 2 proporcionamos algunos antecedentes generales sobre la motivación de usar sanciones contra los infractores ambientales. La Sección 3 describe las categorías de variables que pueden influir en la sanción que se impone. Luego se presenta un resumen de los hallazgos empíricos en la Sección 4. La Sección 5 concluye.

2. Antecedentes Generales

Primero, discutiremos un modelo simple de cumplimiento y fiscalización ambiental para colocar el papel de las sanciones monetarias en un marco más amplio. A continuación, repasaremos brevemente los principales elementos de los costos de infracción esperados que enfrenta un infractor.

2.1 Un Modelo Simplificado

Para comprender los determinantes y los niveles de sanciones por infracciones ambientales, debemos analizar las decisiones de cumplimiento de las empresas y sus gerentes, así como las decisiones de supervisión y fiscalización del regulador.

2.1.1 Decisión de cumplimiento de la agencia

Primero, nos dirigiremos a la decisión de cumplimiento de una empresa racional que maximiza los beneficios y se enfrenta a la regulación ambiental. El modelo básico se basa en el trabajo de Becker (1968) y Harford (1978), entre otros (para una descripción general, vea Eide, 2000).

Una empresa que maximice los beneficios tendrá como objetivo minimizar todos los costos asociados con la regulación ambiental vigente. Por lo tanto, la empresa selecciona el nivel de infracción $v \geq 0$, de modo que la suma de los costos de cumplimiento $C(v)$ y los costos de infracción esperados $pV(v)$, donde p representa la probabilidad de detección¹, se minimiza:

$$\min_v TC = \min_v \{C(v) + pV(v)\} \quad (1)$$

Se asume que los costos de cumplimiento C son una función que disminuye continuamente del tamaño de la infracción v . Los costos esperados de la infracción están determinados por la probabilidad p de que se detecte la infracción y por el tamaño de los costos de la infracción $V(v)$ que se asume aumentarán continuamente en el nivel de la infracción v .

¹ En este tipo de modelo simple, la probabilidad de detección suele coincidir con la probabilidad de inspección, así como con la probabilidad de sanción. Obviamente, en realidad este supuesto no se cumple: no se detectan todas las infracciones durante las inspecciones y no se sancionan todas las infracciones detectadas.

Como analizamos en la Sección 2.2, los costos de la infracción consisten en muchos aspectos, que incluyen sanciones monetarias, efectos de reputación o requisitos de limpieza. Por lo tanto, el concepto de costos de infracciones se define como todas las consecuencias negativas asociadas con una infracción y, como tal, incluye más que las sanciones formales impuestas por terceros. La empresa cumple totalmente con la regulación si sus costos de cumplimiento para cumplir perfectamente son menores o iguales a los costos de infracción esperados para todos los niveles de infracción:

$$C(0) \leq pV(v) \quad \forall v \quad (2)$$

Si la desigualdad (2) no se mantiene, la empresa decide incumplir la regulación y selecciona un nivel de infracción $v > 0$, de modo que el costo marginal de cumplimiento sea igual al costo marginal esperado de infracción:

$$C'(v) \leq pV'(v) \quad (3)$$

Diversos estudios empíricos examinan la influencia de las acciones de monitoreo y fiscalización en los niveles de cumplimiento de las empresas. Ejemplos de tales estudios son Magat y Viscusi (1990), Nadeau (1997), Helland (1998b) y Shimshack y Ward (2005) que estudian la industria de papel y celulosa de los Estados Unidos, Arora y Cason (1996) para programas ingresados voluntariamente por corporaciones en los Estados Unidos; Deily y Gray (1991), y Gray y Deily (1996) para la industria del acero de los Estados Unidos; Laplante y Rilstone (1996) para la industria canadiense de celulosa y papel; Dasgupta *et al.* (2000) para la industria en México; Dasgupta *et al.* (2001) para contaminantes industriales en Zhenjiang, China; Kang y Lee (2004) para la industria manufacturera en Corea; Earnhart (2004a, b, 2007) para grandes instalaciones de tratamiento de aguas residuales municipales en Kansas; Keohane *et al.* (2009) para la industria eléctrica de los Estados Unidos; y Nyborg y Telle (2006) y Telle (2009) para plantas pertenecientes a las industrias químicas, metales básicos, celulosa y papel, y otros minerales no metálicos en Noruega. Cohen (1999, 2000) proporciona una revisión de este capítulo de la literatura. Concluye que, aunque los estudios empíricos han demostrado la efectividad de las actividades de monitoreo y fiscalización, es difícil derivar implicaciones políticas sólidas de estos estudios debido que el alcance de cada investigación empírica del estudio es necesariamente limitado. Una discusión exhaustiva de estos resultados queda fuera del alcance de este artículo, ya que nos centramos en los determinantes de las sanciones impuestas y en las funciones de los objetivos de las autoridades de cumplimiento.

2.1.2 Decisión de sanción del regulador

A continuación, investigamos la determinación del nivel de sanción óptimo (es decir, el nivel óptimo de costos de infracción) por parte del regulador. El nivel y el tipo de sanción óptimos dependen fundamentalmente de la función objetiva del regulador. Teóricamente, la estrategia óptima de vigilancia y fiscalización, es decir, la combinación óptima de la probabilidad de detección y la estructura de la sanción, ya ha sido estudiada y determinada por, entre otros, Polinsky y Shavell (1979, 1992), Cohen (1987), Rasmusen (1995), y Garoupa (2001). Estos autores han encontrado que la multa óptima generalmente aumenta con el daño causado y el costo de imponer la multa, mientras que disminuye con la probabilidad de detección y sanción. Sin embargo, determinar la probabilidad de detección óptima es menos directa y, a menudo, ambigua. Depende, entre otras cosas, de los costos de inspección fijos y variables, el daño causado, las reacciones de las empresas y las sanciones legalmente permitidas.

Nos centramos brevemente en tres funciones objetivas importantes pero distintas para el regulador: (i) maximización del bienestar social, (ii) maximización de la disuasión e (iii) impartir justicia. Para una discusión de otros objetivos regulatorios para la aplicación ambiental, como la maximización del apoyo político neto², ver Firestone (2002, 2003).

La maximización del bienestar social implica que el regulador equilibra los costos de cumplimiento con los daños ambientales $D(v)$. Por lo tanto, como se señaló en el modelo simple descrito anteriormente, en el equilibrio, los costos de cumplimiento marginal deben ser iguales a los daños marginales y este equilibrio solo se puede obtener si el regulador elige una sanción que iguale los costos de infracción marginales esperados a los daños marginales:

$$C'(v) = D'(v) = pV'(v)$$

Este objetivo de maximización del bienestar social implica un enfoque basado en el daño a la aplicación de la ley ambiental (Polinsky y Shavell, 1994), ya que la sanción impuesta a los infractores se basa en el daño causado por la infracción.

Maximizar la disuasión implica que los costos asociados con incumplir las reglas siempre deben ser mayores que el costo de cumplimiento, como se muestra en la expresión². El costo evitado de cumplimiento actúa entonces como una estimación del beneficio para el infractor de romper las reglas. Podría decirse que, en la práctica, este enfoque basado en el beneficio podría ser más típico de las agencias que el enfoque de maximización del bienestar. Como ejemplo de ello, la declaración de la misión de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA, por sus siglas en inglés) dice “Para proteger la salud humana y el medio ambiente”. Además, como Firestone (2002) afirma, “*puede ser más razonable verlos*” (es decir, empleados de la EPA) “*como policías que minimizan las infracciones cuyo objetivo principal es la disuasión general en lugar de la maximización del bienestar social*”.

La disuasión tiene dos formas: específica y general. La disuasión específica busca disuadir al infractor de volver a incumplir castigando la infracción. La disuasión general busca señalar a otros el costo de una infracción o, a la inversa, los beneficios del cumplimiento. Además, una vez que se ha tomado la decisión de incumplir, el tamaño de la infracción depende sólo de las propiedades marginales, no del promedio, de la función de sanción esperada. De acuerdo con la teoría de la disuasión marginal desarrollada formalmente por Shavell (1991, 1992) y Mookherjee y Png (1994), las sanciones óptimas deberían aumentar con la nocividad de los actos y llegar al extremo sólo para los actos más dañinos.

Por otra parte, un objetivo adicional de castigo ha sido proporcionar justicia. La justicia ha sido abordada de muchas maneras diferentes. Las más relevantes en el contexto actual son los conceptos de justicia procesal, justicia retributiva y justicia restaurativa.

— La justicia procesal incorpora una teoría de la imparcialidad procesal para la resolución de controversias civiles (vea, por ejemplo, Solum, 2004). Se puede considerar que protege la dignidad humana asegurando que los individuos conozcan cómo y por qué reciben un trato desfavorable y permitiéndoles participar en el proceso de toma de decisiones. Por lo tanto, se refiere a doctrinas legales específicas que expresan principios fundamentales sobre el trato justo de los individuos y los procedimientos necesarios para garantizar un trato justo.

² La maximización del respaldo político neto ha sido estudiado previamente, entre otros, por Stigler (1971) y Peltzman (1976).

- El concepto de justicia retributiva en la ética y la ley se basa en el principio “*Deje que el castigo se ajuste al delito*”, de manera que la severidad de la pena por una infracción sea razonable y proporcional a la severidad de la infracción (ver, por ejemplo, Zaibert, 2006). El nivel de severidad de la infracción puede ser determinado por la cantidad de daño causado por la infracción, la ventaja injusta obtenida por el infractor o el desequilibrio moral que causó el crimen, según las circunstancias.
- La justicia restaurativa, por otro lado, tiene que ver con la integridad de la víctima³ y la reintegración del infractor en la sociedad. Para una discusión a fondo sobre la justicia restaurativa vea Braithwaite (2002).

Finalmente, las decisiones de sanción a menudo se modifican para tener en cuenta las diferencias entre los modelos teóricos “perfectos” y las circunstancias “imperfectas” reales. Un elemento importante es la presencia de errores. En realidad, se producen errores de medición durante las inspecciones, errores de gestión dentro de las empresas y errores judiciales. Por lo tanto, si los tribunales y las agencias quieren evitar condenar a partes inocentes o absolver a los culpables, se deben incorporar medidas de seguridad en el sistema de sanciones para minimizar los efectos de estos diferentes tipos de errores. Ejemplos de tales salvaguardas son el uso de advertencias para los infractores menores y primerizos (ver, por ejemplo, Rousseau, 2009), la práctica de requerir evidencia de un crimen “más allá de la duda razonable” (ver, por ejemplo, Andreoni, 1991; Lando, 2009), la posibilidad de volver a analizar las muestras para tamaños pequeños de infracción (Rousseau, 2007) y reducir la multa impuesta bajo el supuesto de aversión al riesgo (Polinsky y Shavell, 2000).

Además, los tomadores de decisiones a menudo tienen información imperfecta en la que basar sus decisiones (Bebchuk y Kaplow, 1992; Garoupa, 1998; Polinsky, 2006). Bebchuk y Kaplow (1992), por ejemplo, demostraron que puede no ser óptimo establecer la sanción en el nivel más alto posible cuando los individuos tienen información imperfecta sobre la probabilidad de detección. Además, Botelho et al. (2005) encontraron un grado considerable de desinformación con respecto a las emisiones y las regulaciones ambientales de las propias empresas en la industria portuguesa de celulosa y papel. Además, el estudio descubrió que las empresas informadas tienen una mayor probabilidad de cumplimiento que las empresas no informadas. Cuando las empresas tienen información imperfecta sobre la legislación y su propia situación, es probable que ocurran infracciones no intencionales. Además, Polinsky y Shavell (1991) muestran que cuando los infractores tienen restricciones de riqueza, esto limita la efectividad de las sanciones monetarias y promueve el uso de sanciones no monetarias, como el encarcelamiento o el cierre de empresas.

Nos centramos más en los factores que determinan las sanciones monetarias en la práctica, ya que pueden darnos una idea de los diversos elementos incluidos en la función objetiva utilizada por los tribunales y las administraciones.

2.2 Costos Esperados de Infracciones

Diversos factores determinan los costos esperados para las empresas de incumplir las normas ambientales: la probabilidad de detección, así como los diversos efectos negativos asociados con la infracción, como los efectos de reputación, las dificultades para obtener licencias, multas o incluso

3 Mac Namara y Sullivan (1973) definen a la víctima como una persona que la restaura a las condiciones previas al delito al “restaurar la pérdida de dinero o propiedad de la víctima y/o proporcionar una compensación por la pérdida de vidas, lesiones físicas (con la consiguiente pérdida de poder de ganancia y los costos de la atención médica), y el dolor y el sufrimiento que resultan de las agresiones penales”.

el cierre de empresas. Discutimos brevemente estos diferentes elementos de costo. En el resto de este artículo, nos centramos en el comportamiento de la agencia y el tribunal con respecto a la determinación del nivel de sanción monetaria.

2.2.1 Probabilidad de ser sancionado

Un primer determinante importante es la probabilidad de incurrir en los costos de infracción. Esta probabilidad depende fundamentalmente de la estrategia de monitoreo y de la estructura del proceso de sanción. Debido a los contactos repetidos entre la estrategia de inspección de la agencia y las decisiones de cumplimiento de las empresas, estas dos variables de decisión han sido estimadas simultáneamente por, entre otros estudios, Gray y Deily (1996), Nadeau (1997) y Helland (1998b). Como se esperaba, estos estudios muestran que una mayor fiscalización conduce a un mayor cumplimiento, mientras que un mayor cumplimiento lleva a una menor fiscalización. El análisis teórico por Harrington (1988) de las decisiones de inspección de la agencia muestra que el regulador puede aumentar la disuasión apuntando a las empresas que tienen más probabilidades de estar en infracción. Varios artículos empíricos han estimado el vínculo entre el cumplimiento anterior y las inspecciones esperadas y han encontrado alguna evidencia de focalización. La investigación de las prácticas de monitoreo ambiental muestra que la focalización se produce en base a: (1) el estado de cumplimiento en el último trimestre(s) (Stafford, 2002 para la regulación de residuos de EE.UU. o Rousseau, 2007 para la industria textil belga), (2) la previsión del estado de cumplimiento de la empresa (Gray y Deily, 1996 para la industria siderúrgica de los EE.UU. o Laplante y Rilstone, 1996 para la industria canadiense de celulosa y papel), o (3) advertencias emitidas anteriormente (Eckert, 2004 para la industria petrolera canadiense).

2.2.2 Tipo de acciones de fiscalización

Antes de pasar a los costos reales de la infracción, es importante definir formalmente los tipos de acciones de fiscalización que el regulador puede emprender. Las agencias ambientales comúnmente hacen una distinción entre acciones de fiscalización administrativas, civiles y penales (vea el sitio web de la EPA de los EE.UU.⁴).

- Las acciones administrativas son acciones de fiscalización tomadas por una agencia (ambiental) bajo su propia autoridad, sin involucrar un proceso judicial. Una acción administrativa informal generalmente es cualquier comunicación de una agencia que notifica a la entidad regulada de una infracción (potencial) y, en la mayoría de los casos, solicita alguna acción correctiva. Las acciones administrativas formales por parte de una agencia son, por ejemplo, la emisión de una orden administrativa correctiva (ya sea con o sin sanciones) o la suspensión de la licencia ambiental de una empresa para lograr el cumplimiento.
- Las acciones judiciales civiles son juicios formales, presentados ante los tribunales, contra personas o entidades que no han cumplido con los requisitos legales o reglamentarios o con una orden administrativa de reparación.

4 <http://www.epa.gov/compliance/basics/enforcement.html>

— Las acciones judiciales penales son juicios formales, presentados ante un tribunal, contra una entidad o persona a través de un proceso penal, según la naturaleza y la gravedad de la infracción. Es importante destacar que sólo las condenas penales pueden resultar en la imposición de una sentencia de prisión.

Es esencial tener en cuenta que la disponibilidad, la definición exacta y la terminología utilizadas para indicar las diferentes acciones utilizadas para hacer cumplir las infracciones ambientales dependen fundamentalmente del contexto institucional en los diferentes países. Para los Estados Unidos, Firestone (2002, 2003) estudia los elementos que influyen en la elección de la agencia entre las diferentes acciones de fiscalización. Encuentra que la culpabilidad de un infractor es un predictor altamente significativo de tratamiento criminal. Esto sugiere que cuando la EPA selecciona el tipo apropiado de acción de fiscalización, está motivada por consideraciones específicas de disuasión incorporadas en la maximización del bienestar social o por el deseo de deshabilitar o incapacitar a los infractores graves. Además, un estudio empírico realizado por Glicksman y Earnhart (2007) proporciona información adicional sobre la efectividad comparativa de las multas civiles y administrativas en el desempeño ambiental en los Estados Unidos. Centrándose en la industria química y de productos afines, su estudio muestra que la disuasión específica relacionada con las multas administrativas es más efectiva que la disuasión específica relacionada con las multas civiles. Sin embargo, las multas civiles son significativamente más efectivas que las multas administrativas en términos de su disuasión general.

2.2.3 Costo de las infracciones

A continuación, nos ocupamos de los costos reales de la infracción que pueden consistir, entre otras cosas, en sanciones monetarias, sanciones no monetarias, las consecuencias esperadas para las probabilidades de inspección futuras, sanciones sociales y sanciones informales. Para una visión general de las cuestiones teóricas y empíricas asociadas con los costos de infracción por delitos ambientales, nos referimos a Cohen (1992). Las sanciones monetarias, es decir, las multas, son el foco principal de este aporte, ya que en la práctica⁵ se imponen con mayor frecuencia. Por lo tanto, las sanciones monetarias se analizan con más detalle en la Sección 3, que se presenta a continuación.

Además de las sanciones monetarias, los tribunales y las administraciones también tienen acceso a sanciones no monetarias como el cierre de empresas, las órdenes de cese temporal, la suspensión de permisos ambientales, los requisitos de limpieza y las penas de prisión. Cuando se trata de sanciones no monetarias en la literatura económica y legal, la mayor parte de la atención se presta a las penas de prisión (véase, por ejemplo, Polinsky y Shavell, 1984; Shavell, 1987; Kaplow, 1990; Garoupa y Klerman, 2004). Sin embargo, los estudios empíricos sobre sanciones no monetarias por infracciones ambientales son extremadamente escasos, aunque existen algunas excepciones. Cohen (1992) proporciona evidencia empírica sobre sanciones monetarias y sentencias de prisión impuestas a más de 100 empresas estadounidenses entre 1984 y 1990. Aunque la evidencia en Cohen (1992) no es abrumadora, los hallazgos son consistentes con la noción de que el encarcelamiento y las multas son sustitutos.

5 Por ejemplo, en Billiet *et al.* (2009) la multa monetaria es, con diferencia, el instrumento de sanción penal más importante utilizado y se impone en más del 95% de las condenas. El conjunto de datos estudiado en Billiet *et al.* (2009) incluye más de 1000 casos penales por delitos ambientales en Bélgica entre 2004 y 2006. Otro ejemplo se puede encontrar en Brickey (2008), quien informa que en los Estados Unidos aproximadamente dos tercios de los acusados en casos ambientales penales entre 1995 y 2001 fueron sentenciados a pagar una multa. También para el Reino Unido, Macrory (2006) mostró que el 96% de las sentencias dictadas contra las corporaciones en los tribunales de magistrados eran multas financieras.

Blondiau y Rousseau (2009) realizaron un estudio más reciente, que evaluó la elección de los jueces penales entre imponer sanciones monetarias y no monetarias en la jurisprudencia ambiental de Bélgica entre 2004 y 2006. Encuentran que las empresas más grandes están cerradas significativamente con menos frecuencia que las empresas más pequeñas, lo que indica que el costo social de las sanciones es un componente importante en la consideración de qué tipo de sanción se impone.

Además, los gerentes y empleados pueden cumplir con las reglas bajo un sentimiento de responsabilidad social. Cuando una persona no sigue estas normas sociales, puede sentir remordimiento, culpa o incluso puede obtener un estigma social, que afecta negativamente a la persona en cuestión. El papel de las normas sociales en las decisiones de cumplimiento es estudiado, por ejemplo, por Posner y Rasmusen (1999), Lai et al. (2003), y Bénabeou y Tirole (2006).

Asimismo, algunas consecuencias negativas informales también están relacionadas con incumplir la regulación ambiental. Los infractores grandes y repetidos corren el riesgo de obtener una mala reputación. La mala publicidad asociada con la detección de infracciones ambientales puede influir en el comportamiento de los consumidores, empleados e inversionistas. La evidencia empírica de estos efectos reputacionales se puede encontrar en varios estudios. Como ejemplo, Muoghalu et al. (1990) encontraron que los accionistas de una empresa sufren una pérdida de 1.2% en el valor de mercado (aproximadamente 33 millones de dólares) cuando se anuncia públicamente que se ha presentado una demanda contra una empresa por infracción a las leyes de gestión de residuos sólidos. Konar y Cohen (2001) también encontraron que el valor de los activos de una empresa se reduce seriamente como resultado de un desempeño ambiental deficiente. Heinkel *et al.* (2001) mostraron que las empresas contaminantes están en manos de menos inversionistas, cuando el grupo de inversionistas éticos excluye activamente las inversiones socialmente irresponsables; de este modo, se reducen los precios de las acciones y se aumenta el costo de capital para las empresas contaminantes. Más recientemente, Karpoff *et al.* (2005) estudian el efecto en el valor de mercado de las empresas que cotizan en bolsa en los EE.UU. que fueron investigadas, acusadas o resueltas por infracciones ambientales en el período 1980-2000. Aunque los autores encuentran que las empresas que violan las leyes ambientales sufren pérdidas estadísticamente significativas en el valor de mercado del capital de la empresa, estas pérdidas fueron de una magnitud similar a las sanciones legales impuestas, lo que implica un papel menor para las sanciones de reputación.

Finalmente, Decker y Pope (2005) señalan las complementariedades estratégicas de las decisiones de cumplimiento de las empresas. Las empresas a menudo eligen su nivel de cumplimiento ambiental de manera estratégica y el modelo teórico muestra que las decisiones de cumplimiento entre las empresas son complementos estratégicos, es decir, un mayor cumplimiento por parte de una empresa influirá positivamente en la tasa de cumplimiento de su rival. En su análisis empírico, efectivamente encuentran que las tasas de cumplimiento de los competidores en la misma industria tienen un efecto positivo y significativo en el comportamiento de cumplimiento de una empresa regulada para la industria química, de refinación de petróleo y de celulosa y papel en los Estados Unidos.

3. Identificación de Determinantes de Sanciones Monetarias

Con respecto al establecimiento de sanciones, en la sentencia se tienen en cuenta tres categorías principales de información (véase Fox y Freiberg, 1999; Australian Law Reform Commission, 2002):

- las circunstancias particulares de la infracción, como su gravedad en comparación con otras en la misma categoría; peligro social; daño causado; la prevalencia del tipo de delito; y el grado en que los infractores son responsables de la infracción;

- las características del infractor que pueden mitigar su culpabilidad por la infracción o indicar la probabilidad o no de reincidencia, como la reincidencia, el papel del individuo en la empresa y el tamaño de la empresa infractor; y
- los objetivos generales de la sanción, para lograr uno o más de los siguientes: exigir retribución; disuadir a otros de cometer delitos similares; rehabilitar al infractor; denunciar la acción; y proteger a la comunidad.

Como se mencionó anteriormente, aunque es probable que la función objetiva formal sea conocida, la función objetiva real de la autoridad de cumplimiento podría desviarse de ella. Por lo tanto, los factores que determinan las sanciones monetarias en la práctica nos proporcionan pistas sobre la función objetiva que realmente utiliza la autoridad de ejecución. Además, esto nos permitirá discutir los signos esperados para las diferentes variables incluidas en los estudios empíricos resumidos en la Sección 4.

3.1 Circunstancias de la Infracción

Es probable que varios atributos de la infracción ambiental tengan una influencia considerable en la sanción impuesta. Distinguimos tres categorías relacionadas con (i) el daño causado, (ii) el beneficio recibido por la infracción y (iii) la intención. Podemos esperar que los factores relacionados con el daño tengan más probabilidades de ser significativos para los encargados de la aplicación de la ley que tienen en cuenta las consideraciones de bienestar social y/o de justicia (especialmente la justicia retributiva y reparadora), mientras que estos factores deberían tener un impacto menor cuando la disuasión es el enfoque principal de la autoridad. Por el contrario, se espera que los factores relacionados con el beneficio sean más importantes para la disuasión que maximiza el cumplimiento de las fuerzas de seguridad o, en algunos casos, se centran en la justicia retributiva y no son importantes para los agentes de la ley que se centran en el bienestar social. En tercer lugar, los factores relacionados con la intención pueden interpretarse como una estimación de la probabilidad de que se haya producido un error y teniendo en cuenta el efecto de la información imperfecta. Cuando está claro que se cometió una infracción a través de acciones deliberadas y con la intención de romper las reglas, es probable que la probabilidad de que se produzca un error y la probabilidad de que se haya producido la infracción debido a la falta de información sean insignificantes.

3.1.1 Factores relacionados con los daños

El primer grupo de factores relacionados con el daño considera la extensión real o potencial del daño. La gravedad de la infracción aumenta cuando: (a) el contaminante es nocivo, generalizado o penetrante, o puede propagarse ampliamente o tener efectos duraderos; (b) se necesitaron operaciones de limpieza extensiva, restauración del sitio o rehabilitación de animales; u (c) otras actividades legales⁶ fueron prevenidas o interferidas significativamente (véase, por ejemplo, la Comisión de Sentencias de los Estados Unidos 1993, 2008; UK Sentencing Advisory Panel, 2000). Como el daño ambiental depende de los contextos geográficos y temporales particulares de la infracción, también son importantes las características del entorno físico, como la calidad del agua superficial o la calidad del aire. Es probable que la gravedad de la infracción aumente si la salud humana, la salud animal o

6 Por ejemplo, los niveles de ruido producidos por el infractor incomodan a los clientes de restaurantes aledaños.

la flora se vieron afectadas negativamente, especialmente en el caso de especies protegidas o sitios de conservación de la naturaleza. Además, la presencia de terceros podría implicar que la infracción fue potencialmente más dañina para otras personas y, por lo tanto, la sanción podría ser mayor.

Antes de llegar a una conclusión sobre la gravedad de la infracción, el tribunal debe tener en cuenta los factores atenuantes, ya que reducen la importancia de la infracción. Tales factores atenuantes incluyen, entre otras cosas, la pronta notificación de la infracción por parte del acusado y la rápida cooperación con las autoridades; el hecho de que el acusado tomó medidas para remediar el problema lo antes posible, y una oportuna declaración de culpabilidad. Además, la forma en que se descubre la infracción es importante: se puede esperar que los informes voluntarios den lugar a sanciones más bajas ya que las acciones para evitar daños adicionales podrían comenzar antes que en situaciones en las que la agencia de inspección descubre las infracciones por su cuenta o recibe quejas de terceros.

Cuando los factores relacionados con los daños son significativos en un análisis empírico, podemos esperar que el nivel de la multa aumente por infracciones más graves. Por lo tanto, los factores agravantes deberían tener un impacto positivo en la multa impuesta, mientras que las variables que miden las circunstancias atenuantes deberían tener un impacto negativo. Los resultados de los estudios empíricos que investigan el impacto de estos y otros factores en los niveles de la sanción se discuten en la Sección 4.

3.1.2 Factores relacionados con el beneficio

A continuación, discutimos algunos factores relacionados con el beneficio. Cuando los tribunales o agencias intentan maximizar la disuasión, es importante que la sentencia tome en cuenta cualquier beneficio económico lograda por el infractor al no tomar las precauciones adecuadas; no debe ser más barato incumplir que evitar que ocurra una infracción. Por el contrario, el costo de cualquier acción correctiva que el demandado ya haya tomado podría llevar al tribunal a reducir el nivel de la multa que de otro modo habría impuesto. Para maximizar la disuasión o lograr justicia, las sanciones deben garantizar que una empresa no obtenga ningún beneficio financiero de sus emisiones ilegales y debe aproximarse mucho a los costos de reducción de la contaminación que la empresa ha evitado. Por lo tanto, los resultados estadísticamente significativos para los factores relacionados con el beneficio en los estudios empíricos discutidos en la Sección 4 pueden indicar que las autoridades de cumplimiento tienen en cuenta las consideraciones de disuasión y las consideraciones de justicia.

3.1.3 Factores relacionados con la intención

Finalmente, observamos la intencionalidad de la infracción, ya que esto da una señal de la probabilidad de que se produzcan errores, así como la probabilidad de que los infractores no tuvieran información suficiente para tomar las decisiones correctas. Con el fin de evitar condenas erróneas y reducir el impacto de la información no disponible, el tribunal debe considerar la culpabilidad del acusado de provocar o poner en riesgo el daño ambiental relevante. Entre los factores que pueden reducir la culpabilidad de un acusado se encuentra el hecho de que el acusado desempeñó un papel relativamente menor en la ejecución de la infracción, o tuvo relativamente poca responsabilidad personal por ello; el hecho de que el acusado carecía genuina y razonablemente de conocimiento o comprensión de las regulaciones específicas de la actividad en la que estaba involucrado; o el hecho de que la infracción fue un lapso aislado.

Se puede tomar cualquiera de los siguientes factores para aumentar la culpabilidad de un acusado (véase UK Sentencing Advisory Panel, 2000): (a) se demuestra que la infracción fue un incumplimiento deliberado o imprudente de la ley, en lugar del resultado de un descuido; (b) el demandado ha actuado por un motivo financiero, ya sea con fines de lucro o de ahorro de costos; (c) el demandado no ha respondido a las precauciones de la autoridad reguladora pertinente; (d) el demandado ha ignorado las preocupaciones relevantes expresadas por los empleados u otros; (e) se demuestra que el demandado ha tenido conocimiento de los riesgos específicos involucrados; y (f) la actitud del demandado hacia las autoridades ambientales fue desdeñosa u obstructiva. Además, la causa del incidente (error humano, error técnico, almacenamiento deficiente u otro) puede dar una indicación de quién fue responsable (Earnhart, 2000).

Se espera que las infracciones intencionales produzcan sanciones más altas en comparación con los accidentes o circunstancias imprevisibles. Cuanto más intencional sea la infracción, más seguros estarán los tribunales y las agencias de que no se produjeron errores y de que el demandado violó voluntariamente y a sabiendas las regulaciones ambientales (y, por lo tanto, debería ser sancionado). Por lo tanto, las variables que hacen que la intención y la culpabilidad sean más probables deberían tener un efecto positivo en el nivel de la multa para los estudios empíricos discutidos en la Sección 4.

3.2 Características del Infractor

Las características relevantes del individuo o empresa pueden ser capturadas por varias variables. Distinguimos tres grupos de factores relacionados a (i) la riqueza del demandado, (ii) el costo social de imponer una sanción y (iii) factores relacionados con la intención y asociados con las características específicas del infractor.

3.2.1 Factores relacionados con la riqueza

Como se mencionó anteriormente, la magnitud de la multa se ve limitada por el individuo o la empresa en cuestión. La capacidad de pago es un factor relacionado con la salud financiera y, en cierta medida, con el tamaño. Esto implica que las empresas o personas con menos recursos tienen más probabilidades de recibir multas más bajas y más probabilidades de enfrentar sanciones no monetarias. Como lo mencionaron, entre otros, la Comisión de Sentencias de EE.UU. (1993, 2008) y el Panel Asesor de Sentencias del Reino Unido (2000), en el caso de una empresa grande, la multa debe ser lo suficientemente importante como para tener un impacto económico real que, junto con la mala imagen que resulta de la persecución, creará suficiente presión sobre la administración y los accionistas para reforzar el cumplimiento normativo y cambiar la política de la empresa (es decir, aumentar la disuasión). En relación con una perspectiva basada en los daños, debe reconocerse que cuando una empresa grande ha ocasionado la contaminación en una escala sustancial, sólo la propia empresa (en lugar de los directores individuales) tendrá los medios financieros para cumplir con una multa proporcional al grado de daño ocasionado.

3.2.2 *Costos social de las sanciones*

Para las empresas más pequeñas, los tribunales y las agencias pueden tener en cuenta que una multa muy grande puede tener un impacto adverso considerable en la salud financiera de la empresa; esto lleva a un costo social sustancial de imponer sanciones. Una multa paralizante puede cerrar la empresa por completo, los empleados son despedidos del trabajo y tienen repercusiones en la economía local. Alternativamente, una gran multa puede dificultar aún más que la empresa mejore sus procedimientos para cumplir con la ley. Consideraciones similares se aplican a las organizaciones sin fines de lucro, que no tienen accionistas.

3.2.3 *Factores relacionados con la intención*

Los factores personales de mitigación, incluyendo el buen historial ambiental del demandado, también pueden importar. Se puede esperar que las empresas de industrias con mala reputación para el cumplimiento ambiental reciban sanciones más altas (Hawkins, 1984; Kagan y Scholz, 1984). Las condenas anteriores por delitos similares o la falta de respuesta a sentencias previas deben tratarse como un factor que aumenta la sentencia, pero no en una medida que sea desproporcionada con respecto a los hechos del caso. Como lo demuestran en teoría Polinsky y Rubinfeld (1991) y Emons (2007), entre otras, en ciertas circunstancias es óptimo multar más a los infractores recurrentes.

3.3 **Determinantes Indirectos de la Sanción**

La categoría final de determinantes está relacionada con las instituciones legales y los procedimientos que están asociados con la fiscalización de las regulaciones ambientales. Normalmente, las sanciones deben aumentar con los costos asociados al procedimiento de sanción para enfrentar a los infractores (potenciales) con todos los costos externos asociados con una infracción. Como, por ejemplo, Polinsky y Shavell (2000) afirman que la multa óptima debería aumentar con los costos de fiscalización. Además, diferentes tribunales pueden tener diferentes objetivos. Los factores políticos que influyen en las decisiones de sanción incluyen la composición del gobierno regional y federal y el partido de la ciudad que domina el partido político. Los cambios en el entorno político podrían cambiar, entre otras cosas, las preferencias de las administraciones, las reglas de asignación de presupuesto, las prioridades de políticas o las pautas de sentencia. En consecuencia, estos cambios podrían tener un impacto en la sanción impuesta a los infractores ambientales.

4. **Evidencia Empírica del Nivel y Determinantes de las Sanciones Monetarias**

Primero, resumimos la información descriptiva sobre el nivel y el tipo de sanciones monetarias que se pueden encontrar en la literatura empírica. A continuación, discutimos varias estimaciones empíricas de las funciones de sanción por delitos ambientales.

4.1. Datos e Información Descriptiva

Cuando se trata de fuentes de datos sobre la fiscalización ambiental, la base de datos de la Environmental and Compliance History Online (ECHO) proporcionada por la EPA de los EE.UU. es un conjunto de datos ampliamente conocido y extenso⁷. Esta base de datos en línea (anteriormente denominada DOCKET) proporciona, entre otras cosas, datos sobre las acciones de fiscalización de la agencia. Desde el 2001 en adelante, pueden buscarse todos los casos judiciales, que se presentaron ante un tribunal, tuvieron un acuerdo o se concluyeron. Además, la base de datos incluye casos de ejecución administrativa en los que se emite una queja o una orden propuesta, se emite una orden definitiva o se cierra una acción de ejecución. También es posible estudiar los resultados de los casos de fiscalización con respecto a la sanción federal evaluada o acordada o el valor de las acciones de cumplimiento. Además, se proporciona un resumen para cada caso que contiene información sobre la ley exacta (artículos) que fue (fueron) violada y una descripción de las principales características del caso.

Sorprendentemente, al menos a nuestro entender, no existe en Europa ningún conjunto de datos disponibles públicamente. Los datos agregados sobre multas administrativas y penales impuestas en los países europeos existen en varias administraciones y en las estadísticas gubernamentales, pero esta agregación generalmente conduce a una pérdida importante de información sobre las características de cada caso. Sin embargo, en el 2011 se pondrá en línea una base de datos con las decisiones sobre sanciones penales y administrativas belgas⁸. El conjunto de datos consta de 1034 sentencias de siete Tribunales de Primera Instancia en Flandes Oriental y Occidental (Bélgica) y 122 sentencias del Tribunal de Apelación de Gante (Bélgica) sobre la jurisprudencia ambiental completa desde el 2003 hasta el 2007 (Billiet et al., 2009). Para la vía administrativa, se incluyen 624 decisiones de multas de la administración ambiental (Instituto de Medio Ambiente de Bruselas) concernientes a la jurisprudencia completa desde el 2004 hasta el 2006.

Ahora analizamos la información descriptiva sobre las estrategias de fiscalización para infracciones ambientales en Europa, Canadá y los Estados Unidos. Un resumen de los datos discutidos en esta sección se proporciona en la Tabla N.º 2 al final de la sección.

4.1.1. Europa

Billiet y Rousseau (2005) y Rousseau (2007) investigan las medidas de fiscalización tomadas después o durante las inspecciones realizadas a las empresas textiles flamencas que se encontraron infringiendo las normas. El conjunto de datos contiene información sobre unas 1800 inspecciones realizadas en la industria textil entre 1992 y 2003 en Flandes (Bélgica). Durante aproximadamente el 40% de las inspecciones se observaron una o más infracciones. La agencia ambiental flamenca puede emitir avisos, advertencias o notificaciones de infracciones cuando se detecte una (posible) infracción. Se da un consejo para recomendar a las empresas que se aseguren de que la situación actual de cumplimiento con las regulaciones continúe en el futuro, por ejemplo, se notifica a las empresas sobre la legislación reciente que entrará en vigencia en breve. Por otro lado, se proporciona una advertencia para instruir a

7 La base de datos ECHO es accesible desde www.epa-echo.gov.

8 Esta base de datos se recopila dentro del proyecto SBO "Aplicación de la ley ambiental: una comparación de la práctica en las vías penales y administrativas" (consulte www.environmental-lawforce.be).

las empresas a que pongan fin a la situación actual de incumplimiento y cumplan con todas las leyes, decretos y permisos apropiados. Si no se hace caso a una advertencia, la siguiente infracción detectada podría traer sanciones. Un aviso de infracción (NOV)⁹ documenta formalmente una infracción y una copia se envía de forma rutinaria al Fiscal Público y, por lo tanto, es el inicio del procedimiento de sanción penal. La agencia también puede usar sanciones administrativas como proponer suspender o retirar el permiso ambiental de una empresa. No se produce retirada de permisos en la muestra.

Billiet y Rousseau (2005) y Rousseau (2007) también analizan lo que sucede después de que una inspección descubre una infracción y se enfoca, más específicamente, en las sanciones monetarias impuestas (ver Tabla N.º 1).

Tabla N.º 1. Acciones de fiscalización (Billiet y Rousseau, 2005; Rousseau, 2007).

Incumplimiento durante la inspección	Acciones de fiscalización tomadas	Información de seguimiento*	Consecuencias legales	Sanción monetaria promedio	
709	NOV	140 Inform.	Tribunal de apelación	2	€ 7.165
			Primera instancia	15	€ 3.754
			Arreglo	16	€ 260
			Desestimación	36	0
		Sin inform.	71		
	Advertencia	38		0	
	Consejo	21		0	
Sin acción	510		0		

^a Billiet y Rousseau (2005) procesan la información recibida por la agencia de inspección flamenca sobre el seguimiento de los NOV por parte de la Fiscalía.

En la mayoría (72%) de los casos no se tomó ninguna medida de fiscalización. Esto no significa que la agencia sólo reaccione al 28% del total de infracciones. Pueden ser necesarias varias visitas, durante las cuales la empresa está en infracción, para probar formalmente las infracciones. También es creíble que la infracción de una empresa continúe durante bastante tiempo después de que se haya emitido un aviso de infracción acompañado de una advertencia. El cumplimiento toma tiempo. Solicitar una licencia nueva o extendida puede tomar meses. La construcción de una nueva estación de purificación de agua puede llevar años. A lo largo de este período, es probable que la agencia realice algunas visitas de seguimiento. Durante estas visitas, continúan encontrando a la empresa en infracción, pero no toman ninguna otra acción (porque las acciones anteriores están en curso).

En la muestra estudiada por Billiet y Rousseau (2005), sólo el 25% del 28% de los casos en los que una inspección descubrió una infracción fueron llevados realmente a juicio. En el 23% de los casos

⁹ Las regulaciones internas de la agencia de inspección ambiental flamenca establecen que los funcionarios públicos no siempre tienen que emitir un aviso de infracción cuando se descubren transgresiones. Tienen el poder de evaluar la situación y usar sus competencias profesionales para decidir sobre el nivel de precaución y cuidado que muestra la empresa. Sin embargo, siempre se enviará una advertencia a la empresa si se detectó una infracción.

se negoció un acuerdo y los casos restantes (52%) se desestimaron sin más consecuencias (véase el Tabla N.º 1).

La sanción monetaria promedio en la muestra para liquidaciones es de 260 Euros, la multa promedio en los tribunales de primera instancia es de € 3.754 (con una multa mínima de € 131 y una multa máxima de € 20.000 impuestas) y la multa promedio en el Tribunal de Apelación es de € 7.165. La sanción monetaria por incumplir las regulaciones ambientales en Flandes es aparentemente limitada en comparación con los costos de cumplimiento estimados¹⁰ en el sector textil (Rousseau y Proost, 2005). La sanción monetaria esperada, combinando multas y liquidaciones, luego que se detectó una infracción, fue igual a sólo € 214. Dado que en el 60% de las inspecciones no se descubrieron infracciones, las empresas deben tener otras motivaciones, además de las sanciones monetarias, para cumplir con las políticas ambientales. Por lo general, la agencia ambiental comienza con instrumentos más laxos sólo para pasar a los más duros y, por lo tanto, avanza a través de las diferentes etapas de una pirámide de fiscalización (Ayres y Braithwaite, 1995) hasta que haya asegurado el cumplimiento de un infractor. Esta amenaza de castigo más severo (por ejemplo, el cierre de la empresa) puede ser suficiente para hacer que las empresas cumplan.

Ogus y Abbot (2002) exploran la eficacia disuasiva del uso de sanciones administrativas en el contexto de la política de regulación ambiental del Reino Unido. Aunque algunas pruebas sugieren que la agencia ambiental en el Reino Unido no procesa, la respuesta normal a los incidentes de la Categoría 1 (“importante”) es la persecución. Sin embargo, sólo el 23% de tales incidentes, donde se identificó al infractor, condujo a que se tomaran esas medidas y en el 17% de los casos, no se tomó ninguna medida. Con respecto a los incidentes de la categoría 2 (“significativos”), las posibles respuestas son el procesamiento o las precauciones formales. En sólo el 27% de los casos en que se identificó al infractor se trató de una acción tomada y en el 30% de los casos, no se tomó ninguna acción en absoluto¹¹. La respuesta recomendada a incidentes de categoría 3 (“menor”), que es una carta de advertencia o en algunos casos una precaución formal, muchas veces no se cumplió. De las cinco regiones que proporcionaron datos, cartas de advertencia o avisos, se emitieron en 4 a 29% de los casos, con juicios o advertencias formales como respuesta a otro 2 a 10% de los incidentes. Entre 1998 y 2007, el nivel promedio anual de multas impuestas por los tribunales oscila entre £ 2.786 en 1998 y £ 12.315 en 2006 (Environmental Agency 1999, 2007). Según Ogus y Abbot (2002), los montos impuestos son bajos en relación con la rentabilidad de la infracción.

4.1.2. Canadá y EE.UU.

Canadá

Eckert (2004) evalúa el uso de inspecciones y advertencias para hacer cumplir las regulaciones ambientales para los sitios de almacenamiento de petróleo. Entre 1983 y 1998, se iniciaron unas 3,182 inspecciones de inventario, 1,567 infracciones, 1,531 advertencias y 36 procesos. Sin embargo, los datos no incluyen información sobre sanciones.

Foulon *et al.* (2002) estudian si los programas de divulgación pública pueden crear incentivos para el control de la contaminación, además de los incentivos establecidos normalmente a través de medios tradicionales de fiscalización, como multas y sanciones. Su análisis empírico utiliza datos de la industria de celulosa

10 Rousseau y Proost (2005) realizaron una encuesta firme para estimar los costos de reducción de la contaminación del agua en el sector textil flamenco. Por ejemplo, las estimaciones de costos (VAN) para construir una estación de purificación de agua oscilaron entre 1 millón de euros y 4,7 millones de euros. Para toda la gama de tecnologías reportadas, el costo promedio por tecnología es de aproximadamente 775.000 euros con un costo mínimo reportado de -111.000 euros (técnica de recuperación de agua) y un máximo de 12 millones de euros (nueva tecnología de teñido).

11 Algunos de los otros casos estaban pendientes o no se obtuvo información sobre el resultado.

y papel en Canadá (BOD y TSS). Durante el período 1987–1996, en la Columbia Británica funcionaron 24 plantas de celulosa y papel, pero sólo se utilizaron los datos de 15 plantas para la estimación. En la muestra se incluyeron unos 126 juicios contra las plantas; sin embargo, sólo 17 de estos resultaron en una multa impuesta. El análisis empírico proporciona evidencia de que la divulgación pública del desempeño ambiental crea incentivos adicionales y fuertes para el control de la contaminación.

Estados Unidos

En los EE.UU., los EPA regionales y nacionales utilizan una combinación de multas, medidas cautelares, procesos civiles e incluso procesos penales contra infractores recalcitrantes. Russell et al. (1986) recopilaron información sobre casos judiciales entre 1978 y 1983 y reportaron multas estatales promedio por notificación de infracción (NOV) de \$370. Nuevamente, el nivel de multas promedio después de que se detectó una infracción es bajo en comparación con los costos de cumplimiento. Cohen (1992) reportó multas promedio para empresas sentenciadas entre 1984 y 1990. Dividió su muestra en empresas que fueron sentenciadas bajo la Criminal Enforcement Act de 1984 (CEA)¹² y aquellas sentenciadas bajo la ley anterior. Los datos analizados por Cohen (1992) mostraron que las sanciones punitivas aumentaron después de que se implementó el CEA. Las multas corporativas promedio aumentaron de \$49.986 a \$182.332, mientras que la multa mediana aumentó de \$27.500 a \$50.000. Este aumento fue claramente mayor que la inflación durante el período 1984–1990.

Helland (1998a) proporciona alguna evidencia anecdótica adicional. Por ejemplo, los datos de Louisiana (1995–1996) encontraron una multa promedio por NOV de \$619 y una multa promedio de \$45.080¹³. Luego, para multas estatales, la EPA tiene otros métodos de sanción. En la región 5,¹⁴ de la EPA, 1995–1996, las acciones judiciales resultaron en una multa promedio de \$283.487. Además, los avisos de infracciones a menudo se utilizan en casos judiciales cuando los individuos inician acciones legales contra las fábricas de papel por daños y perjuicios. Además, las fábricas que cometen repetidas infracciones se ven presionadas a instalar una tecnología de reducción nueva y más costosa. Los datos de la Región 5 para 1995–1996 estimaron el costo promedio de corregir las infracciones por las cuales las autoridades han obtenido una medida cautelar en \$1.310.848. Estas cifras confirman que la multa promedio está muy por debajo de los costos promedio de cumplimiento. Las sanciones no monetarias, como las medidas de remediación y correctivas, son necesarias además de las sanciones monetarias para inducir el cumplimiento.

Magat y Viscusi (1990) tratan la contaminación del agua causada por la industria de celulosa y papel de los Estados Unidos. Sobre la base de los informes de aprobación de la gestión (por empresas y estados), así como en los resultados de las inspecciones, la EPA toma medidas de fiscalización contra los infractores. Las acciones informales incluyen llamadas telefónicas, cartas de advertencia y avisos de infracción, así como inspecciones. Si estas medidas no logran los resultados esperados, las agencias de control pueden proceder con acciones formales tales como órdenes administrativas, revisión de permisos, listado formal de compañías como no elegibles para contratos gubernamentales, subvenciones y préstamos; y, finalmente, las respuestas judiciales civiles y penales. Durante el período 1975–1985, la EPA inició 64 acciones judiciales en la industria de la celulosa y el papel. De estos, 42 casos resultaron en multas que variaron de \$1,500 a \$750,000, con un promedio de \$89,437.

12 Algunos de los otros casos estaban pendientes o no se obtuvo información sobre el resultado.

13 El CEA aumentó la multa máxima legal para los infractores corporativos a \$100,000 por cada cargo de delito menor y \$500,000 por cada cargo de delito grave (o delitos menores que resultan en la muerte). En la mayoría de los casos, los cambios incluidos en el CEA representaron aumentos significativos en las multas máximas estatutarias, que antes del CEA a menudo se establecían en \$5.000 - \$10.000. (Cohen, 1992)

14 La región EPA 5 sirve a Illinois, Indiana, Michigan, Minnesota, Ohio, Wisconsin y 35 tribus.

Tabla N.º2. Resumen de los datos del nivel de multas para infracciones ambientales.

País	Tipo	Periodo	Sector	Cantidad de multa	Descripción
Belgica	Penal	1990-2000	Textil	€ 3.765	Promedio por condena en primera instancia
Billiet y Rousseau (2005)	Penal	1990-2001	Textil	€ 7.165	Promedio por condena en apelación
Rousseau (2007)	Penal	1990-2002	Textil	€ 260	Promedio por arreglo
Billiet et al. (2009)	Penal	2003-2007	General	€ 5.183	Promedio por condena en primera instancia
	Penal	2003-2008	General	€ 8.111	Promedio por condena en apelación
	Administrativo	2004-2006	General	€ 3.628	Promedio por condena inicial
	Administrativo	2004-2007	General	€ 9.891	Promedio por condena en apelación
República Checa Earnhart (2000)	n.a.	1988-1991	General	\$ 2.222	Promedio por condena corporativa ^a
				\$ 35	Promedio por condena de empleado
Reino Unido Agencia Ambiental (1999)	Penal	1998	General	£ 2.786	Promedio por condena
		1999	General	£ 4.750	Promedio por condena
Agencia Ambiental (2007)		2000	General	£ 10.472	Promedio por condena
		2004	General	£ 10.497	Promedio por condena
		2005	General	£ 10.121	Promedio por condena
		2006	General	£ 12.315	Promedio por condena
		2007	General	£ 10.508	Promedio por condena
Canadá Foulon <i>et al.</i> (2002)	Casos en norte	1987-1996	Celulosa y papel	\$ 34.250	Promedio por condena
EE.UU. Magar y Viscusi (1990)	Civil	1975-1985	Celulosa y papel	\$ 89.437	Promedio por condena
Russel et al. (1986) ^b	Casos en norte	1987-1983	General	\$ 370	Promedio por NOV
				\$ 1764	Promedio por condena
Cohen (1992)	Penal	1984-1990	General	\$ 49.986	Promedio por condena corporativa (pre CEA)
				\$ 182.332	Promedio por condena corporativa (post CEA)
				\$ 171.68	Promedio por condena individual (Firma coacusada)
<i>Louisiana</i>	n.a.	1995-1996	General	\$ 619	Promedio por NOV
				\$ 45.080	Promedio por condena
<i>Mencionado en Helland (1998a)</i> <i>Illinois, Indiana,</i> <i>Michigan,</i> <i>Minnesota, Ohio,</i> <i>Wisconsin</i> EPA mencionada en Helland (1998a)	n.a.	1995-1998	General	\$ 1.558	Promedio por NOV
				\$ 283.487	Promedio por condena

^a Como nivel de referencia, el salario mensual promedio en 1990 en la República Checa fue de aproximadamente \$135.

^b Promedios anuales para los estados Colorado, Connecticut, Indiana, Kentucky, Minnesota, Nebraska, Nevada, Nueva Jersey, Oregón, Pensilvania, Rhode Island, Carolina del Sur, Dakota del Sur, Virginia y Wisconsin.

n.a. = No hay información disponible.

4.2. Funciones de las Sanciones

En esta sección se describen los resultados de varios estudios que estiman los factores que determinan las funciones de sanción monetaria por infracciones ambientales. Si bien la visión general pretende ser exhaustiva, esto no se puede garantizar. El signo esperado del impacto de los factores se discute en la Sección 3. En esta sección se comentan los signos más interesantes de las variables estadísticamente significativas¹⁵ estimadas en los estudios. Los coeficientes estimados¹⁶ no se incluyen en esta descripción general y el lector interesado se remite a los estudios originales.

Primero discutimos algunos estudios europeos antes de pasar a la política de fiscalización de los Estados Unidos.

4.2.1. Europa

Primero analizamos un estudio sobre multas penales en Bélgica y luego un estudio sobre multas administrativas en la República Checa.

Sanciones penales

Comenzamos examinando un estudio belga que analiza la jurisprudencia del Tribunal de Apelación de Gante para el período 1990-2000 en relación con los permisos de descarga y los permisos ambientales. Billiet y Rousseau (2003) y Rousseau y Billiet (2005) examinan las multas pronunciadas por el Tribunal de Apelación, así como las multas impuestas inicialmente por los tribunales de primera instancia para estos casos. Las multas pronunciadas en primera instancia o en apelación se explicaron en función de los factores relacionados con la infracción, el infractor y algunos otros factores relevantes. Las multas impuestas por los tribunales de primera instancia son significativamente más altas cuando el acusado tiene antecedentes penales, o por infracciones al Decreto de Permiso Ambiental o la Ley de Seguridad Laboral en comparación con otras leyes. Además, el Tribunal de Apelación impuso multas significativamente más altas cuando terceros resultaron lesionados o cuando la infracción fue intencional. Las multas en apelación fueron significativamente menores por las infracciones a la Ley de aguas superficiales y por los casos que comenzaron antes de 1994.

Aunque, en principio, los factores institucionales no deberían importar, el análisis mostró que las decisiones de los jueces en el Tribunal de Apelación se basan en características diferentes a la conducta de los jueces en los tribunales de primera instancia. Contrariamente a los fallos de primera instancia, los jueces de apelación toman en cuenta explícitamente las intenciones del infractor y el daño causado a terceros. Por lo tanto, más que los tribunales inferiores, los tribunales superiores tienden a preservar los principios y valores fundamentales de las leyes que se les presentan¹⁷.

15 Informamos resultados estadísticamente significativos hasta un nivel de significación del 10%.

16 Estos coeficientes no serían informativos sin información adicional sobre el ejercicio de estimación específico, como la variable explicativa exacta, el método econométrico utilizado, la enumeración completa de todas las variables incluidas, informes sobre posibles funciones estimadas simultáneamente y alguna indicación del poder explicativo de modelo.

17 La columna vertebral del derecho penal belga es un código penal de 1867, centrado en las ideas de culpabilidad del siglo XIX como la razón del castigo y de la necesidad de limitar el ius puniendi a lo esencial, principalmente la integridad de la vida y el ser humano y la protección de propiedad individual. Es muy interesante observar que este razonamiento, un razonamiento penal típico, aparece en los resultados de Billiet y Rousseau (2003). Los tribunales penales son y siguen siendo casos de derecho penal, no de derecho ambiental

Sanciones administrativas

Earnhart (1997, 2000) realizó otros estudios europeos que utilizaron datos sobre accidentes que dañan el agua en la República Checa entre 1988 y 1991. Estos estudios analizan las sanciones administrativas. Además de las sanciones corporativas (como los requisitos de remediación o la limpieza obligatoria) y las multas de los empleados, esta base de datos incluye información detallada sobre los accidentes, incluyendo la fecha, la ubicación, la causa, el tipo de contaminante, la clasificación económica de la parte responsable y los daños resultantes.

Earnhart (1997) analizó las diferentes estrategias de fiscalización implementadas bajo dos regímenes políticos, es decir, un régimen comunista versus un régimen democrático. Las fuerzas impulsoras detrás de las decisiones de sanción incluidas en el estudio se dividen en cinco categorías principales: información sobre el esfuerzo preventivo y la causa de la infracción, la magnitud de los daños, factores ambientales, factores regionales e influencia política. Las multas administrativas monetarias estimadas bajo el régimen comunista aumentaron significativamente cuando el nivel de daños medidos aumentó, y cuando la infracción involucró petróleo o contaminantes químicos. Las multas disminuían cuando la causa de la infracción estaba relacionada con el transporte, cuando los costos estimados de remediación aumentaban y cuando los acusados eran entidades militares o extranjeras. Bajo el régimen democrático, las multas estimadas aumentaron significativamente cuando un error humano causó la infracción, cuando aumentaron los costos de remediación y cuando la calidad regional de las aguas superficiales fue mayor. Las multas siguieron disminuyendo, pero en menor medida, cuando los acusados eran entidades militares o extranjeras.

El resultado más interesante en Earnhart (1997) es el fuerte efecto de la influencia política en las decisiones de sanción. Esto se demuestra por el trato preferencial otorgado a entidades militares y extranjeras bajo el comunismo y la preferencia disminuida demostrada durante el período democrático.

Earnhart (2000) usa el mismo conjunto de datos para examinar las reglas de fiscalización en dos dimensiones: primero, la combinación adecuada de sanciones corporativas y para empleados; y segundo, la elección de una regla de responsabilidad estricta versus negligencia¹⁸. Las autoridades pueden imponer dos tipos de multas corporativas: multas administrativas monetarias y requisitos de remediación. De acuerdo con la Ley de Administración del Agua, la multa monetaria depende de los siguientes factores: la cantidad y naturaleza de la sustancia nociva, el nivel de daños, la sensibilidad y el grado de protección otorgado al agua afectada, los esfuerzos de remediación y otras circunstancias. Además, las autoridades pueden imponer multas monetarias a los empleados que ayudan a causar un accidente, a menos que las acciones de los empleados representen un delito penal en cuyo caso son procesados penalmente. Los tres tipos de sanciones pueden usarse simultáneamente si es necesario (Earnhart, 2000).

Los resultados indican que la elección de la sanción administrativa depende de los vínculos entre las causas de los accidentes y la negligencia. Para el régimen comunista, planificado centralmente, los resultados sustentan las hipótesis de que una regla de negligencia guía las sanciones corporativas y de los empleados y que las diferentes habilidades para penalizar internamente provocan diferentes aplicaciones de sanciones públicas contra los trabajadores. Para el régimen de mercado democrático, sustentan las hipótesis de que una regla de responsabilidad estricta guía las sanciones corporativas, que una regla de negligencia guía las sanciones de los empleados y que la aplicación de sanciones a los empleados públicos varía según las industrias. Las hipótesis probadas se derivaron de un análisis de

18 Una regla de responsabilidad estricta impone sanciones cuando se causan daños, mientras que una regla de negligencia impone sanciones solo cuando los esfuerzos preventivos son insuficientes en comparación con los puntos de referencia establecidos.

principal-agente de la aplicación en ambos regímenes. Las diferencias en las reglas de responsabilidad corporativa se derivan de la necesidad de motivar a las empresas para que internalicen los costos ambientales vinculados a los niveles de producción en un entorno de mercado, mientras que en una economía centralmente planificada, los planificadores establecen los niveles de producción. Las diferencias en las sanciones a los empleados dependen de la capacidad de las empresas para penalizar a sus empleados internamente.

4.2.2. *Estados Unidos de América*

Ahora investigaremos las prácticas de fiscalización en los EE.UU. y discutiremos varios estudios empíricos sobre la sanción impuesta por delitos ambientales. Dividimos estos estudios según el tipo de sanciones con las que están lidiando: primero, analizamos los determinantes de las sanciones penales, luego las sanciones civiles y/o administrativas y finalmente analizamos aquellos estudios que investigan el número de acciones de fiscalización impuestas (en lugar del nivel de las sanciones).

Sanciones penales

Sólo encontramos unos cuantos estudios sobre el nivel de sanciones monetarias penales en los Estados Unidos. Cohen (1992) estudia las multas monetarias impuestas a las empresas sentenciadas entre 1984 y 1990. Si bien nos enfocamos en las multas penales monetarias en este resumen, el estudio de Cohen también proporciona datos sobre las otras sanciones que podrían imponerse, como las sanciones de prisión. Encontró que el tipo de infracción claramente tuvo un impacto considerable en el tamaño de la multa penal impuesta a las empresas condenadas o a los individuos condenados como coacusados. Además, los delitos que resultaron en grandes costos de limpieza llevaron a multas significativamente más altas y las grandes empresas recibieron multas más altas que las pequeñas empresas. Un poco sorprendente, las empresas declaradas culpables después del juicio no recibieron sanciones más altas que las que se declararon culpables. También parece que las sanciones individuales son complementos de las sanciones corporativas.

White (2006) utiliza un conjunto de datos de todas las reclamaciones de asbesto que se presentaron ante el tribunal entre 1987 y 2003 en los EE.UU. para investigar cómo las innovaciones de procedimientos y compras de foros afectan los resultados del juicio por asbesto. El fenómeno de las compras en el foro se refiere a la elección estratégica de dónde presentar las demandas: los demandantes tienen un incentivo para presentar en los estados que tienen normas legales favorables y en las jurisdicciones dentro de estos estados que tienen jueces y jurados particularmente favorables. El análisis estima los factores que influyen en si el demandado fue considerado responsable, la cantidad de daños compensatorios (si es positivo), si el demandado tuvo que pagar daños punitivos si se les considera responsables, el monto de los daños punitivos (si son positivos) y la cantidad de daños totales previstos. Los factores determinantes incluyen variables específicas del demandante, como la supuesta enfermedad del demandante, la edad del demandante en el juicio, si el demandante fumó y la cantidad de demandados, así como variables específicas del juicio, incluyendo el tribunal estatal o federal, el estado en el que se produjo el juicio, el condado en el que se produjo el juicio y el número de reclamaciones que se consolidaron antes del juicio.

White (2006) estima tanto los daños compensatorios como los punitivos pagados cuando un acusado fue declarado responsable. Sus resultados indican que las compras en el foro y las innovaciones de procedimientos, tales como los juicios consolidados, bifurcados y de “bouquet”¹⁹, han contribuido al crecimiento de la responsabilidad extracontractual masiva del asbesto, tanto al aumentar directamente

19 Los juicios consolidados son juicios simultáneos de reclamos de múltiples demandantes ante el mismo jurado. La bifurcación se refiere a la práctica de dividir los juicios en múltiples fases con la posibilidad de resolver entre cada fase. Los juicios “bouquet” son juicios consolidados de un pequeño grupo de demandantes seleccionados de un gran grupo de reclamos (White, 2006).

las indemnizaciones por daños como indirectamente al elevar los niveles de liquidación y el número de reclamaciones presentadas. Las indemnizaciones por daños compensatorios fueron significativamente más altas cuando los demandantes se habían bifurcado o en juicios de bouquet. Además, cuando dos o tres acusados estaban en juicio en lugar de uno, los demandantes recibieron mayores daños compensatorios. Sin embargo, para cuatro o más demandados, los daños compensatorios por demandante disminuyeron nuevamente, lo que puede reflejar el hecho de que con un gran número de demandados, los jurados pueden tener dificultades para decidir cuál de los dos debe ser responsable.

Sanciones civiles y administrativas

Dos estudios tratan sobre derrames de hidrocarburos en aguas costeras. Epple y Visscher (1984) se centran en los derrames de petróleo de los buques cisterna y las barcazas de tanques en los EE.UU. entre 1973 y 1977. La ley responsabiliza al contaminador por el costo de limpiar un derrame en todos los casos y también establece una sanción civil por intencionalidad. Derrame por negligencia. Epple y Visscher buscan determinar hasta qué punto la frecuencia de imposición de sanciones y la severidad de las sanciones varían con los recursos dedicados a la fiscalización, las características de los derrames y las características de los contaminadores. Los datos confirman claramente el aumento de las sanciones y la ejecución de la limpieza a medida que aumenta el tamaño del derrame, a medida que aumenta el tamaño del barco y aumenta el esfuerzo de aplicación de la guardia costera (horas hombre por traslado).

Siguiendo a Epple y Visscher (1984), Cohen (1987) usa el mismo conjunto de datos en el programa de prevención de derrames de petróleo de la Guardia Costera de los EE.UU. y describe cómo la estrategia de fiscalización óptima puede derivarse de la literatura de principal-agente. Su análisis muestra que la sanción óptima debe depender del daño ambiental, de los costos de limpieza y de la probabilidad de detección. La política de fiscalización de la Guardia Costera consiste en una combinación de detección, monitoreo y sanciones. El no informar una descarga de petróleo es una infracción que luego conllevó una multa máxima de \$10,000 y/o un año de cárcel. El contaminador es responsable de los costos de remoción más una multa de \$5,000 estipulada en la ley. Sin embargo, las multas reales impuestas han sido generalmente mucho menos. Comparable a Epple y Visscher (1984), se encontró que la sanción aumentaba con el tamaño del buque, el tamaño del derrame y el nivel de fiscalización aplicada. Un resultado importante del análisis es que la mayoría de las variables de “esfuerzo” (limpieza, causa) son significativas. Por lo tanto, la Guardia Costera de los Estados Unidos claramente utilizó un estándar de negligencia en lugar de un estándar de responsabilidad estricta en su evaluación de sanciones.

A continuación, discutimos dos estudios más que tratan sobre la regulación del agua en Louisiana y en Georgia. Kleit et al. (1998) estudian las sanciones civiles emitidas a los contaminadores del agua por el Departamento de Calidad Ambiental de Louisiana (EE.UU.) en 1994. El estudio de Kleit et al. (1998) confirma que es más probable que ocurran sanciones civiles, y que probablemente sean más altas, cuanto más severamente una empresa viole el reglamento. También es probable que las sanciones sean más altas si una empresa tiene un historial previo de infracciones ambientales. El único resultado contraintuitivo es el efecto negativo en la sanción impuesta a las empresas que no envían un informe de monitoreo. La influencia política parece jugar un papel menor. A pesar de los pequeños coeficientes estimados, sigue siendo interesante que el signo positivo y significativo de algunos de los maniqués políticos sea consistente con la hipótesis de la extracción de la renta, que afirma que los políticos podrían usar la regulación para expropiar las rentas en el mercado industrial. Sin embargo, los autores no pudieron establecer si las agencias o los comités de supervisión hacen las amenazas para extraer rentas.

A continuación, Oljaca et al. (1998) estimaron una función de sanción administrativa para las infracciones de la calidad del agua de empresas privadas en Georgia (EE.UU.) entre 1986 y 1995. Los autores se centran en las sanciones aplicadas mediante decretos de consentimiento. Un decreto

de consentimiento contiene principalmente una disposición de liquidación monetaria combinada con una orden para emprender o cesar acciones específicas. Por lo tanto, las sanciones evaluadas cubren aquellos casos donde existe un clima de cooperación suficiente tanto para la empresa como para el regulador para evitar el gasto de sanciones más formales. El estudio encontró que la gravedad de la infracción y los registros históricos de cumplimiento influyen fuertemente en los niveles de sanción, mientras que la intencionalidad de las infracciones y el método de descubrimiento²⁰ no lo hacen. El hecho de que una infracción requiera una acción inmediata era un factor más importante para determinar las sanciones que si la empresa no cumplía con los requisitos de información. Además, el modelo confirma el supuesto de aumentar las multas para los infractores reincidentes. Además, el tamaño de la empresa importa. Los resultados indican que las empresas muy pequeñas con menos de 10 empleados recibieron sanciones más bajas, mientras que las empresas muy grandes con más de cien empleados no fueron tratadas de manera diferente a las empresas medianas.

Pasamos ahora a los estudios que abordan las consideraciones de justicia ambiental. Los defensores de la justicia ambiental han sugerido que las sanciones por incumplir las infracciones ambientales son sistemáticamente más bajas en las áreas pobres y minoritarias. El análisis empírico realizado por Ringquist (1998) muestra, sin embargo, que tales sanciones no son menores en estas áreas. Ringquist (1998) investigó casos civiles relacionados con la Ley de Aire Limpio de los Estados Unidos, la Ley de Agua Limpia y la Ley de Conservación y Recuperación de Recursos entre 1974 y 1991 utilizando datos de la base de datos DOCKET de la EPA. El nivel de la sanción total impuesta se explica por las variables relacionadas con cuestiones de equidad, características del caso, atributos de los jueces, entorno político del distrito e instituciones políticas nacionales. Por lo tanto, Ringquist (1998) encontró que las multas ambientales civiles son más altas para las empresas de Fortune 500, los reincidentes, los casos publicados, las infracciones de ubicaciones múltiples, en los estados con industrias altamente contaminantes y en los estados donde las elites políticas apoyan más la protección ambiental. Las multas son menores por las infracciones de la Ley de Agua Limpia y la Ley de Aire Limpio en comparación con otras leyes incluidas en la muestra, menores durante las administraciones de Reagan y Bush, y se elevan a medida que aumenta el número de infracciones.

Atlas (2001) comienza criticando el trabajo de Ringquist (1998) y un estudio anterior de Lavelle y Coyle (1992) y muestra que sus resultados sobre sanciones en comunidades minoritarias pueden ser poco confiables debido a una interpretación incorrecta del conjunto de datos inicial. Luego volvió a estimar la función de sanción para casos judiciales civiles de 1985 a 1991 incluida en la base de datos DOCKET. Con respecto a las características raciales, los análisis realizados por Atlas (2001) revelaron consistentemente una relación modesta con las sanciones: las sanciones tendían a ser más altas a medida que aumentaba la presencia de las minorías. Sin embargo, los factores que más influyeron en las sanciones fueron las características del caso, como el tipo de infracción, cómo y cuándo se concluyó el caso, si el caso involucró múltiples ubicaciones y si el demandado era una entidad pública; las entidades públicas recibieron multas más bajas.

Lynch *et al.* (2004) determinan si las sanciones monetarias (recogidas de la base de datos de ECHO) evaluadas contra las refinerías de petróleo por infracciones ambientales difieren según las características raciales, étnicas y de ingresos de las comunidades que rodean a la refinería sancionada. En el período comprendido entre el 2001 y el 2003, la EPA y las agencias reguladoras estatales impusieron multas que oscilaron entre \$0 y \$9.999.999. Casi el 50% de todas las multas fueron por montos menores a \$15.000. Las variables de control utilizadas para explicar el nivel de las sanciones monetarias impuestas son la demografía de la comunidad, el historial de cumplimiento y fiscalización, las características del caso, las características de la empresa y las instalaciones, y el clima político y económico.

20 El descubrimiento de una infracción puede ocurrir después de una queja por parte de un ciudadano, una inspección de una agencia o un autoreporte del propio infractor.

Lynch *et al.* encontraron pruebas mixtas de desigualdad según el tipo de datos que representan los datos demográficos de la comunidad (secciones censales versus códigos postales). Las características raciales, étnicas y de ingresos de las secciones censales que rodean a las refinerías sancionadas no estaban relacionadas con los montos de las multas. Sin embargo, las refinerías situadas dentro de los límites de los códigos postales hispanos y de bajos ingresos tendían a recibir sanciones más pequeñas que las refinerías ubicadas en códigos postales no hispanos y más afluentes. Además, las empresas con ventas anuales más altas recibieron sanciones significativamente más altas, mientras que las empresas con más empleados recibieron sanciones más bajas. Los casos liderados por la agencia federal de la EPA resultaron en sanciones más altas en comparación con los casos liderados por agencias estatales. Finalmente, para la estimación basada en códigos postales, las sanciones en los estados con un gobernador democrático fueron significativamente más altas que en otros estados.

Además, Helland (2001) examina los determinantes políticos de la estrategia de litigio de la EPA entre 1977 y 1997. Estudia la elección del gobierno de qué casos resolver, cuáles litigar y cuánto aceptar como un acuerdo. La resolución final de un caso es el resultado de una secuencia de elecciones condicionales. La decisión de resolver un caso en lugar de proceder al juicio está condicionada al resultado esperado del juicio. En este modelo, se asume que los resultados son exógenos. Helland (2001) utiliza datos derivados de la base de datos DOCKET de la EPA, que rastrea los casos de ejecución civil y administrativa en todos los estatutos ambientales. En la muestra, el 94,5% de los 10,478 casos se resuelven y el 5,5% se litigan. De estos casos litigados la EPA gana solo el 28.5%.

Helland descubrió que la probabilidad de ir a juicio en lugar de resolver tiene influencia negativa por el nivel de los costos judiciales, los casos administrativos comparado con los casos civiles, cuando las preferencias del comité de supervisión en la Cámara de Representantes son menos conservadoras o cuando las del Senado son más conservadores y cuando la varianza del premio esperado es mayor. La probabilidad de un juicio es significativamente mayor cuando el caso involucra una orden judicial y aumenta con el resultado esperado en el juicio. Además, las variables de administración son todas significativas.

También encontró que la probabilidad de que la EPA gane está determinada por el tipo de ley violada y por la administración.²¹ La EPA es significativamente más propensa a ganar los casos que involucran una infracción de la Ley de Aire Limpio, la Ley de Agua Limpia, la Planificación de Emergencias y la Ley de Derecho a Saber, la Ley Federal sobre Insecticidas, Fungicidas y Rodenticidas, la Ley de Conservación y Recuperación de Recursos y la Ley de Control de Sustancias Tóxicas²². La administración Clinton tuvo una tasa de éxito inferior en promedio a la del 14%. Esto sugiere que esta administración podría haber perseguido casos más difíciles que sus antecesores.

El monto de liquidación estimado por Helland es una función negativa del resultado esperado en el juicio y de la variación de la adjudicación esperada en el juicio. El monto de la liquidación aumenta con el número de demandados que sugieren economías de escala en la resolución. Además, los montos de liquidación más bajos se produjeron durante la administración Clinton, seguidos del período post Gorsuch-Reagan y, finalmente, del período Bush.

Los resultados de Helland (2001) sugieren que la cantidad otorgada a la EPA en el juicio depende principalmente de la ley violada, el tipo de infracción y la administración. Dicha cantidad otorgada fue significativamente mayor cuando el infractor descargó la contaminación sin un permiso,

21 Helland (2001) hace una distinción entre cinco períodos administrativos en su conjunto de datos: Carter (1977-1980) Gorsuch (1981-1983), post-Gorsuch-Reagan (1984-1988), Bush (1989-1992), y Clinton (1993-1997).

22 La base de datos DOCKET enumera ocho leyes: Ley de Aire Limpio, CERCLA o Superfondo, Ley de Agua Limpia, Ley de Planificación de Emergencias y Derecho a Saber, Ley Federal de Insecticidas, Fungicidas y Rodenticidas, Ley de Conservación y Recuperación de Recursos, Ley de Agua Potable Segura y Ley de Control de Sustancias Tóxicas. Todas estas leyes se incluyen como variables ficticias en el análisis para controlar, entre otras cosas, el hecho de que ciertas leyes no existían en toda la muestra.

cuando el infractor no realizó un tratamiento previo al alta o cuando la infracción se trató con una infracción de un humedal. Además, el premio aumentó con el número de instalaciones involucradas. Dado que el caso llega a juicio y la EPA gana, la administración Clinton tuvo el premio más alto esperado y este premio esperado fue casi un 18% más alto que el esperado para el caso promedio de la muestra. Si ganaban, a la administración Bush también se le otorgaba una cantidad en el juicio que se estimó en un 16% más alta que la cantidad promedio. El período (1981–1983), cuando la EPA fue liderada por Anne Gorsuch, también mostró premios más altos en la prueba (17%) y junto con la probabilidad de ganar, la EPA de Gorsuch mostró cantidades otorgadas mayores en los juicios que durante cualquier otro período. Helland observa que este hallazgo es consistente con una estrategia de litigio dirigida a reducir los costos de transacción para aumentar la aplicación de las leyes de contaminación.

Cantidad de acciones de fiscalización

Las decisiones de cumplimiento y fiscalización de la ley para las plantas de acero integradas de los Estados Unidos fueron estudiadas por Deily y Gray (1991) para el período 1977–1986 y por Gray y Deily (1996) para el período 1981–1989. Los datos incluyen el número de acciones de fiscalización dirigidas hacia cada planta cada año. Estas acciones incluyen inspecciones, cartas, llamadas telefónicas y órdenes de ejecución. No se disponía de datos sobre multas. Las características de la empresa tuvieron impactos significativos en la aplicación, aunque las señales no siempre fueron las esperadas. Los resultados en Deily y Gray (1991) indicaron que la EPA de los EE.UU. dirigió menos acciones de fiscalización hacia las plantas con una alta probabilidad prevista de cierre y las plantas que eran los principales empleadores en su comunidad. Gray y Deily (1996) encontraron que el comportamiento de cumplimiento influyó en las decisiones de fiscalización: las plantas de acero que se anticipó cumplirían, dieron lugar a menos acciones de fiscalización. Otras decisiones de fiscalización fueron influenciadas como se esperaba: los reguladores dirigieron menos presión hacia las plantas que se esperaba iban a cerrar y hacia las plantas en áreas de logro, al tiempo que ejercieron más presión sobre los grandes contaminantes.

Recientemente, Deily y Gray (2006) utilizaron el mismo conjunto de datos (1981–1989) para investigar las decisiones de fiscalización tomadas por la Organización de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA, por sus siglas en inglés) y la EPA y su efecto en el cumplimiento firme de las plantas de acero durante los años ochenta. En resumen, los resultados sugieren que tanto la OSHA como la EPA se enfocaron en plantas con mayor probabilidad de infracciones y no proporcionan evidencia de que fueron disuadidas de hacer cumplir las regulaciones en las plantas con mayores costos de cumplimiento. Sin embargo, la fiscalización de la EPA muestra una mayor capacidad de respuesta al impacto económico del cierre de una planta, lo que indica que la EPA es más sensible a los costos políticos que la OSHA.

A continuación, Nadeau (1997) se enfoca en el tiempo que las plantas en la industria de celulosa y papel de los Estados Unidos pasan en infracción de la regulación de la contaminación del aire entre 1979 y 1989. El artículo separa explícitamente el efecto del monitoreo (es decir, la determinación del estado de cumplimiento de las empresas) y actividades de fiscalización (por ejemplo, órdenes administrativas, acciones legales y sanciones). Más específicamente, el análisis investiga el número de acciones administrativas, civiles y penales dirigidas a las empresas que se encuentran en el incumplimiento. La cantidad estimada de actividades de fiscalización aumenta con el tamaño de la planta, la cantidad potencial de emisiones de la planta y durante el período en que William Ruckleshaus dirigió la EPA²³. Se redujo la presión sobre la fiscalización de las plantas que se espera

23 William Ruckleshaus sucedió a Anne Gorsuch como administrador de la EPA y afirmó que restablecería la credibilidad de la agencia aumentando las actividades.

que cumplan con las normas y a las plantas en áreas de cumplimiento. La estimación del número de acciones de fiscalización es usado por Nadeau (1997) para estimar el efecto de la política de la EPA sobre la duración de los periodos de incumplimiento. Como ejemplo, el autor descubrió que un aumento del 10% en las respuestas de fiscalización implicaba una reducción del 4.7% en la duración de la infracción. Los resultados implicaron que la política de monitoreo y fiscalización de la EPA fue efectiva para devolver a los infractores al cumplimiento rápidamente.

Finalmente, Earnhart (2004b) estudió la efectividad de las intervenciones gubernamentales para las descargas de aguas residuales la BOD²⁴ en las grandes plantas de tratamiento de aguas residuales municipales en Kansas entre 1990 y 1998. Aunque el análisis se centra en el nivel de desempeño ambiental en las instalaciones contaminantes, también incluye una estimación del número de acciones de fiscalización tomadas por la EPA y la agencia ambiental del estado. Estas acciones de fiscalización incluyen órdenes de consentimiento, acciones correctivas, requisitos de remediación, así como multas administrativas, civiles o penales. El modelo estimado en Earnhart (2004b) tenía, sin embargo, un poder explicativo muy bajo²⁵ y sólo las variables que representan las inspecciones de la EPA acumuladas en el año anterior y la tasa de desempleo resultaron ser positivas y estar significativamente correlacionadas con el número de medidas de fiscalización adoptadas por las agencias ambientales federales y estatales.

4.3. Observaciones Generales

El número limitado de estudios empíricos que investigan los determinantes de las sanciones monetarias por infracciones ambientales es sorprendente. Además, el alcance geográfico de los estudios también es limitado, ya que la mayoría trata con datos de EE.UU. con la excepción de dos conjuntos de datos europeos (uno para Bélgica y otro para la República Checa). La base de datos en línea de la EPA, ECHO, anteriormente llamada DOCKET, ha demostrado ser una fuente de datos importante, ya que se utiliza en casi la mitad de los estudios de los Estados Unidos que examinan el nivel de las sanciones monetarias. Además, se analizan pocos conjuntos de datos recientes: 10 de los 17 estudios discutidos analizan los datos sobre las sanciones impuestas a más tardar en 1991 y sólo dos estudios incluyen datos a partir de 2000.

En segundo lugar, discutimos la importancia de las diferentes categorías de determinantes de la pena. Con respecto a las circunstancias de la infracción, es importante mencionar que cada estudio incluye alguna medida del daño causado por la infracción, pero sólo unos pocos estudios incluyeron un poder para el posible beneficio de la infracción. Por ejemplo, Deily y Gray (1991, 1996) incluyen una estimación de los costos de cumplimiento para las empresas; sin embargo, esta variable no fue estadísticamente significativa. La implicación importante es que los análisis realizados hasta el momento no nos permiten establecer si los factores relacionados con el beneficio, influyen en el nivel de las multas monetarias. Por esta razón, es difícil evaluar si las agencias y los tribunales pretenden maximizar la disuasión al tomar decisiones sancionadoras.

La evidencia derivada de las variables relacionadas con el daño deja claro que las cantidades de las sanciones aumentan de manera rutinaria con la gravedad de la infracción. Esto está confirmado por todos los estudios incluidos en este resumen. Se encontró que las sanciones aumentan, por ejemplo, con el número de infracciones, con la cantidad de daños medidos o con la presencia de terceros que fueron perjudicados. Además, el infractor tomó medidas correctivas para limitar el daño causado y reducir la pena. La importancia estadística de los factores relacionados con el daño apunta a los responsables de la aplicación de la ley que tienen en cuenta las consideraciones de bienestar social y/o de justicia cuando deciden la sanción por delitos ambientales.

24 Demanda biológica de oxígeno.

25 El pseudo R² ajustado para el modelo fue 0.069 (Earnhart, 2004b).

También se encontró que los factores relacionados con la intención son importantes en los estudios empíricos. Varios estudios incorporan variables relacionadas con la causa de la infracción. Cuando la causa estaba relacionada con la influencia humana o la negligencia, la pena impuesta fue significativamente mayor. Además, cuando la infracción se calificaba como intencional, la pena aumentaba significativamente. Cuando la autoridad ejecutora recibe una fuerte señal de la culpabilidad de los infractores y la intencionalidad de la infracción, pueden estar seguros de que la infracción ocurrió voluntariamente y a sabiendas y de que el infractor realmente merece ser sancionado. Por lo tanto, la relación positiva y estadísticamente significativa entre los factores relacionados con la intención y el nivel de la pena podría indicar que las autoridades no están dispuestos a cometer errores y, por lo tanto, tratan de minimizar el número de condenas incorrectas.

Las características del infractor también parecen importar. Los estudios suelen encontrar resultados significativos para las variables relacionadas con el tamaño de la empresa infractora. Sin embargo, los hallazgos parecen ser contradictorios: mientras que Oljaca et al. (1998) observó que las multas aumentaban con el número de trabajadores empleados por el infractor, Lynch et al. (2004) encontró el efecto contrario. Como se mencionó en la Sección 3, el tamaño de la empresa puede considerarse como un poder de la capacidad del demandado para pagar los costos de cumplimiento requeridos, el tamaño del daño causado por la infracción, el conocimiento y la experiencia del demandado, para posibles repercusiones en la economía local si la multa impuesta obliga al demandado a cerrar, o la capacidad del demandado de pagar una indemnización adecuada cuando se causó un daño sustancial. Estas diversas interpretaciones contradictorias implican que la influencia del tamaño del acusado en los niveles de sanción es ambigua y hace probable que diferentes efectos dominen el resultado dependiendo de las circunstancias específicas de los casos bajo consideración.

Además, las penalidades y, por tanto, la disuasión aumenta significativamente para los infractores reincidentes. Todos los estudios que incluyen variables para la presencia de antecedentes penales, el número de infracciones pasadas o el estado de cumplimiento pasado encontraron este resultado. Por lo tanto, las autoridades parecen suponer que la intencionalidad de la infracción es más probable cuando se trata de reincidentes. Después de todo, una fuente potencial de una infracción accidental, a saber, la información imperfecta, ya no está presente cuando el acusado fue encontrado previamente en el incumplimiento.

Finalmente, en principio, los factores políticos e institucionales no deberían importar para establecer sanciones, pero la evidencia sugiere que en la práctica lo hacen. Por ejemplo, un presidente republicano en el poder en los Estados Unidos condujo a menores multas ambientales (Ringquist, 1998). Además, en la República Checa, las empresas militares y extranjeras recibieron un trato preferencial durante el régimen comunista en comparación con el régimen democrático siguiente (Earnhart, 1997). Además, varios estudios señalan la importancia de los procedimientos de sanción (por ejemplo, las multas aumentaron con el número de acusados en White, 2006), así como la diferencia en las decisiones tomadas por diferentes ejecutores (por ejemplo, los factores que determinan la multa difieren entre los tribunales) de primera instancia y el tribunal de apelación en Billiet y Rousseau, 2005).

5. Conclusiones y sugerencias para futuras investigaciones

La evidencia empírica sobre las sanciones monetarias impuestas por delitos ambientales está aumentando, pero aún está lejos de ser abundante. Una barrera importante es la falta de bases de datos adecuadas. Sin embargo, la creciente propagación general de computadoras y sistemas de administración de archivos electrónicos ofrece la esperanza de un acceso más fácil a las recopilaciones de datos en un futuro cercano. Sin embargo, la existencia de conjuntos de datos no es suficiente; también deben estar disponibles para los académicos. El creciente conjunto de datos que se analizarán permitirá a los investigadores comparar más fácilmente diferentes instrumentos de fiscalización e identificar tendencias universales que se pueden encontrar en estudios para diferentes países y diferentes tipos de regulación.

Los estudios actualmente disponibles que analizan los determinantes de las multas impuestas por delitos ambientales son inadecuados para captar los objetivos de los jueces y las administraciones con un nivel de confianza suficiente. Sin embargo, surgen algunas tendencias generales: las multas aumentan con los daños causados por la infracción, tanto para los infractores reincidentes como para los delitos intencionales. Esto proporciona cierta evidencia de preocupaciones de bienestar social y justicia reveladas por los responsables, así como una posible reticencia a condenar injustamente a los demandados.

En general, los estudios empíricos toman en cuenta el esquema general del contexto regulatorio ambiental e institucional, pero en mucho menor grado los detalles y refinamientos que se encuentran habitualmente en la práctica, como el nivel de discreción disponible para las autoridades de cumplimiento específicas. Esto implica que el asesoramiento sobre políticas y las discusiones con juristas basados en estos estudios empíricos no siempre son sencillos. La falta de transparencia sobre las normas y procedimientos reales en los diferentes países y entornos dificulta la explicación de la divergencia entre las sanciones reales y las sanciones óptimas derivadas de los modelos teóricos.

En términos de investigaciones futuras, el estudio de los determinantes de las sanciones monetarias debe establecerse en un marco más amplio. Se debe estudiar la efectividad, así como los determinantes de las sanciones. En este sentido, es crucial la comparación sistemática de multas realmente impuestas y multas teóricas óptimas para los casos investigados (Cohen, 1987 es una excepción notable). Además, el conjunto completo de costos de infracción, incluyendo las consideraciones morales, las sanciones no monetarias e informales, debe estudiarse simultáneamente para obtener una imagen completa de la aplicación de las infracciones ambientales. Esto permitiría investigar las siguientes preguntas de investigación: ¿Cómo es el intercambio entre los diferentes aspectos de los costos de delitos ambientales? ¿Hay tipos particulares de sanciones dirigidas a circunstancias particulares? ¿Cuándo se utilizan las sanciones de prisión en la práctica? ¿Cuál es el efecto de las políticas de “nombrar y avergonzar” en el tipo y nivel de sanción monetaria que se impone?

Otro tema de investigación interesante es el estudio de cómo las decisiones de fiscalización varían según los diferentes tipos de instrumentos de políticas, como la comparación de los estándares de emisión con el cumplimiento de los impuestos de emisión en la práctica. Es aconsejable mirar la cadena regulatoria completa y no una imagen parcial. Rousseau y Proost (2005), por ejemplo, argumentan que las infracciones de ciertos instrumentos, como los estándares tecnológicos, son más fáciles de detectar y probar que las infracciones de instrumentos como los impuestos sobre las emisiones. Por lo tanto, es probable que el tipo de instrumento político influya en la probabilidad y en el nivel de la sanción impuesta a los infractores.

Finalmente, debe estudiarse no sólo la sanción, sino también la probabilidad de condena (véase Helland, 2001, para una excepción). Es probable que los casos llevados a juicio sean un subgrupo sesgado de todas las infracciones detectadas. Por lo tanto, la identificación de los factores que determinan la probabilidad de juicio, así como la probabilidad de condena en el juicio, es igualmente importante para determinar el efecto disuasorio del monitoreo y la fiscalización de las regulaciones ambientales.

Nota del Editor

El artículo fue publicado en inglés en el *International Review of Environmental and Resource Economics* en el 2009. La traducción certificada del inglés al español del artículo “*Empirical Analysis of Sanctions for Environmental Offenses*”. tiene el registro TC N.º 0109-2019 y fue realizada por Alicia Milagros Camacho Velásquez, con CTP N.º 0426. La revisión de la traducción, estuvo a cargo de Juan Carlos Neira.

Referencias

- Andreoni, J. 1991. “Reasonable Doubt and the Optimal Magnitude of Fines: Should the Penalty Fit the Crime?” *RAND Journal of Economics* 22(3): 385–395.
- Arora, S. y T. Cason. 1996. “Why do Firms Volunteer to Exceed Environmental Regulations? Understanding Participation in EPA’s 33/50 Program.” *Land Economics* 72: 413–452.
- Atlas, M. 2001. “Rush to Judgment: An Empirical Analysis of Environmental Equity in US Environmental Protection Agency Enforcement Actions.” *Law & Society Review* 35(3): 633–682.
- Australian Law Reform Commission ALRC 2002. *Securing Compliance: Civil and Administrative Penalties in Federal Regulation*. Documento de debate 65 www.austlii.edu.au/au/other/alrc/publications/dp/65/
- Ayres, I. and J. Braithwaite. 1995. *Responsive Regulation: Transcending the Deregulation Debate*. Oxford University Press.
- Bebchuk, L. A. y L. Kaplow. 1992. “Optimal Sanctions when Individuals are Imperfectly Informed about the Probability of Apprehension.” *Journal of Legal Studies* 21: 365–370.
- Becker, G. S. 1968. “Crime and Punishment: An Economic Approach.” *Journal of Political Economy* 76(2): 169–217.
- Bénabeou, R. y J. Tirole. 2006. “Incentives and Prosocial Behavior.” *American Economic Review* 96(5): 1652–1978.
- Billiet, C. M. y S. Rousseau. 2003. “de hoogte van Strafrechtelijke Boetes. Een Rechtseconomische Analyse van Milieurechtspraak (1990–2000) van het Hof van Beroep te Gent.” *Tijdschrift voor Milieurecht* 2: 120–134.
- Billiet, C.M. y S. Rousseau. 2005. “Zachte Rechtshandhaving in Het Bestuurlijke Handhavingsspoor: de Inspectiebeslissing en het voortraject van Bestuurlijke Sancties. Een rechtseconomische Analyse.” *Tijdschrift voor Milieurecht* 1: 2–33.
- Billiet, C. M., S. Rousseau, A. Balcaen, R. Meeus, K. Styns, G. De Meyer, T. Vander Beken, y L. Lavrysen. 2009. “Milieurechtshandhaving: een databestand voor onderzoek naar de penale en bestuurlijke sanctioneringspraktijk.” *Tijdschrift voor Milieurecht* 2: 128–150.
- Blondiau, T. y S. Rousseau. 2009. The impact of the judicial objective function on the enforcement of environmental standards. Presented at 17th EAERE Conference, Amsterdam, The Netherlands.
- Botelho, A., C. Pinto, M. Ligia y I. Rodrigues. 2005. “How to Comply with Environmental Regulations? The Role of Information.” *Contemporary Economic Policy* 23(4): 568–577.
- Braithwaite, J. 2002. *Restorative Justice and Responsive Regulation*. Oxford University Press.
- Brickey, K. E. 2008. *Environmental Crime. Law, Policy and Prosecution*. Wolters Kluwer.
- Cohen, M. A. 1987. “Optimal Enforcement Strategy to Prevent Oil Spills: An Application of a Principal-agent Model with Moral Hazard.” *Journal of Law and Economics* 30: 23–51.

- Cohen, M. A. 1992. "Environmental Crime and Punishment: Legal/economic Theory and Empirical Evidence on Enforcement of Federal Environmental Statutes." *Journal of Criminal Law and Criminology* 82(3): 1054–1108.
- Cohen, M. A. 1999. "Monitoring and Enforcement of Environmental Policy." in *International Yearbook of Environmental and Resource Economics 1999–2000*, vol. III, eds. T. Tietenberg y H. Folmer, Henk Edward Elgar Publishers.
- Cohen, M. A. 2000. "Empirical Research on the Deterrence Effect of Environmental Monitoring and Enforcement." *The Environmental Law Reporter* 30: 10245–10252.
- Dasgupta, S., H. Hettige, y D. Wheeler. 2000. "What Improves Environmental Compliance? Evidence from the Mexican Industry." *Journal of Environmental Economics and Management* 39: 39–66. Dasgupta, S., B. Laplante, N. Mamingi, y H. Wang. 2001. "Inspections, Pollution Prices, and Environmental Performance: Evidence from China." *Ecological Economics* 36(3): 487–498.
- Decker, C. S. y C. R. Pope. 2005. "Adherence to Environmental Law: The Strategic Complementarities of Compliance Decisions." *Quarterly Review of Economics and Finance* 45: 641–661.
- Deily, M. E. y W. B. Gray. 1991. "Enforcement of Pollution Regulation in a Declining Industry." *Journal of Environmental Economics and Management* 21: 260–274.
- Deily, M. E. y W. B. Gray. 2006. "Agency Structure and Firm Culture: OSHA, EPA, and the Steel Industry." *Journal of Law, Economics, and Organization* 23(3): 685–709.
- Earnhart, D. 1997. "Enforcement of Environmental Protection Laws Under Communism and Democracy." *Journal of Law and Economics* 40: 377–402.
- Earnhart, D. 2000. "Environmental Crime and Punishment in the Czech Republic: Penalties under Firms and Employees." *Journal of Comparative Economics* 28: 379–399.
- Earnhart, D. 2004a. "Panel Data Analysis of Regulatory Factors Shaping Environmental Performance." *Review of Economics and Statistics* 86(1): 391–401.
- Earnhart, D. 2004b. "Regulatory Factors Shaping Environmental Performance at Publicly-owned Treatment Plants." *Journal of Environmental Economics and Management* 48: 655–681.
- Earnhart, D. 2007. "Effects of Permitted Effluent Limits on Environmental Compliance Levels." *Ecological Economics* 61: 178–193.
- Eaton, T. A., D. B. Mustard, y S. M. Talarico. 2005. "The Effects of Seeking Punitive Damages in the Processing of Tort Claims." *Journal of Legal Studies* 34: 343–369.
- Eckert, H. 2004. "Inspections, Warnings, and Compliance: The Case of Petroleum Storage Regulation." *Journal of Environmental Economics and Management* 47: 232–259.
- Eide, E. 2000. "Economics of Criminal Behavior." In *Encyclopedia of Law and Economics*, vol. V, eds. B. Bouckaert y G. De Geest, 345–389.
- Emons, W. 2007. "Escalating Penalties for Repeat Offenders." *International Review of Law and Economics* 27: 170–178.
- Environmental Agency 1999. *Spotlight on business*. www.environment-agency.gov.uk
- Environmental Agency 2007. *Spotlight on business. 10 years of improving the environment*. www.environment-agency.gov.uk
- Environmental and Compliance History Online (ECHO). www.epa.gov/echo
- Epple, D. y M. Visscher. 1984. "Environmental Pollution: Modeling Occurrence, Detection, and Detection." *Journal of Law and Economics* 27: 29–60.
- Firestone, J. 2002. "Agency Governance and Enforcement: The Influence of Mission on Environmental

- Decision-making.” *Journal of Policy Analysis and Management* 21(3): 409–426.
- Firestone, J. 2003. “Enforcement of Pollution Laws and Regulations: An Analysis of Forum Choice.” *Harvard Environmental Law Review* 27: 105–176.
- Foulon, J., P. Lanoie, y B. Laplante. 2002. “Incentives for Pollution Control: Regulation or Information?” *Journal of Environmental Economics and Management* 44: 167–187.
- Fox, R. G. y A. Freiberg. 1999. *Sentencing: State and Federal Law in Victoria*. Oxford: University Press.
- Garoupa, N. 1998. “Optimal Law Enforcement and Imperfect Information When Wealth Varies Among Individuals.” *Economical* 65: 479–490.
- Garoupa, N. 2001. “Optimal Magnitude and Probability of Fines.” *European Economic Review* 45: 1765–1771.
- Garoupa, N. y D. Klerman. 2004. “Corruption and the Optimal Use of Nonmonetary Sanctions.” *International Review of Law and Economics* 24: 219–225.
- Glicksman, R. L. and D. H. Earnhart. 2007. “The Comparative Effectiveness of Government Interventions on Environmental Performance in the Chemical Industry.” *Stanford Environmental Law Journal* 26(2): 317–371.
- Gray, W. B. y M. E. Deily. 1996. “Compliance and Enforcement: Air Pollution Regulation in the US Steel Industry.” *Journal of Environmental Economics and Management* 31: 96–111.
- Hamilton, J. 1995. “Testing for Environmental Racism: Prejudice, Profits, Political Power?” *Journal of Policy Analysis and Management* 14: 107–132.
- Harford, J. D. 1978. “Firm Behavior Under Imperfectly Enforceable Pollution Standards and Taxes.” *Journal of Environmental Economics and Management* 5: 26–43.
- Harrington, W. 1988. “Enforcement Leverage When Penalties are Restricted.” *Journal of Public Economics* 37: 29–53.
- Hawkins, K. 1984. *Environment and Enforcement: Regulation and Social Definition of Pollution*. Oxford: Clarendon Press.
- Heinkel, R., A. Kraus, y J. Zechner. 2001. “The Effect of Green Investment on Corporate Behavior.” *Journal of Financial and Quantitative Analysis* 36(4): 431–449.
- Helland, E. 1998a. “The Revealed Preferences of State EPAs: Stringency, Enforcement, and Substitution.” *Journal of Environmental Economics and Management* 35: 242–261.
- Helland, E. 1998b. “The Enforcement of Pollution Control Laws: Inspections, Violations and Self-reporting.” *Review of Economics and Statistics* 80: 141–153.
- Helland, E. 2001. “Prosecutorial Discretion at the EPA: Some Evidence on Litigation Strategy.” *Journal of Regulatory Economics* 19(3): 271–294.
- Kagan, R. A. y J. T. Scholz. 1984. “The Criminology of the Corporation and Regulatory Enforcement Strategies.” In *Enforcing regulation*, eds. Hawkins and Thomas, Boston: Kluwer-Nijhoff Publishing.
- Kang, S. M. y M. Lee. 2004. “An Empirical Study on Effective Pollution Enforcement in Korea.” *Environmental and Development Economics* 9(3): 353–363.
- Kaplow, L. 1990. “A Note on the Optimal Use of Nonmonetary Sanctions.” *Journal of Public Economics* 42: 245–247.
- Karpoff, J. M., J. R. Lott Jr, y E. W. Wehrly. 2005. “The Reputational Penalties for Environmental Violations: Empirical Evidence.” *Journal of Law and Economics* 48: 653–675.
- Keohane, N. O., E. T. Mansur, y A. Voynov. 2009. “Averting Regulatory Enforcement: Evidence from

- New Source Review.” *Journal of Economics and Management Strategy* 18(1): 75–104.
- Kleit, A. N., M. A. Pierce, y R. Carter Hill. 1998. “Environmental Protection, Agency Motivations and Rent Extraction: The Regulation of Water Pollution in Louisiana.” *Journal of Regulatory Economics* 13: 121–137.
- Konar, S. y M. A. Cohen. 2001. “Does the Market Value Environmental Performance?” *Review of Economics and Statistics* 83(2): 281–289.
- Lai, C.-C., C.-Yu Yang, and J.-J. Chang. 2003. “Environmental Regulations and Social Norms.” *International Tax and Public Finance* 10: 63–75.
- Lando, H. 2009. “Prevention of Crime and the Optimal Standard of Proof in Criminal Law” *Review of Law and Economics* 5(1): artículo 2.
- Laplante, B. y P. Rilstone. 1996. “Environmental Inspections and Emissions of the Pulp and Paper Industry in Quebec.” *Journal of Environmental Economics and Management* 31: 19–36.
- Lavelle, M. y M. Coyle. 1992. “Unequal Protection: The Racial Divide in Environmental Law.” *National Law Journal* 21: S1–S7.
- Lynch, M. J., P. B. Stretesky, y R. G. Burns. 2004. “Determinants of Environmental Law Violation Fines Against Petroleum Refineries: Race, Ethnicity, Income and Aggregation Effects.” *Society and Natural Resources* 17: 343–357.
- Mac Namara, D. E. J. y J. J. Sullivan. 1973. “Making the Victim Whole.” *The Urban Review* 6(3): 21–25.
- Macrory, R. B. 2006. *Regulatory Justice: Making Sanctions Effective*. Final Report. www.berr.gov.uk/files/file44593.pdf
- Magat, W. A. y W. Kip Viscusi. 1990. “Effectiveness of the EPA’s Regulatory Enforcement: The Case of Industrial Effluent Standards.” *Journal of Law and Economics* 33: 331–360.
- Mookherjee, D. y I. P. L. Png. 1994. “Marginal Deterrence in Enforcement of Law.” *Journal of Political Economy* 102(5): 1039–1066.
- Muoghalu, M. I., H. D. Robinson, y J. L. Glascock. 1990. “Hazardous Waste Lawsuits, Stockholder Returns, and Deterrence.” *Southern Economic Journal* 57(2): 357–370.
- Nadeau, L. W. 1997. “EPA Effectiveness at Reducing the Duration of Plant-level Noncompliance.” *Journal of Environmental Economics and Management* 34: 54–78.
- Nyborg, K. y K. Telle. 2006. “Firms’ Compliance to Environmental Regulation: Is There Really a Paradox?” *Environmental and Resource Economics* 35(1): 1–18.
- Ogus, A. y C. Abbot. 2002. “Pollution and Penalties.” In *An Introduction to the Law and Economics of Environmental Policy: Issues in Institutional Design*, ed. T. Swanson, 493–516, Amsterdam: Elsevier.
- Oljaca, N., A. G. Keeler, y J. Dorfman. 1998. “Penalty Functions for Environmental Violations: Evidence from Water Quality Enforcement.” *Journal of Regulatory Economics* 14: 255–264.
- Peltzman, S. 1976. “Toward a More General Theory of Regulation.” *Journal of Law and Economics* 19:211–240.
- Polinsky, A. M. 2006. “Optimal Fines and Auditing When Wealth is Costly to Observe.” *International Review of Law and Economics* 26(3): 323–335.
- Polinsky, A. M. y D. L. Rubinfeld. 1991. “A Model of Optimal Fines for Repeat Offenders.” *Journal of Public Economics* 46: 291–306.
- Polinsky, A. M. y S. Shavell. 1979. “The Optimal Tradeoff Between the Probability and Magnitude of Fines.” *American Economic Review* 69(5): 880–891.

- Polinsky, A. M. y S. Shavell. 1984. "The Optimal Use of Fines and Imprisonment." *Journal of Public Economics* 24: 89–99.
- Polinsky, A. M. y S. Shavell. 1991. "A Note on Optimal Fines When Wealth Varies Among Individuals." *American Economic Review* 81(3): 618–621.
- Polinsky, A. M. y S. Shavell. 1992. "Enforcement Costs and the Optimal Magnitude and Probability of Fines." *Journal of Law and Economics* 35: 133–148.
- Polinsky, A. M. y S. Shavell. 1994. "Should Liability be Based on the Harm to the Victim or the Gain to the Injurer?" *Journal of Law, Economics and Organization* 10: 427–437.
- Polinsky, A. M. y S. Shavell. 2000. "The Economic Theory of Public Law Enforcement." *Journal of Economic Literature* 38: 45–67.
- Posner, R. y E. Rasmusen. 1999. "Creating and Enforcing Norms, with Special Reference to Sanctions." *International Review of Law and Economics* 19(3): 369–382.
- Rasmusen, E. 1995. "How Optimal Penalties Change with the Amount of Harm." *International Review of Law and Economics* 15: 101–108.
- Ringquist, E. J. 1998. "A Question of Justice: Equity in Environmental Litigation, 1974–1991." *Journal of Politics* 60(4): 1148–1165.
- Rousseau, S. 2007. "Timing of Environmental Inspections: Survival of the Compliant." *Journal of Regulatory Economics* 32(1): 17–36.
- Rousseau, S. 2009. "The Use of Warnings in the Presence of Errors." *International Review of Law and Economics* 29: 191–201.
- Rousseau, S. y C. M. Billiet. 2005. "How to Determine Fining Behaviour in Court? Game Theoretical and Empirical Analysis." ETE-WP 10, www.econ.kuleuven.be/ete
- Rousseau, S. y S. Proost. 2005. "Comparing Environmental Policy Instruments in the Presence of Imperfect Compliance — A Case Study." *Environmental and Resource Economics* 32(3): 337–365.
- Russell, C. S., W.
- Harrington, y W. J. Vaughan. 1986. *Enforcing Pollution Control Laws*. Resources for the Future.
- Shavell, S. 1987. "The Optimal Use of Nonmonetary Sanctions as a Deterrent." *American Economic Review* 77(4): 584–592.
- Shavell, S. 1991. "Specific Versus General Enforcement of Law." *Journal of Political Economy* 99: 1088–1108.
- Shavell, S. 1992. "A Note on Marginal Deterrence." *International Review of Law and Economics* 12: 345–355.
- Shimshack, J. P. y M. B. Ward. 2005. "Regulator Reputation, Enforcement, and Environmental Compliance." *Journal of Environmental Economics and Management* 50(3): 519–540.
- Solum, L. B. 2004. "Procedural Justice." *Southern California Law Review* 78: 191–322.
- Stafford, S. L. 2002. "The Effect of Punishment on Firm Compliance with Hazardous Waste Regulations." *Journal of Environmental Economics and Management* 44: 290–308.
- Stigler, G. 1971. "The Theory of Economic Regulation." *Bell Journal of Economics and Management Science* 2: 3–21.
- Szasz, A. y M. Meuser. 1997. "Environmental Inequalities: Literature Review and Proposals for New Directions in Research and Theory." *Current Sociology* 45: 99–120.
- Telle, K. 2009. "The Threat of Regulatory Environmental Inspection: Impact on Plant Performance." *Journal of Regulatory Economics* 35: 154–178.

UK Sentencing Advisory Panel 2000. Sentencing Guidelines: Environmental Offenses. www.sentencing-guidelines.gov.uk/advice/index.html#enviro.

US Sentencing Commission 1993. Report of the Advisory Group on Environmental Sanctions. www.ussc.gov/publicat/ENVIRON.PDF.

US Sentencing Commission 2008. Federal Sentencing Guidelines Manual. Capítulo 2 Q.

White, M. J. 2006. "Asbestos Litigation: Procedural Innovations and Forum Shopping." *Journal of Legal Studies* 35: 365–398.

Zaibert, L. 2006. *Punishment and Retribution*. Ashgate Publishing.

