

ESTUDIOS PÚBLICOS

Nº 112 primavera 2008

ESTUDIOS PÚBLICOS

editada por el Centro de Estudios Públicos (www.cepchile.cl)

Director Responsable Arturo Fontaine

Comité Editorial Enrique Barros, Harald Beyer, Sebastián Edwards,
Cristián Eyzaguirre, Juan Andrés Fontaine, David Gallagher,
Juan Pablo Illanes, Felipe Larraín, Lucas Sierra, Rodrigo Vergara

Secretaria de Redacción María Teresa Miranda H.

Secretaria Ejecutiva Ana María Folch V.

Estudios Públicos, revista de humanidades y ciencias sociales, es una publicación académica y multidisciplinaria. Aparece trimestralmente en forma impresa y electrónica (ISSN 0716-1115; ISSN 0718-3089). Los trabajos publicados han sido previamente aprobados por especialistas mediante un proceso de arbitraje ciego. Los artículos son responsabilidad de sus autores y no reflejan necesariamente la opinión de los editores ni del Centro de Estudios Públicos.

Toda colaboración debe ceñirse a las normas de *Estudios Públicos* que se indican al final de la revista. Las contribuciones, así como todo comentario y correspondencia, deben dirigirse a: *Estudios Públicos*, Monseñor Sótero Sanz 162, Santiago 9, Chile. Teléfono: 328-2417. Fax: 328-2440.

© Centro de Estudios Públicos.

Toda reproducción total o parcial de los artículos está prohibida sin la debida autorización del Centro de Estudios Públicos.

Ediciones impresa y electrónica de *Estudios Públicos*

En la edición impresa sólo se publican trabajos en castellano. Los resúmenes de los artículos se incluyen en castellano y en inglés.

En el sitio de internet del Cep, www.cepchile.cl, aparte de los trabajos en castellano publicados en *Estudios Públicos* se incluyen también las versiones en inglés de algunos trabajos, así como los sumarios de todos los números anteriores e índices por autores y temas.

Print and online editions of *Estudios Públicos*

In the print edition of *Estudios Públicos*, papers and documents are published only in Spanish, and abstracts both in Spanish and English. The online edition of *Estudios Públicos* is published on CEP's web site, www.cepchile.cl, which includes all the papers in Spanish, as well as the contents of previous editions, and author and subject indexes. The English versions of a number of papers and documents are also available in the online edition.

Indexación

Estudios Públicos está, entre otros índices, en *Clase* (Universidad Nacional Autónoma de México); *Handbook of Latin American Studies* (Biblioteca del Congreso de los Estados Unidos); *HAPI* (Universidad de California, Los Angeles); *International Political Science Abstracts* (International Political Science Association); *PAIS International in Print* (OCLC).

Suscripciones

Pedidos directos al CEP. Monseñor Sótero Sanz 162. Santiago, Chile.

Teléfono: 328-2400. Fax: 328-2440 (Formulario de suscripción en última página.)

ISSN 0716-1115 edición impresa; ISSN 0718-3089 edición en línea.

Composición: Pedro Sepúlveda; *diagramación:* David Parra

Impreso en Andros Productora Gráfica.

Hecho en Chile / Printed in Chile, 2008.

ESTUDIOS PÚBLICOS

REVISTA DE HUMANIDADES Y CIENCIAS SOCIALES

Nº 112 primavera 2008

ÍNDICE

	<i>Estudio</i>	
<i>Geoffrey Rothwell</i>	¿Energía nuclear en Chile? Los costos y beneficios de la opción de construir una central nuclear en 2020	5
	<i>Estudio</i>	
<i>Alexander Galetovic y Cristián Muñoz</i>	Energías renovables no convencionales: ¿Cuánto nos van a costar?	31
	<i>Debate</i>	
<i>F. Dyson; W. Nordhaus; D. Zenghelis; L. Sullivan</i>	El problema del calentamiento global	83
	<i>Estudio</i>	
<i>Francisca Dussaillant</i>	Sindicatos y negociación colectiva	119
	<i>Seminario</i>	
<i>E. Matte; M. Tercek; R. Victurine; J. Caillaux; R. Whaley; S. Vergara; J. C. Castilla; F. Raga y A. Cerda; R. Katz, G. del Fávoro, L. Sierralta, J. Vergara, G. González y G. Moyano</i>	Liderazgo del sector privado en la conservación del medio ambiente	169
	<i>Ensayo</i>	
<i>Alfonso Gómez-Lobo</i>	Inmortalidad y resurrección: Problemas filosóficos y respuestas actuales	267

Libro

<i>Carlos F. Rosenkrantz</i>	En defensa de la responsabilidad estricta: Una revisión crítica de <i>Tratado de Responsabilidad Extracontractual</i> , de Enrique Barros B.	285
<i>Enrique Barros</i>	La responsabilidad civil como derecho privado (Notas sugeridas por la reseña de C. Rosenkrantz al <i>Tratado de Responsabilidad Extracontractual</i>)	309

¿ENERGÍA NUCLEAR EN CHILE?*
**LOS COSTOS Y BENEFICIOS DE LA OPCIÓN DE
CONSTRUIR UNA CENTRAL NUCLEAR EN 2020**

Geoffrey Rothwell

En este trabajo se evalúa el costo de la opción de ser capaz de comenzar a construir la primera central nuclear en Chile en 2020. Lo anterior implica que para esa fecha (1) existe en Chile un regulador competente que cuenta con los conocimientos técnicos necesarios para dar un permiso de operación, que está en condiciones de regular las operaciones de una central nuclear y el manejo del combustible nuclear y que habrá autorizado el lugar y dado un permiso de obras; (2) se habrá designado a un operador y se habrá obtenido el correspondiente financiamiento, y (3) se habrá especificado un sistema

GEOFFREY ROTHWELL. Senior Lecturer en el Departamento de Economía de la Universidad de Stanford, donde también es director asociado del Programa de Políticas Públicas. Ha publicado extensamente sobre todos los aspectos de la economía de la energía nuclear. También ha participado en numerosos grupos asesores sobre política nuclear tales como el Generation IV Roadmap Committee, el Comité sobre Metodología para Analizar el Desempeño de Plantas Nucleares de la International Atomic Energy Agency (AEA), que presidió, y el Comité de Descontaminación y Descontinuación de Plantas de Enriquecimiento de Uranio.

* Este trabajo fue financiado en parte con un aporte del Centro de Estudios Públicos (CEP), Santiago, Chile. Quisiera agradecer a Julio Vergara, Alexander Galetovic, Rob Graber, Donald Korn, Bruno Philippi, Robert Pindyck, Marcelo Tokman, Bill Rasin, Hugh Rudnick, Kent Williams y a la Sociedad de Fomento Fabril (Sofofa) por sus apreciaciones, referencias, datos, comentarios y palabras de aliento. El trabajo fue presentado en el Simposio Internacional de Aplicación Pacífica de la Tecnología Nuclear en el GCC, Universidad Rey Abdul Aziz, Jeddah, Arabia Saudita, noviembre 3-5, 2008. En este trabajo se reflejan los puntos de vista y las conclusiones del autor, y no las del CEP.

Estudios Públicos, 112 (primavera 2008).

para el manejo del combustible nuclear y sus desechos. En ese momento el valor actual neto del proyecto podrá calcularse y compararse con otras alternativas. Hasta entonces los fondos deberían gastarse en la elaboración de un marco regulador y en la preparación de la infraestructura física. Según los supuestos y el modelamiento económico de este trabajo, Chile (o cualquier país que contemple la posibilidad de construir su primera central nuclear) debería estar dispuesto a invertir cierto monto en estos preparativos, aun si la central nuclear nunca llegue a construirse. El origen de los beneficios de escoger la opción nuclear es la incertidumbre respecto del establecimiento y la forma que adoptarán los controles internacionales de las emisiones de dióxido de carbono, lo cual podría aumentar enormemente el costo de los combustibles fósiles. Así pues, mientras más incierto sea el costo social o el precio de mercado del dióxido de carbono, mayor será la ventaja implícita de tener la opción de construir centrales nucleares que no emiten carbono. En conclusión, por el momento la inversión más rentable sería poner en marcha una iniciativa permanente para determinar (por ejemplo, a través de sondeos trimestrales) si la opinión pública chilena está dispuesta a comprometer, con conocimiento de causa, su apoyo a un programa nacional de energía nuclear.

Palabras clave: política chilena de energía, economía de la energía nuclear, inversiones bajo incertidumbre, control de emisiones de dióxido de carbono.

Sistema de clasificación: JEL: C15, D81, L94.

Recibido: octubre de 2008. *Aceptado:* noviembre de 2008.

1. Nuevas centrales nucleares en economías no nucleares en vías de desarrollo

A medida que el cambio climático se transforma en una realidad mundial debido a las emisiones de gases de efecto invernadero tales como el dióxido de carbono (CO₂), las economías en vías de desarrollo enfrentan un dilema cada vez más complejo porque para crecer deben aumentar su consumo de energía. En particular, necesitan contar con fuentes confiables de energía eléctrica para impulsar los sistemas de tecnología avanzada, pero disponen de pocas alternativas eficaces que no emitan dióxido de carbono. Una alternativa que está siendo evaluada por algunos países es la energía

nuclear. Antes de analizar si a un país en vías de desarrollo le conviene invertir en energía nuclear, dedicaremos el resto de esta sección a una visión general del ciclo del combustible nuclear y de la industria de la energía nuclear.

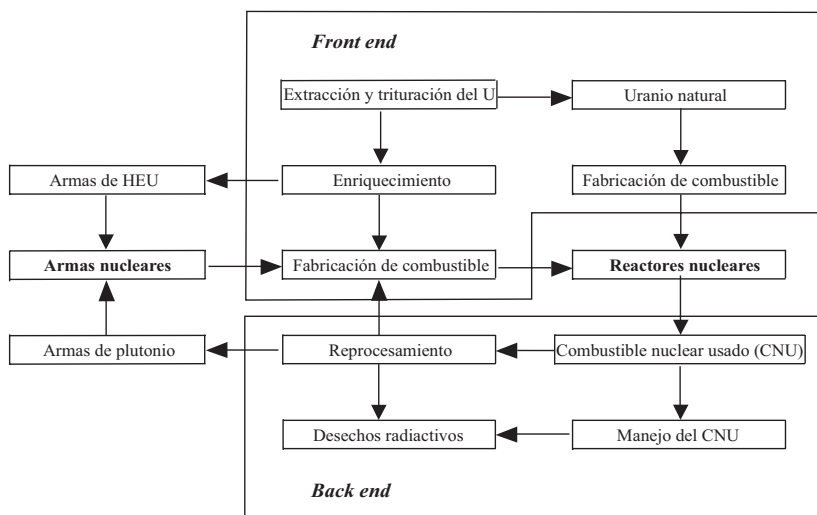
1.1. El ciclo del combustible nuclear

El uranio natural (U) consta de dos isótopos principales: el 99,3% es U-238 no radioactivo y el 0,7% es U-235 radioactivo. A medida que se desintegra, el U-235 libera partículas atómicas que (1) o bien son captadas por elementos no radioactivos (por ejemplo el U-238 no radioactivo puede captar una partícula y transformarse en plutonio radioactivo, Pu-239), o bien (2) divide elementos radioactivos, liberando más energía y partículas atómicas en una reacción en cadena. La reacción en cadena sostenida de un arma nuclear requiere altos porcentajes de U-235 o de plutonio. Sin embargo, para generar electricidad los reactores nucleares utilizan uranio natural, uranio enriquecido (menos de 5% de U-235) o, en ocasiones, una mezcla de uranio y plutonio, llamada “MOX”. En una central nuclear la reacción en cadena libera calor para calentar agua y producir vapor, con el cual se genera electricidad.

El *front end* del ciclo del combustible nuclear incluye la extracción, la trituración y el enriquecimiento del uranio, y la fabricación de combustible (véase la Figura N° 1). A principios del siglo veinte el uranio era explotado como una fuente de radio (para la fabricación de pintura luminosa, como la que se usa en las esferas de los relojes, por ejemplo). El mineral de uranio se tritura y se lixivia con ácidos para producir un polvo de óxido de uranio, conocido como “pastel amarillo” (*yellowcake*). Para aumentar el porcentaje de U-235, el pastel amarillo es convertido en un gas (hexafluoruro de uranio, UF_6) y enriquecido al separar el U-238 no radioactivo del U-235 radioactivo, de manera que el porcentaje de U-235 aumenta desde 0,7% hasta entre 1% y 5%. Luego del enriquecimiento, el gas de uranio es transformado en óxido de uranio (UO_2) y se procesa para formar barras de combustible, que se empaquetan e insertan en el reactor.

Cada 12 a 18 meses es necesario extraer algunas barras de combustible usado y reemplazarlas por barras de combustible nuevas, mientras que las barras restantes deben ser redistribuidas para equilibrar la energía radioactiva. El manejo de las barras de combustible extraídas constituye el *back end* del ciclo del combustible nuclear e incluye el manejo del combustible nuclear usado, el reprocesamiento opcional y la eliminación de los desechos radioactivos de alta actividad. Existen dos tipos de *back ends*. De un lado, cuando el ciclo de combustible es “abierto”, el combustible usado

FIGURA N° 1: CICLO DEL COMBUSTIBLE NUCLEAR

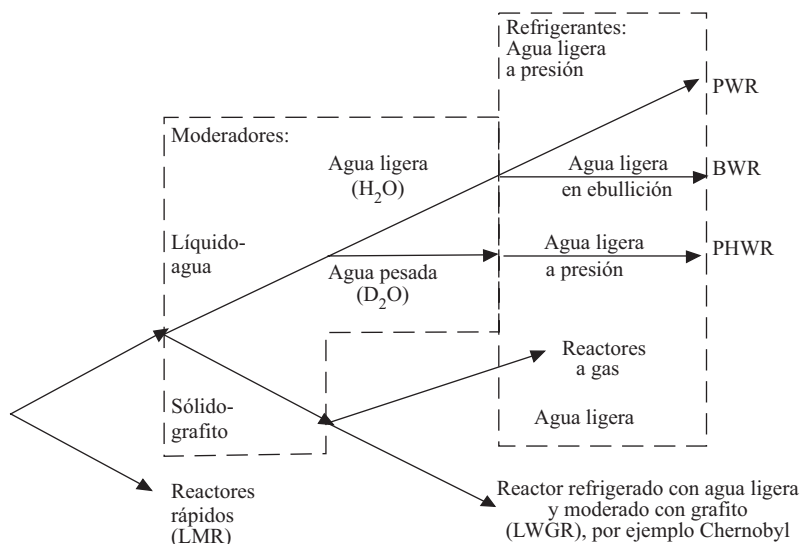


se enfría en la central atómica y luego se almacena o traslada a una instalación para su manejo centralizado. Allí es almacenado, o bien reembalado y enviado a un depósito geológico. Sólo algunos países están planificando la construcción de depósitos, por ejemplo los Estados Unidos en el monte Yucca. Del otro lado, el ciclo cerrado de combustible consiste en reprocesar el combustible usado para extraerle el uranio y el plutonio, los que son reciclados como combustible nuclear. Sólo unos pocos países reprocesan (o planean reprocesar) su combustible usado, por ejemplo Francia. La mayoría de los países están almacenando su combustible usado, esperando que decaiga. El análisis económico que sigue supone que el costo del *back end* abierto del ciclo del combustible nuclear es igual al valor presente de reprocesar a perpetuidad el combustible usado.

1.2. Reactores nucleares comerciales

Las centrales nucleares pueden clasificarse según cuatro características (véase la Figura N° 2). En primer lugar, la reacción en cadena térmica de un reactor puede ser “rápida” o “lenta”. En un reactor rápido, la energía liberada durante la reacción en cadena no se atenúa, generándose más partículas nucleares que en un reactor térmico. Estas partículas pueden capturarse para convertir el uranio en plutonio, y por eso es que dichos reactores a veces reciben el nombre de “reactores de reproducción rápida” (*fast breeder reac-*

FIGURA N° 2: TIPOS DE REACTORES NUCLEARES



tors). También se conocen como “reactores de metal líquido” (LMR*), porque para enfriar el reactor se utilizan metales líquidos, por ejemplo, el sodio.

En segundo lugar, los reactores térmicos pueden distinguirse según el moderador de la reacción nuclear que absorbe las partículas nucleares; y, en tercer lugar, según el refrigerante escogido para eliminar el calor generado por la reacción en cadena. Los moderadores pueden ser agua ligera (H_2O), agua pesada (D_2O , donde la masa del deuterio, D, es el doble de la masa del hidrógeno), o grafito (carbono). Los refrigerantes son agua (ligera o pesada) o gas (aire, dióxido de carbono o helio), los que permiten transferir el calor y obtener otras formas de energía, tales como la electricidad.

Por último, las centrales nucleares pueden distinguirse según utilizan un ciclo directo o indirecto para transferir la energía desde el reactor nuclear a la turbina que genera electricidad. El método directo permite que el refrigerante del reactor hierva, cambiando su estado desde líquido a gas (por ejemplo, de agua a vapor), impulsando directamente la turbina. El método indirecto transfiere la energía del reactor desde un circuito refrigerante primario a un circuito secundario a través de un generador a vapor, el que impulsa la turbina. El circuito primario suele ser presurizado, de modo que el agua refrigerante permanece en estado líquido.

* Las siglas de los reactores aparecen por su nombre en inglés. Véase Glosario de siglas al final del trabajo. (N. del E.)

Aun cuando se han construido muchos reactores experimentales y militares, sólo hay cinco tipos de centrales nucleares para uso comercial (véase Organismo Internacional de Energía Atómica, OIEA, 2002):

1) Reactores de agua ligera (LWR), incluidos (a) los reactores refrigerados y atenuados con agua ligera a presión (PWR) producidos en Estados Unidos, Europa y Japón, y los reactores atenuados y refrigerados con agua a presión del tipo WWER, desarrollados en la ex Unión Soviética y la actual Rusia, y (b) reactores atenuados y refrigerados con agua ligera en ebullición (BWR), fabricados principalmente por General Electric en los Estados Unidos.

2) Reactores de agua pesada (HWR), incluido el reactor atenuado y refrigerado con agua pesada a presión (PHWR), producido principalmente en Canadá (CANDU).

3) Reactores refrigerados con gas y atenuados con grafito (GCR), incluidos los reactores de alta temperatura refrigerados con gas y atenuados con grafito (HTGR), como el pequeño reactor modular (*small pebble-bed modular reactor*, PBMR) que está siendo desarrollado por Sudáfrica.

4) Reactores refrigerados con agua ligera y atenuados con grafito (LWGR), incluido el reactor RBMK de diseño soviético, por ejemplo el de Chernobyl.

5) Reactores de metal líquido (LMR).

Muchos programas nucleares han previsto el despliegue secuencial de tres tecnologías nucleares: (tecnología 1) reactores de agua pesada refrigerados con gas, o de agua ligera atenuados con grafito, los cuales usan uranio natural; (tecnología 2) reactores de agua ligera y de alta temperatura refrigerados con gas, los cuales usan uranio enriquecido o MOX, y (tecnología 3) reactores de metal líquido que utilizan uranio enriquecido, MOX o plutonio. Hasta comienzos de los años setenta, los reactores refrigerados con gas tenían la participación de mercado más alta. Sin embargo, a partir de entonces los reactores de agua ligera comenzaron a dominar la industria internacional de la energía nuclear, y continúan dominándola hoy.

En el Cuadro N° 1 se muestra que en cada región, excepto Latinoamérica, existe una tecnología predominante: (1) reactores de agua ligera en Estados Unidos, la ex Unión Soviética y Europa oriental, Francia, Europa occidental y Asia oriental; (2) reactores refrigerados con gas en Gran Bretaña, y (3) reactores de agua pesada en la Commonwealth británica. En todas las regiones se han construido reactores de agua pesada; también se han construido reactores de metal líquido en todo el mundo, excepto en América Latina.

CUADRO N° 1: CONSTRUCCIÓN DE CENTRALES DE ENERGÍA NUCLEAR PARA USO COMERCIAL POR REGIÓN (AL AÑO 2002)

	Estados Unidos	Gran Bretaña y la Commonwealth	Francia	Europa occidental	EUS/EO/AC	Asia oriental	América Latina	Total
PWR	79	4	59	39	1	52	3	237
BWR+	43	2	0	27	2	38	2	114
WWER	0	0	0	0	66	0	0	66
HWR	1	39	1	3	3	7	3	57
GCR	2	41	8	4	0	1	0	56
LWGR	0	0	0	0	24	0	0	24
RML	1	2	2	1	2	1	0	9
Total	126	88	70	74	98	99	8	563

Nota: EUS/EO/AC: Ex Unión Soviética / Europa oriental / Asia central.

Fuente: OEIA (2002).

1.3. La energía nuclear en América Latina

Tres países de América Latina, México, Argentina y Brasil, han desarrollado programas comerciales de energía nuclear en pequeña escala. Entre 1976 y 1995 México construyó dos reactores General Electric del tipo BWR de 700 MW de potencia.

Argentina, con ayuda estadounidense, construyó su primer reactor de investigación en 1958, y tres más durante los años sesenta. En 1968 los alemanes iniciaron la construcción de un reactor de agua pesada de 350 MW, el que comenzó a operar comercialmente en 1974. Durante los años setenta se construyó una planta de enriquecimiento en Pilcaniyeu, y una instalación de reprocesamiento en Ezeiza. En 1974 se iniciaron las obras de una segunda central nuclear (una CANDU de 600 MW), las que terminaron en 1984.

Brasil comenzó a explotar uranio en los años cuarenta e intentó desarrollar el ciclo completo del combustible nuclear entre 1950 y 1990. A fines de los años cincuenta y durante los años sesenta se construyeron reactores de investigación con ayuda estadounidense. En 1971 se empezó a construir un PWR Westinghouse de 650 MW (Angra 1), y las obras concluyeron en 1984. Para adquirir la tecnología para producir combustible nuclear, Brasil negoció con Alemania la compra de varias centrales nucleares, una instalación para enriquecer uranio y una planta piloto de reprocesamiento. La construcción de Angra 2 empezó en 1976 y prosiguió por 24 años hasta que entró en funcionamiento comercial en 2000. Si bien ninguna de las restantes

instalaciones alemanas se completó, Brasil comenzó a enriquecer uranio en Resende, y dentro de pocos años Angra 1 y Angra 2 serán abastecidas con combustible local (véase Cabrera-Palmer y Rothwell, 2008).

2. Antes de construir la primera central es necesario desarrollar la estructura regulatoria nuclear

Si bien podría estar gestándose un renacimiento nuclear en aquellos países donde actualmente operan centrales atómicas, ninguno tiene experiencia suficiente para construir los reactores de agua ligera de la siguiente generación. A medida que dicho renacimiento se desarrolle, el precio del combustible para reactores de agua ligera podría fluctuar. Sin embargo, los determinantes de los costos de operación y los costos del combustible para reactores avanzados de agua ligera (ALWR) son bien conocidos porque la tecnología es muy similar a la actual.

Sin embargo, se desconocen los costos de construcción de las nuevas centrales nucleares (aunque se conocen los de aquellas centrales que actualmente se están construyendo, porque ya se han licitado los contratos). En el pasado reciente el precio de las centrales nucleares ha aumentado (al igual que los de todas las centrales eléctricas) debido al aumento del precio internacional de los materiales y las maquinarias de construcción. Si a eso se suma el clima de incertidumbre que reina en los mercados de capital, el costo total de las inversiones de capital en energía nuclear resulta impredecible, particularmente cuando se trata de la primera central construida en un país en vías de desarrollo.

Además, si bien algunos países han construido y operado reactores de investigación, no necesariamente cuentan con la infraestructura necesaria para regular a una industria de energía nuclear. Dicha infraestructura se describe en una publicación del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA, 2007). El informe de la OIEA (2007) es extraordinariamente detallado y debería leerse con cuidado. (En el Apéndice se reproduce el “Índice de materias” de esa publicación). De todos modos, el proceso básico que conduce a construir y operar una central nuclear se divide en tres etapas:

Primera Etapa: al completarla, el país se encuentra dispuesto a comprometerse, con conocimiento de causa, con un programa nuclear”.

Segunda Etapa: al completarla, el país se encuentra en condiciones de llamar a licitación para construir la primera central nuclear.

Tercera Etapa: al completarla, el país se encuentra en condiciones de poner en servicio y operar la primera central nuclear.

Para resumir: antes de construir una central nuclear, Chile debe emitir un permiso de obras. Organismos tales como la Comisión Reguladora de la Energía Nuclear (Nuclear Regulatory Commission, NRC) de los Estados Unidos podrían ayudar a crear un organismo regulador nacional. Al mismo tiempo, el nuevo regulador chileno podría emular los procedimientos de la NRC para autorizar la construcción de un reactor. Sin embargo, es indispensable que el nuevo regulador chileno sea capaz de adaptar las normas de seguridad a las condiciones particulares de Chile —a su topografía, sismología y ecosistemas—. Además, para manejar el combustible nuclear se necesita crear y capacitar a un organismo civil o militar que actúe de manera coordinada con la OIEA.

Para crear dichos organismos y adquirir la competencia técnica necesaria, un país debe invertir grandes montos antes de autorizar la construcción de la primera central nuclear. Estas inversiones, sin embargo, son hundidas. Polonia, por ejemplo, desarrolló esta infraestructura durante los años ochenta, después de negociar con la Unión Soviética la construcción de una central nuclear. Pero el proyecto fue cancelado tras la disolución de la Unión Soviética, y si bien partes de dicha infraestructura (por ejemplo, los conocimientos profesionales especializados) aún se encuentran disponibles, la mayoría de las inversiones realizadas durante la era soviética se perdieron.

El Cuadro N° 2 identifica las tareas básicas para regular y luego construir, en cuatro períodos de creciente complejidad y costo, la primera central nuclear. El plazo de los primeros tres períodos es alrededor de doce años (por ejemplo, desde el 2009 hasta 2020). La duración de cada una de las tres primeras etapas puede acortarse o extenderse en función del presupuesto y del grado de compromiso. Durante el cuarto período se construye la central nuclear, lo cual podría tomar entre 4 y 24 años, tal como ocurrió con Angra 2 en Brasil. Los primeros dos períodos descritos en el Cuadro N° 2 corresponden a la Primera Etapa del informe OIEA (2007). La Segunda Etapa del informe OIEA corresponde al tercer período, y la Tercera Etapa, al cuarto período. Pese a que la evaluación del costo de cada tarea va más allá del ámbito de este trabajo, en la sección 5 presento algunas estimaciones.

Un país se comprometerá con este proceso dependiendo de: 1) la intensidad del compromiso “con conocimiento de causa” de la opinión pública con la energía nuclear; y 2) los costos y beneficios de construir la primera central nuclear. El beneficio principal es la generación de electrici-

CUADRO N° 2: TAREAS ESTRATÉGICAS PARA LA PRIMERA CENTRAL NUCLEAR DE UN PAÍS

Primer período: 4 años de estudio y debate que llevan a completar la Etapa 1 de la OIEA Definir la regulación que se exigirá para autorizar una central nuclear. Evaluar los aspectos económicos de las etapas restantes. Definir los criterios para seleccionar la tecnología y el combustible. Definir los criterios para seleccionar el lugar donde se construirá una central nuclear. Revisar las políticas de control de desechos nucleares y de emisiones de carbono. Evaluar con sondeos de opinión pública si existe consenso en que la opción nuclear es conveniente.
Segundo período: 4 años de creación de instituciones Crear las instituciones reguladoras e iniciar la capacitación del personal. Evaluar los aspectos económicos de las etapas restantes. Elegir la tecnología y el combustible. Elegir al arquitecto, al ingeniero y al jefe de obras. Elegir y definir los emplazamientos potenciales. Regular el manejo de los desechos nucleares de baja radioactividad.
Tercer período: 4 años de preparación de la construcción, que llevan a completar la Etapa 2 de la OIEA Evaluación económica del proyecto y de las fuentes de financiamiento. Desarrollar proveedores locales de insumos. Autorizar el emplazamiento de la central a los proveedores locales y la tecnología. Negociar los contratos eléctricos. Planificar el financiamiento y el refinanciamiento de la construcción de la obra. Obtener las servidumbres para tender líneas de alta tensión. Regular el manejo de los desechos nucleares de alta radioactividad. Llamar a licitación y evaluar las propuestas.
Cuarto período: 4 años para construir la central, los cuales llevan a completar la Etapa 3 de la OIEA. Supervisar la construcción, la tecnología y a los proveedores de equipos. Actualizar la evaluación económica y el financiamiento de la construcción. Implementar el financiamiento y refinanciar la construcción. Construir instalaciones para almacenar desechos nucleares radioactivos. Autorizar el funcionamiento de la central ya terminada.

dad limpia, aunque el desarrollo industrial inducido por la energía atómica podría producir beneficios indirectos. En la siguiente sección se analizan los costos primarios de la energía nuclear¹.

3. El costo monómico de generar electricidad²

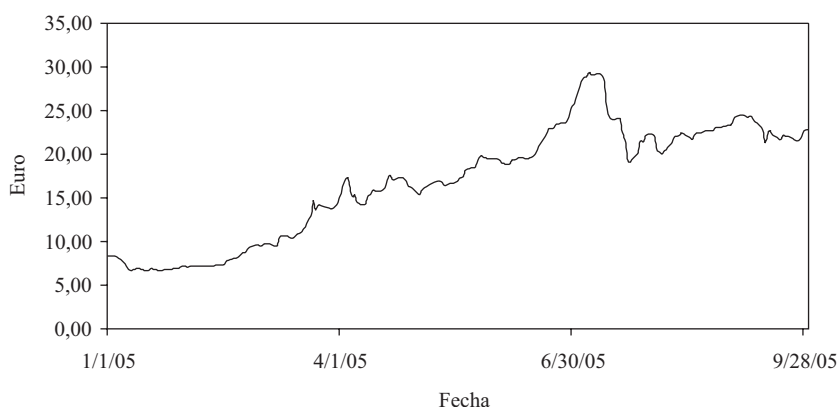
El principal obstáculo que se debe superar para construir la primera central nuclear es su costo, que es muy grande cuando se compara con alternativas más baratas (pero más contaminantes) basadas en combustibles fósiles. Hoy en día, cuando los países eligen entre centrales alimentadas con combustibles fósiles, prefieren el carbón por su amplia disponibilidad y la estabilidad de su precio. Esto contrasta con el gas natural, cuyo precio es elevado y sumamente volátil. Sin embargo, el costo del carbón bajo un régimen internacional de control de los gases de efecto invernadero es incierto. En la actualidad no se conoce con precisión el costo social del daño causado por las emisiones de dióxido de carbono (CO₂), o cuál podría ser el precio de mercado de un permiso para emitirlo. En este trabajo me referiré a cualquier pago asociado a la emisión de CO₂ como “CO₂ST”, es decir costo del dióxido de carbono (aun cuando el mecanismo de control de emisiones de CO₂ podría involucrar la aplicación de un impuesto a las emisiones o de un sistema de permisos transables y topes máximos de emisión). Una central a carbón tipo produce normalmente alrededor de siete millones

¹ Por cierto, un análisis más completo incluiría la seguridad de las centrales, las consecuencias ambientales de la energía nuclear, como también aspectos relacionados con la no proliferación. El historial de seguridad de los reactores de agua ligera es excelente, pero para lograr tales estándares es necesario adoptar una “cultura de la seguridad”; es decir, procedimientos de operación tales que la seguridad siempre es prioritaria. En este trabajo se presume que Chile será capaz de desarrollar una cultura de seguridad nuclear. El combustible radioactivo usado debe ser monitoreado de por vida. El costo de este proceso debe compararse con el costo de capturar los contaminantes emitidos por centrales que queman combustibles fósiles. Actualmente la energía nuclear internaliza el costo de sus desechos, mientras que la generación con combustibles fósiles no internaliza el costo del daño causado por el dióxido de carbono. Por último, es improbable que Chile enfrente problemas por proliferación nuclear si se abstiene de comprar combustible nuclear a países fabricantes de armas nucleares (tales como Francia, Rusia o Estados Unidos).

² El siguiente análisis se efectúa en dólares estadounidenses de 2005, principalmente porque, en su *Panorama Anual de la Energía*, la EIA de Estados Unidos (US Energy Information Administration) ha estado utilizando dólares de 2005 en sus últimos análisis; véase, por ejemplo, la Tabla 39 en EIA (2007). Además, debido a la volatilidad observada desde entonces, no existe un índice de precios confiable para actualizar los precios al año 2008 y siguientes. Por consiguiente, mi cálculo es ilustrativo sobre cómo habría que realizar un análisis más completo y actualizado aunque no definitivo. Por último, las conclusiones cualitativas no se ven afectadas en modo alguno por el hecho de escoger los dólares estadounidenses de 2005 como base cuantitativa.

de toneladas de CO_2 al año. La Figura N° 3 muestra el precio de un permiso de emisión de CO_2 en la Unión Europea durante 2005. (El 1 de octubre de 2008, el precio de un permiso de emisión ascendía a • 23,10/t CO_2 o aproximadamente US\$ 32,32/t CO_2). Por tanto, si el CO_2 ST es de US\$ 25 (en dólares de 2005) por tonelada de CO_2 , los propietarios de la central a carbón podrían tener que pagar US\$ 175 millones al año por emitir o, alternatively, capturar las emisiones. Si bien ya se tiene experiencia para calcular las distribuciones estadísticas de los precios de los permisos de emisión, en el futuro (por ejemplo en 2020) tendremos una idea aún más precisa.

FIGURA N° 3: ÍNDICE EUROPEO DE CO_2 , EURO/TONELADA DE CO_2 , 2005



Fuente: <http://www.eex.com/en/Download/Market%20Data>.

En vista de esta incertidumbre, varias economías en vías de desarrollo, con capacidad instalada de generación superior a los 10.000 MW, están considerando la energía nuclear.

Sin embargo, para que una red de transmisión sea confiable es preciso que la central más grande no represente más del 10% de la capacidad (Vergara, 2007, p. 77). Por eso, mientras no existan centrales nucleares pequeñas (lo que podría ocurrir recién hacia 2020; por ejemplo, el pequeño reactor nuclear sudafricano refrigerado con gas), la energía nuclear no es práctica para sistemas de menos de 10.000 MW*.

El costo de construir y operar plantas generadoras de electricidad es ampliamente discutido (véase, por ejemplo, NEA 2005). Con todo, el costo real previsto de construir una planta generadora de electricidad dada siem-

* Hoy día la capacidad instalada en el Sistema Interconectado Central (SIC) de Chile es poco más de 8.000 MW. (N. del E.)

pre se mantiene confidencial (ya que el hecho de conocer este dato supone una ventaja competitiva), mientras que la mayoría de las fuentes de información pública sobre costos quedan obsoletas rápidamente o son incompletas. Además, si bien al menos una decena de estudios proyectan los costos de la generación con combustibles fósiles o con energía nuclear, pocas veces se ha modelado la magnitud de la incertidumbre de esas estimaciones de costos. En esta sección se examinan las estimaciones de costos sobre la base de EIA (2007). En la sección 4 se analiza el método para modelar la incertidumbre con que se estima el valor presente neto del costo de las centrales nucleares y las centrales a carbón, y se evalúa la alternativa de construir una central nuclear. Esta información puede servir de guía para determinar si vale la pena invertir en la institucionalidad regulatoria necesaria para tener la opción de construir una central nuclear en algunos años más.

El costo monómico por megawatt-hora (MWh) es la principal medida usada en la industria eléctrica para comparar los costos de distintas tecnologías de generación. Es igual al valor presente del costo total de capacidad y operación y de combustible durante toda la vida de la planta dividido por el valor presente del total de energía generada³. Para calcular una serie comparable de costos monómicos para varias tecnologías de generación de electricidad, EIA (2007) entrega un conjunto coherente de supuestos (véase el “Módulo del Mercado de la Electricidad” de su “Sistema Nacional de Modelación Energética”, en *Panorama Anual de la Energía*. Estos valores son similares a los reportados en el capítulo 3, “Costos de generación en centrales a carbón, a gas y nucleares”, NEA 2005).

Si bien el Cuadro N° 39 de EIA (2007) señala la potencia en MW, el tiempo necesario para construir una central, los costos de construcción, los factores asociados a imprevistos, los costos totales de construcción, los costos variables de operación y mantenimiento por kilowatt-hora, los costos fijos de operación y mantenimiento por kilowatt, como también la tasa de consumo de calor para 19 tecnologías de generación, no se especifican los costos de capital o de combustible.

³ Para definir el costo monómico, supongamos que el costo total anual, CT , es igual a $p_K K + (O\&M)_t + p_F F_t + W_t$, donde K es el costo total de la inversión de capital (CTIC, definido en EMWG, 2007) medido en millones de dólares de 2005, y p_K es la tasa anual de costo de capital; $O\&M_t$ es costo anual de operación y mantenimiento; F_t es el combustible consumido anualmente, p_F es el precio del combustible; y W_t es el costo anual del manejo de los desechos nucleares. El costo monómico es igual a $[\sum CT_t (1 + r)^{-t}] / [\sum MWh_t (1 + r)^{-t}]$, donde la suma total supera la vida comercial de la instalación (la totalidad de los costos de construcción se actualiza a la fecha de operación comercial). MWh_t es la producción anual, y r es la tasa de descuento apropiada.

Por consiguiente, los parámetros a especificar son (1) el costo de capital durante la construcción y la operación; (2) el costo del combustible, y (3) el costo del manejo de desechos. (Se supone que todas las centrales tienen una vida económica de cuarenta años, y un factor de planta promedio de 90%). En el Cuadro N° 3, columna 3, se presenta el costo monómico de la “tecnología nuclear avanzada” estimado por la EIA. La columna 4, presenta el costo monómico de una central a carbón y la columna 5 presenta el costo monómico del “ciclo combinado avanzado gas/petróleo” (CCGT). (Aun cuando estos valores ya están obsoletos, los valores relativos seguramente siguen siendo correctos; por ejemplo la energía nuclear es la tecnología más cara si no se cobra por emitir CO_2 , pero la más barata cuando se cobra. Es preciso actualizar constantemente esas estimaciones.)

En estos cuadros se supone que el costo de capital es 7% real y 10% nominal. Sin embargo, debido a la incertidumbre a la que está sujeta la construcción de nuevas centrales nucleares, se añade una prima por riesgo de 5% real durante la construcción (Rothwell, 2006), lo cual arroja un costo del capital de 12% real, o 15% nominal. Siguiendo a Lapuerta y Brown (2007), se supone que, una vez terminadas las obras de la central, los gastos de construcción, incluido el interés durante la construcción (IDC), son refinanciados a una tasa de 7% real.

Con respecto a los precios de los combustibles, se supone lo siguiente: (1) el precio monómico del combustible nuclear es US\$ 7,67/MWh más US\$ 3/MWh por manejo de desechos radioactivos y por la demolición de la central cuando cumple su vida útil (véase Rothwell, 2006); (2) el precio previsto del carbón es de US\$ 2/M BTU (millones de BTU en dólares de 2005, equivalentes a \$ 1,90/GJ; véase la Tabla 3.3 en NEA, 2005), donde se supone que el rango de precios del carbón en 2020 (en dólares de 2003) va desde US\$ 1,16/GJ en Corea del Sur hasta US\$ 2,27/GJ en Finlandia, y (3) el precio previsto del gas natural es de US\$ 5/M BTU (en dólares de 2005), lo cual equivale a \$ 4,74/GJ (véase la Tabla 3.6 en NEA, 2005), donde el rango de precios del gas natural para el año 2020 (en dólares de 2003) va desde US\$ 4,18/GJ en Francia hasta US\$ 6,42/GJ en Italia. Por último, el costo del CO_2 en 2020 se estima en US\$ 25 por tonelada en dólares de 2005.

Con respecto al costo de emitir CO_2 , consideremos la siguiente declaración del European Climate Exchange (http://www.europeanclimateexchange.com/default_flash.asp):

El enfoque de límites de emisión y permisos (*cap and trade*) que está siendo utilizado en el Régimen de Comercio de Derechos de Emisión de la Unión Europea [European Union Emission Trading Scheme, EU ETS] fija un tope o cantidad

CUADRO N° 3: COMPARACIÓN ENTRE COSTOS DE UN REACTOR ALWR, UNA PLANTA A CARBÓN Y UN CICLO COMBINADO O GAS NATURAL CCGT, BASADA EN EIA (2007, TABLA 39)

	Unidad	ALWR <i>r</i> = 12%	Carbón <i>r</i> = 7%	CCGT <i>r</i> = 7%
Precio del combustible (US\$/GJ = 0,94 × US\$/MBTU)	US\$/M BTU	ver bajo	\$2,00	\$5,00
Precio del CO ₂ (US\$/tonelada)	US\$/ton	\$0,00	\$25,00	\$25,00
CO ₂ por MWh (“factor de intensidad de carbono”, de acuerdo con www.bp.com)	t/MWh	0,00	0,92	0.52
Tasa de consumo de calor (de EIA 2007)*	BTU/kWh	10.400	8.844	6.717
Capacidad eléctrica neta	MWe	1.000	500	500
Factor de planta promedio	%	90%	90%	90%
Vida económica de la central	Años	40	40	40
Tiempo requerido para iniciar la construcción, según EIA (2007)	Años	6	3	3
Tasa de actualización real durante la construcción	%/año	12,0%	7,0%	7,0%
Tasa de actualización real por amortización	%/año	7,0%	7,0%	7,0%
Factor de recuperación del capital (FRC con refinanciamiento después de la construcción)	%/año	7,5%	7,5%	7,5%
Costo de construcción según EIA	2005\$/kw	\$1.802	\$1.206	\$550
Imprevistos	%	16%	7%	8%
Costo de construcción según EIA (incluye imprevistos)	2005\$/kw	\$2.081	\$1.290	\$594
Costo total de la inversión de capital (incluye el IDC)	2005\$/kw	\$2.831	\$1.426	\$608
Costo total de la inversión de capital (incluye el IDC)	2005\$ M	\$2.831	\$713	\$304
Costos variables de operación y mantenimiento, según EIA (2007)	\$/MWh	\$0,47	\$4,32	\$1,88
Costos fijos de operación y mantenimiento, según EIA (2007)	\$/kW	\$63,88	\$25,91	\$11,01
Costo monómico de la inversión	\$/MWh	\$26,91	\$13,56	\$5,78
Costo monómico de operación	\$/MWh	\$8,57	\$7,60	\$3,28
Costo monómico de combustible (<i>front end</i>)	\$/MWh	\$7,67	\$17,69	\$33,59
Costo monómico de combustible (<i>back end</i>) (desechos o carbono)	\$/MWh	\$3,00	\$23,00	\$13,00
Costo monómico sin impuesto al carbono	\$/MWh	\$46,15	\$38,85	\$42,64
Costo monómico con impuesto al carbono	\$/MWh	\$46,15	\$61,85	\$55,64

* Los tamaños típicos de las plantas han sido modificados para facilitar la comparación. La EIA supone tamaños de 1.350 MW para centrales nucleares, 600 MW para centrales a carbón y 400 MW para centrales a gas natural.

máxima global de emisiones por período de cumplimiento. Las empresas reciben cuotas de emisión que representan su meta o “tope” durante un período. Al final de ese período deben entregar una cantidad de permisos suficiente que coincida con el total de sus emisiones durante el período. Si esta cifra es inferior al tope, disponen de permisos para vender; si no, deben comprar permisos a empresas que han excedido sus límites de reducción de emisiones. Cada permiso de emisión le permite al titular emitir una tonelada de CO₂. Si a la fecha de cumplimiento un operador no tiene suficientes cuotas para cubrir su cifra total de emisiones, se le aplicará una multa de • 40 por tonelada excedida para la Primera Fase 2005-2007, la que se elevará a • 100 en la Segunda Fase 2008-2012.

Teniendo en cuenta estas multas y el valor del dólar, US\$ 25 por tonelada de CO₂ parece una cifra razonable para el 2020, pero no es posible conocer qué países participarían en un acuerdo internacional como éste.

El Cuadro N° 3 muestra que el costo económico de la energía nuclear es 19% mayor que el del carbón y 8% mayor que el del gas natural si no se cobra por emitir CO₂. Sin embargo, el costo de la energía nuclear es 25% menor que el del carbón y 17% que el del gas natural, si se incluye el costo de US\$ 25 por tonelada emitida de CO₂. (Por cierto que estos costos no incluyen el de la institucionalidad regulatoria de la energía nuclear.) Aun cuando estos resultados dependen de los supuestos, este ejemplo demuestra que la energía nuclear podría ser económicamente competitiva en un mundo en que se imponen restricciones a las emisiones de carbono.

4. El valor actual neto de una nueva central nuclear

Aunque el análisis del costo monómico es ilustrativo, antes de que una firma comience a construir una central nuclear debe demostrarle a sus accionistas que el valor presente neto (VAN) del proyecto es positivo⁴. Para ello hay que proyectar los flujos de fondos positivos y negativos, y actualizarlos aplicando la tasa de descuento que corresponda. En esta sección se discute la forma en que se debe calcular el VAN de una central nuclear y representar su distribución de probabilidades.

Los gastos de construcción se actualizan hasta el inicio de la operación (por ejemplo el año 2026) descontándolos al 12% real (incluida en la inversión-total-de-capital como “interés durante la construcción”), y los

⁴ El VAN equivale a $[\sum (p_Q Q_t - O\&M_t - p_F F_t - W_t) / (1 + r)^{-t}] - K$, donde p_Q es el precio de la electricidad, y las demás variables son las mismas que en la nota 3.

ingresos de explotación se actualizan hasta el inicio de la operación utilizando una tasa del 7% real. Los ingresos de explotación corresponden a la cantidad de MWh generados multiplicada por el precio por MWh. Como punto de referencia, el precio de la electricidad se supone que es igual al costo monómico de generar electricidad con una central a carbón, porque todos los países, incluido Chile, tienen acceso a los mercados de carbón y su tecnología. El VAN se calcula a 2026 (el inicio de la operación), a 2020 (el inicio de la construcción) y a 2008 (el inicio de los preparativos).

Adicionalmente, los costos estimados en 2005 probablemente ya están obsoletos, en particular cuando se proyectan al 2020. Chupka y Basheda (2007) muestran que entre 2003 y 2006 el costo de construir plantas de electricidad aumentó en 75%. Para explicar estas tendencias y por qué la EIA las ignora, en EIA (2007, p. 36) se señala lo siguiente:

Durante los últimos años, los costos de construcción han sido volátiles. Parte de la volatilidad puede deberse al alza de los precios de la energía. Los precios del hierro y del acero, del cemento y del concreto —materias primas utilizadas intensivamente en la construcción de centrales— subieron abruptamente entre 2004 y 2006, y se ha informado de una situación de escasez. No se sabe con certeza de qué manera pueden influir esas fluctuaciones de precio en el costo o en el ritmo de los nuevos proyectos emprendidos en el ámbito energético, y en las proyecciones a 25 años en AEO (2007) se ignoran las variaciones de corto plazo de los precios de las materias primas. En las industrias energéticas la mayoría de los proyectos deben planificarse con mucha anticipación y requieren un largo período previo al inicio de la construcción, lo cual puede aminorar el impacto de las tendencias de corto plazo.

También el precio de los permisos de emisión de CO₂ podría ser incluso más volátil. Roques y otros (2006, p. 13) suponen que la volatilidad anual es 30% (Figura N° 3). Véase, por ejemplo, la volatilidad de los datos históricos en el European Carbon Exchange (Bolsa Europea de Intercambio de Bonos de Carbono). Como señala Nordhaus (2001, p. 30):

Una de las posibles preocupaciones respecto de la actual estructura del Protocolo de Kioto es que inducirá gran volatilidad de los precios de los permisos. La volatilidad puede apreciarse en el historial de los precios de los permisos de emisión de SO₂, que han sido mucho más volátiles que el IPC o, incluso, que los precios bursátiles.

Ello se debe a que tan pronto como se impone una cantidad límite, las transacciones internacionales pueden dar lugar a una competencia encarnizada en vista de las multas impuestas a quien excede el tope.

En vista de todo lo anterior, para analizar la varianza del VAN de una central nuclear, supongamos lo siguiente:

1) Entre el 2005 y el 2020 el costo de construcción de centrales nucleares aumenta en 4% real anual con una desviación estándar de 2%; el costo de construcción de centrales a carbón aumenta a una tasa real de 2% anual con una desviación estándar de 1%; ello se traduce en un costo monómico de aproximadamente US\$ 42/MW para centrales nucleares, y de US\$ 17/MW para centrales a carbón el 2020, en dólares de 2005 (estas cifras están más cercanas a los costos anunciados en 2008; véase Ray, 2008, donde se cita a Progress Energy y a Florida Power & Light).

2) El precio del combustible nuclear y el precio del carbón aumentan en 1,5% (real) entre el 2020 y el 2065; con ello se duplica el costo del combustible durante el período de vida útil de cuarenta años.

3) Los precios del combustible nuclear y del carbón siguen una distribución probabilística con una media de 0 y una desviación estándar de US\$ 0,17, calculada con información de precios internacionales del carbón utilizando una estimación del error cuadrático medio dentro de un proceso autorregresivo de primer orden (véase Rothwell, 2006, p. 45).

4) CO_2ST sigue una distribución uniforme entre US\$ 0 y US\$ 50 por tonelada el 2020, y entre el 2020 y el 2065 sigue un proceso autorregresivo con desviación estándar igual a 17%, produciendo una volatilidad de 30%, tal como se supone en Roques y otros (2006).

En el Cuadro N° 4 se presenta un análisis determinista del flujo de fondos. El costo total de la inversión de capital es de US\$ 4.645/kWe, o US\$ 4.645 millones para una central de 1.000 MW (incluido el interés durante la construcción, IDC). El VAN (en dólares de 2005 en 2008) es US\$ 163 millones excluido el costo por emisión de CO_2 , y es una cifra positiva de US\$ 602 millones si se incluye dicho costo. Además, las Figuras N°s 4 y 5 presentan los resultados de 100.000 simulaciones (en las que se utilizó el programa Cristal Ball®). Ello ofrece una representación de la distribución probabilística para el VAN, incluidos y excluidos el costo de las emisiones de carbono.

La Figura N° 4 muestra que la probabilidad de que una central nuclear arroje un VAN positivo cuando se ignoran los costos por emisión de CO_2 es 0,31 (31%); la esperanza del valor presente es menos US\$ 131 millones. Sin embargo, esta probabilidad aumenta a 0,8 (80%) cuando se incluyen los costos de emitir CO_2 , en tanto que el valor presente esperado es US\$ 603 millones (véase la Figura N° 5). Es más, debido a la volatilidad de los

CUADRO N° 4: VALOR ACTUAL NETO DE UNA CENTRAL DE ENERGÍA NUCLEAR, COMPARADO CON EL DE UNA CENTRAL A CARBÓN

Análisis del flujo de fondos (millones de dólares de 2005)			
		Sin costo por CO ₂	Con costo por CO ₂
Precio de la electricidad = costo del carbón		\$ 38,85	\$ 61,85
Valor actual neto (VAN el 2026)		-\$ 534	\$ 1.968
Valor actual neto (VAN el 2020)		-\$ 356	\$ 1.311
Valor actual neto (VAN el 2008)		-\$ 163	\$ 602
Costo total de la inversión de capital		\$ 4.645	\$ 4.645

Actividad	Año	Flujo de fondos actualizado	Flujo de fondos actualizado
Inicio de la construcción	2020	-\$ 1.009	-\$ 1.009
Año de construcción	2021	-\$ 901	-\$ 901
Año de construcción	2022	-\$ 804	-\$ 804
Año de construcción	2023	-\$ 718	-\$ 718
Año de construcción	2024	-\$ 641	-\$ 641
Año de construcción	2025	-\$ 572	-\$ 572
Año de operación	2026	\$ 272	\$ 447
Año de operación	2027	\$ 255	\$ 419
Año de operación	2028	\$ 239	\$ 393
Año de operación	2029	\$ 225	\$ 368
Año de operación	2030	\$ 211	\$ 345
Años de operación 2031-2060			
Año de operación	2061	\$ 31	\$ 47
Año de operación	2062	\$ 29	\$ 44
Año de operación	2063	\$ 27	\$ 42
Año de operación	2064	\$ 26	\$ 39
Año de operación	2065	\$ 24	\$ 37

precios y a su naturaleza autorregresiva (en virtud de la cual el precio en un determinado año depende del precio del año anterior), es posible que la inversión en una central nuclear obtenga un retorno alto. (En la simulación, el VAN en el percentil 90 es US\$ 1.565 millones. Ello implica que la probabilidad de que el VAN supere los US\$ 1.565 millones es 0,1 (o 10%).)

Desgraciadamente, estos resultados son dicotómicos, pues dependen de si se impone o no un régimen de control de emisiones de CO₂. Aun cuando esto resalta la conveniencia de esperar, no indica si conviene realizar los preparativos necesarios para construir la primera central nuclear⁵.

⁵ Es conveniente notar que aun si no se impone un impuesto a las emisiones, existe una externalidad asociada a la generación adicional de gases de efecto invernadero, las que terminan por ocasionar el cambio climático. Por eso la sociedad está pagando un “impuesto” equivalente al daño marginal causado por una tonelada extra de CO₂; véase Tol, 2005.

FIGURA N° 4: VALOR ACTUAL NETO DE LA ENERGÍA NUCLEAR, ACTUALIZADO
AL 2008 SIN $\text{CO}_2\text{ST} > 0$
(En dólares de 2005)

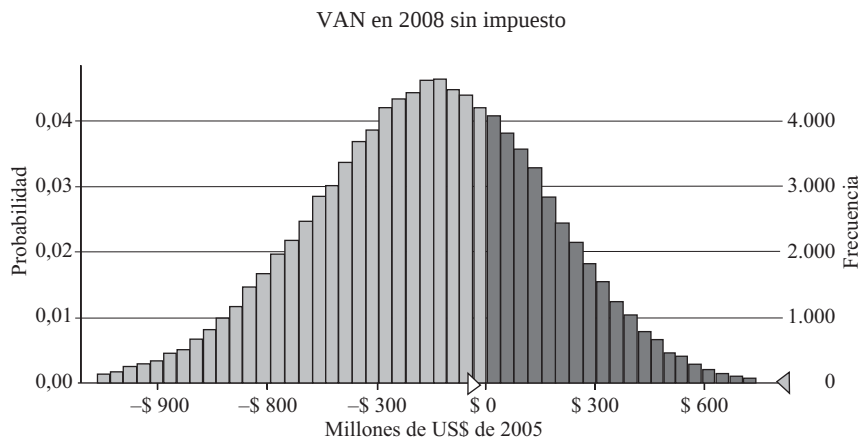
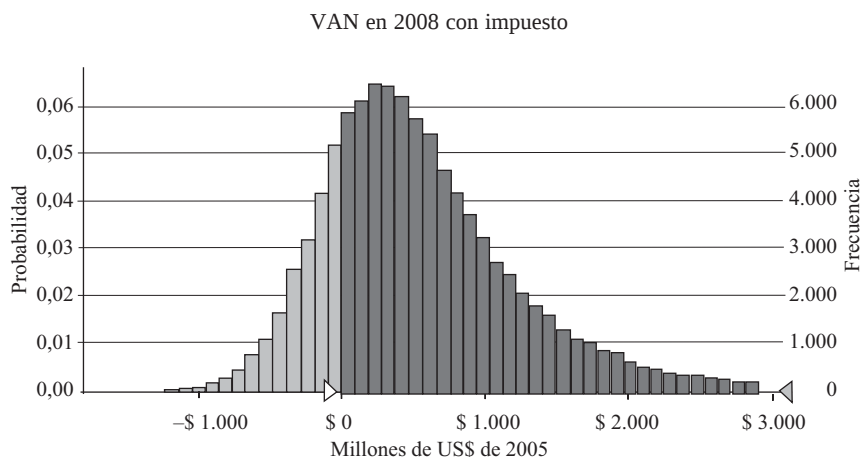
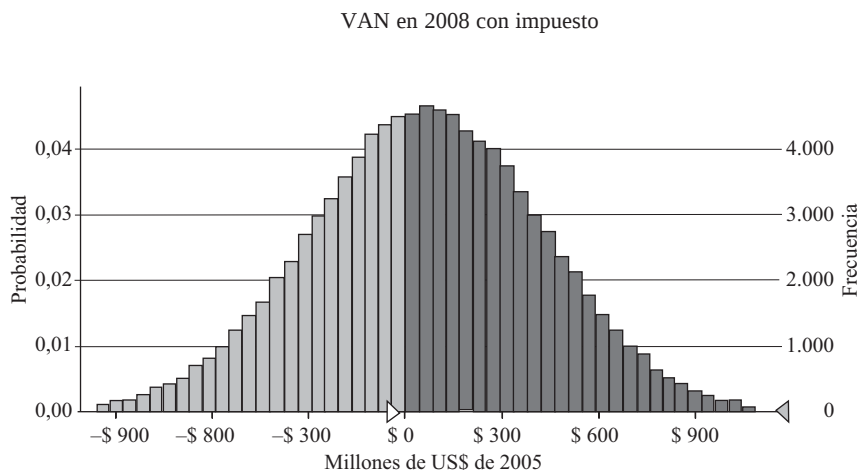


FIGURA N° 5: VALOR ACTUAL NETO DE LA ENERGÍA NUCLEAR, ACTUALIZADO
AL 2008 CON $\text{CO}_2\text{ST} > 0$
(En dólares de 2005)



Para resolver esta dicotomía, supongamos que hay entre 10% y 50% de probabilidades de que se imponga un CO_2ST de US\$ 0 a US\$ 50 a los productores de CO_2 . Ello conduce a la situación observada en la Figura N° 6, donde la probabilidad de un VAN positivo es 0,57 (o 57%); la mediana es US\$ 66 millones, y la media es US\$ 64 millones, esto es, alrededor de US\$ 65 millones. Así, según este análisis Chile debería estar dispuesto a

FIGURA N° 6: VALOR ACTUAL NETO DE LA ENERGÍA NUCLEAR, ACTUALIZADO AL 2008 CON UNA PROBABILIDAD DE 10% A 50% DE QUE SE APLIQUE UNA MULTA POR EMISIÓN DE CO₂
(En dólares de 2005)



invertir hasta US\$ 65 millones en desarrollar el marco regulatorio necesario para poder optar en 2020 y tomar la decisión de construir una central nuclear⁶.

5. Conclusión: ¿qué hacer en Chile?

Teniendo en cuenta los supuestos y los resultados que he presentado, es posible concluir lo siguiente: hasta que se establezca un régimen internacional que obligue a controlar y disminuir las emisiones de gases con efecto invernadero, un país que planee construir su primera central nuclear debería estar dispuesto a invertir un monto positivo (por ejemplo, US\$ 65 millones) en estudios y en desarrollar la institucionalidad regulatoria para tener la *opción* de construir esa central. Este monto crece si la probabilidad de que se aplique un régimen de control de emisiones de gases de efecto invernadero supera el 50%. En el resto de esta sección supondré, por simpli-

⁶ A medida que la probabilidad de que se imponga un régimen de control de emisiones crece hasta 1, el valor presente esperado crece hasta alcanzar US\$ 600 millones. Ésta es sólo una estimación de primer orden del valor de la opción, por lo que es necesario realizar cálculos adicionales empleando un enfoque de opciones reales (véanse Rothwell, 2006, y Graber y Rothwell, 2006).

cidad, que el valor de la opción de ser capaz de construir una central nuclear en 2020 es de por lo menos US\$ 65 millones a partir de 2008.

Si nos guiamos por el Cuadro N° 2, las inversiones en infraestructura física sólo deberían iniciarse cuando exista una institución regulatoria facultada para autorizar la construcción y operación de una central nuclear. Asimismo, suponiendo que en el futuro se conocerá con mayor precisión cuál es la probabilidad de que se aplique un régimen internacional de control de emisiones, deberían destinarse fondos para desarrollar las primeras dos etapas. Una vez que se implemente ese régimen de control de emisiones de carbono, habría que volver a evaluar el proyecto.

Suponiendo que un año de trabajo calificado cuesta US\$ 100.000 (incluyendo beneficios y gastos generales), US\$ 65 millones dan para 650 años-hombre para cumplir con las tareas esbozadas en los primeros tres períodos del Cuadro N° 2. ¿Será posible completar las tareas del primer período con 100 años-hombre (US\$ 10 millones)? ¿Será posible completar las tareas del segundo y el tercer período con 550 años-hombre (US\$ 55 millones), la mitad de los cuales (alrededor de US\$ 24 millones) se dedicaría a la creación de un organismo regulatorio (acreditador) cuya planta incluiría a 30 funcionarios durante ocho años? Chile tendrá que decidir si está dispuesto a gastar estos montos para completar las primeras dos etapas señaladas por la OIEA.

Por último, según la OIEA (2007) la Etapa 1 consiste en “comprometerse, con conocimiento de causa, con un programa de energía nuclear”. Para determinar lo que piensa y quiere la opinión pública se deberán hacer encuestas periódicas. Éstas permitirán evaluar la solidez de los conocimientos y las opiniones de la población respecto de la energía nuclear, y la manera en que las actitudes cambian en el tiempo. En el caso de Chile esa iniciativa costaría menos de un millón de dólares al año.

En consecuencia, la inversión más rentable que Chile podría hacer en este momento sería crear una encuesta longitudinal para evaluar y seguir las actitudes de la opinión pública frente a la energía nuclear. El fin de esta encuesta periódica es cumplir la primera etapa de la OIEA: un compromiso, con conocimiento de causa, con un programa de energía nuclear. (Por cierto que lo anterior no constituye una exigencia sino una recomendación de la OIEA.) Mientras no se asuma ese compromiso, las inversiones en infraestructura física deberían postergarse.

APÉNDICE

Índice de materias de la OIEA (2007)

1. **Introducción**
 - 1.1. Antecedentes
 - 1.2. Objetivo
 - 1.3. Campo de aplicación
 - 1.4. Usuarios
 - 1.5. Estructura
 - 1.6. Uso de esta guía
2. **Programa para desarrollar las etapas**
 - 2.1. Etapas de infraestructura
 - 2.2. Etapa 1: Disposición a comprometerse, con conocimiento de causa, con un programa nuclear
 - 2.3. Etapa 2: Disposición a llamar a licitación para la primera central nuclear
 - 2.4. Etapa 3: Disposición a poner en servicio y operar la primera central nuclear
3. **Descripción de aspectos relativos a la institucionalidad regulatoria**
 - 3.1. Posición nacional
 - 3.2. Seguridad nuclear
 - 3.3. Administración
 - 3.4. Aporte de fondos y financiamiento
 - 3.5. Marco legislativo
 - 3.6. Salvaguardias
 - 3.7. Marco regulador
 - 3.8. Protección contra la radiación
 - 3.9. Red eléctrica
 - 3.10. Desarrollo de recursos humanos
 - 3.11. Participación ciudadana
 - 3.12. Emplazamiento e instalaciones de apoyo
 - 3.13. Protección del ambiente
 - 3.14. Planificación de emergencia
 - 3.15. Seguridad y protección física
 - 3.16. Ciclo del combustible nuclear
 - 3.17. Desechos radioactivos
 - 3.18. Participación de la industria
 - 3.19. Adquisiciones

GLOSARIO

AL	América Latina. Incluye a Argentina, Brasil y México.
ALWR	(<i>Advanced light water reactors</i>). Reactores avanzados de agua ligera.
Asia or.	Asia oriental. Incluye China, Japón, Corea del Sur y Taiwán.
BTU	(<i>British thermal unit</i>) Medida de energía, equivalente al 94,8% de un gigajoule.
BWR	(<i>Boiling water reactor</i>) Reactor de agua en ebullición. La turbina es impulsada por el agua en ebullición del reactor.
CANDU	(<i>CANadian deuterium-uranium reactor</i>) Reactor atenuado y refrigerado con agua pesada a presión.
CCGT	(<i>Combined-cycle gas turbine</i>) Turbina impulsada por un ciclo combinado avanzado de gas/petróleo.
CO ₂ ST	El costo de emitir una tonelada de CO ₂ , ya sea a modo de impuesto o de permiso.
D ₂ O	Dos átomos de deuterio con un átomo de oxígeno constituyen el agua pesada, que se utiliza como atenuador en los reactores de agua pesada.
DOE	(US Department of Energy) Departamento de Energía de los Estados Unidos.
EIA	(US Energy Information Administration) Organismo que forma parte del DOE (Departamento de Energía) de Estados Unidos.
Eur. occ.	Europa occidental. Incluye a Bélgica, Finlandia, Alemania, Italia, Holanda, Eslovenia, España, Suecia y Suiza.
EUS/EO/AC	Ex Unión Soviética / Europa oriental / Asia central. Incluye a Armenia, Bulgaria, la República Checa, Alemania Oriental, Hungría, Irán, Rumania, Eslovaquia, Kazajistán, Lituania, Rusia y Ucrania.
GB/CW	Gran Bretaña y el Commonwealth británico. Incluye a Gran Bretaña, Canadá, India, Pakistán y Sudáfrica.
GCR	(<i>Gas-cooled reactor</i>) Reactor refrigerado con gas.
GJ	Giga-joule.
HWR	(<i>Heavy water reactor</i>) Reactor de agua pesada.
IDC	(Interés durante la construcción) Costos de financiamiento durante la construcción.
K	El costo total de la inversión de capital.
kWe	Kilowatt eléctrico, medida utilizada para comparar costos entre diversas alternativas.
LMR	(<i>Liquid metal reactor</i>) Reactor de metal líquido.
LWGR	(<i>Light water cooled reactor with a graphite moderator</i>) Reactor refrigerado con agua ligera y con atenuador de grafito.
LWR	(<i>Light water reactor</i>) Reactor de agua ligera, el reactor comercial más usado.
MOX	Mezcla de óxido de uranio (UO ₂) y óxido de plutonio.
MW	Megawatt (eléctrico). MWth es megawatt térmico.
MWh	Megawatt-hora, energía generada por un megawatt de potencia durante una hora.
NCR	(US Nuclear Regulatory Commission) Comisión Reguladora de la Energía Nuclear de los Estados Unidos.

NEA	(Nuclear Energy Agency) Agencia para la Energía Nuclear, organismo que forma parte de la OCDE.
O&M	Operación y mantenimiento, por lo general en el contexto de “costo de O&M”.
OIEA	Organismo Internacional de Energía Atómica (Viena, Austria).
PWR	(<i>Pressurized water reactor</i>) Reactor de agua a presión, el más popular de los LWR.
U	Uranio natural, compuesto principalmente de dos isótopos, U-235 y U-238.
U-235	Isótopo radioactivo de uranio.
U-238	Isótopo no radioactivo de uranio.
UF ₆	Hexafluoruro de uranio, utilizado para enriquecer el uranio natural en el U-235.
VAN	Valor presente (o actual) neto. Equivale a la suma de todos los flujos de fondos, actualizada a una fecha determinada.
WWER	PWR desarrollado en la ex Unión Soviética y en la actual Rusia.

BIBLIOGRAFÍA

- Cabrera-Palmer, B. y G. Rothwell (2008): “Why is Brazil Enriching Uranium?”. En *Energy Policy*, 36: 2570-2577.
- Chupka, M. W. y G. Basheda (2007): “Rising Utility Construction Costs: Sources and Impacts”. The Edison Foundation (septiembre).
- Economic Modeling Working Group (EMWG) (2007): *Cost Estimating Guidelines for Generation IV Nuclear Energy Systems*. EMWG of the Generation IV International Forum (GIF).
- Energy Information Administration (EIA) (2007): *Annual Energy Outlook-2007*. U.S. Department of Energy. DOE/EIA-0383.
- Graber, R. y G. Rothwell (2006): “Valuation and Optionality of Large Energy Industry Capital Investments”. En *Cost Engineering*, 48, 8: 20-26.
- Lapuerta, C. y T. Brown (2007): “Financial Risk and the Relative Economies of Natural Gas, Coal-Fired and Nuclear Power Stations”. Presentado ante el London Energy Forum, London Business School, The Royal Society (oct. 23-25).
- Nordhaus, W. D. (2001): “After Kyoto: Alternative Mechanisms to Control Global Warming”. Presentado durante la Reunión Annual de la American Economic Association (4 de enero).
- Nuclear Energy Agency (NEA) (2005): *Projected Costs of Generating Electricity: 2005 Update*. París, Francia: Agencia Internacional de la Energía, Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico.
- Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) (1998): *Choosing the Nuclear Power Option: Factors to be Considered*. Vienna, Austria: OIEA.
- (2002): *Power Reactor Information System (PRIS) Database*. Viena, Austria: OIEA.
- (2007): *Milestones in the Development of a National Infrastructure for Nuclear Power*. Viena, Austria: OIEA. http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1305_web.pdf.

- Ray, R. (2008): "Nuclear Costs Explode". En *Tampa Tribune*, 15 de enero.
<http://news.tradingcharts.com/futures/9/7/103360779.html>.
- Roques, F., W. Nuttall, D. Newberry, R. de Neufville y S. Connors (2006): "Nuclear Power: A Hedge against Uncertain Gas and Carbon Prices?". En *The Energy Journal*, 27, 4.
- Rothwell, G. (2006): "A Real Options Approach to Evaluating New Nuclear Power Plants". En *The Energy Journal*, 27, 1.
- Tol, R. (2005): "The Marginal Damage Costs of Carbon Dioxide Emissions: An Assessment of the Uncertainties". En *Energy Policy*, 33: 2064-2074.
- Vergara, J. (2007): "Energía Nucleo-eléctrica en Chile". Presentado en la P. Universidad Católica de Chile, Valparaíso, Chile (24 de agosto). □

ENERGÍAS RENOVABLES NO CONVENCIONALES: ¿CUÁNTO NOS VAN A COSTAR?¹

Alexander Galetovic y Cristián Muñoz

Este trabajo cuantifica los efectos de la Ley N° 20.257 que persigue estimular a las energías renovables no convencionales. Se concluye que, de ser eficaz, la ley les aumentará el costo de suministro a los consumidores del SIC en a lo menos US\$ 4.000 millones en valor presente. Pues si bien las energías no convencionales reducen emisiones de CO₂, lo hacen a un costo cinco veces mayor que el costo del daño que causan.

Si la ley cumple con su finalidad —se señala—, lo más probable es que la tecnología no convencional marginal sea la generación con viento. Dependiendo del factor de planta que alcancen estas centrales, el viento es entre dos y cuatro veces más caro por MWh que el

ALEXANDER GALETOVIC. Ph.D. Economía, Princeton University. Ingeniero Comercial, Universidad Católica de Chile. Profesor del Centro de Economía de la Empresa, Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, Universidad de los Andes, e investigador del Centro de Estudios Públicos. E-mail: alexander@galetovic.cl.

CRISTIÁN MUÑOZ MONTECINOS. Ingeniero Civil Eléctrico y Magíster en Administración de Empresas, Universidad Católica de Chile. Jefe del Departamento Regulación y Desarrollo, AES Gener S.A. y profesor adjunto del Departamento de Ingeniería de la Universidad de Chile. E-mail: cmunozm@aes.com.

¹ Este trabajo fue financiado por AES Gener S.A. Sin embargo, su contenido es de nuestra exclusiva responsabilidad y no compromete de manera alguna a AES Gener S.A. Galetovic también agradece el financiamiento parcial del Instituto Milenio P05-004-F Sistemas Complejos de Ingeniería. Estamos muy agradecidos de los comentarios de Rodrigo Palma, Hugh Rudnick, un árbitro anónimo de *Estudios Públicos* y de los recibidos en un seminario del CEP y en las VIII Jornadas de Derecho Eléctrico.

Estudios Públicos, 112 (primavera 2008).

carbón. Esta desventaja no desaparece si al carbón se le castiga por los costos ambientales que genera. La desventaja del viento es simplemente que, siendo bajos sus factores de planta, es necesario invertir alrededor de cuatro veces más para generar la misma energía. La mayor inversión sobrepasa con holgura el ahorro proveniente del menor costo de operación de las turbinas eólicas. Las desventajas adicionales —necesidad de respaldos térmicos y volatilidad de su disponibilidad— no son irrelevantes, pero su efecto es un orden de magnitud menor.

Con todo —se advierte en este trabajo—, el costo de cumplir con la ley es más alto que pagar las multas que ésta impone. Así, mientras no se aumenten las multas, el efecto más probable es que sustituyan una parte, tal vez considerable, del cumplimiento de la obligación impuesta.

Palabras clave: energía eólica, costo de desarrollo, daño marginal por emisiones de carbono.

Clasificación JEL: L52, L94.

Recibido: agosto de 2008. *Aceptado:* octubre de 2008.

1. INTRODUCCIÓN

El 20 de marzo de este año la presidenta Bachelet promulgó la Ley N° 20.257, cuya finalidad es fomentar las energías renovables no convencionales (también conocidas por ERNC). Esta nueva ley obliga a todas las empresas eléctricas del Sistema Interconectado Central (SIC) y del Sistema Interconectado del Norte Grande (SING) que retiran de sistemas con más de 200 MW de capacidad instalada a suministrar el 5% de sus ventas anuales de electricidad con energías no convencionales a partir de 2010, para llegar a 10% en 2024²⁻³. Este trabajo muestra que este estímulo es inconveniente. De ser eficaz, la ley les aumentará el costo de suministro a los consumidores del SIC en a lo menos US\$ 4.000 millones en valor presente. Si bien las energías no convencionales reducen emisiones de CO₂, lo hacen a un costo cinco veces mayor que el costo del daño que causan. Peor aun, es probable

² Entre 2010 y 2014 la obligación será de 5%. Desde 2015 aumentará anualmente en 0,5 puntos porcentuales hasta alcanzar la meta de 10% recién en 2024.

³ La *potencia* es la capacidad de desarrollar trabajo mecánico y se mide en watts (W). La *energía* es el uso o generación de potencia durante un período y se mide en watts por hora o watts-hora (Wh). Así por ejemplo, una ampollita de 100 W de potencia consume 50 Wh de energía si está encendida por media hora. Un kilowatt (kW) son 1.000 watts; un megawatt (MW) son 1.000 kW y un gigawatt (GW) son 1.000 MW.

que buena parte de la obligación se complete pagando las multas por incumplimiento que la misma ley impone.

Las energías no convencionales son diversas e incluyen entre las más conocidas a la geotermia, la energía eólica, la solar, la mareomotriz, la generación con biomasa, con biogás y también a las pequeñas centrales hidroeléctricas (véase la descripción en el Recuadro N° 1). Algunas, como la generación con biomasa o las pequeñas centrales hidroeléctricas, son tecnologías conocidas que se usan comercialmente en Chile desde hace mucho tiempo. Otras, tales como la energía eólica generada con molinos de viento o la geotermia, se han desarrollado en otras partes del mundo, pero no son comercialmente viables en Chile. Y también las hay experimentales, tales como la energía mareomotriz o la solar. Por eso no es sorprendente que muchas de ellas sólo se instalarían en Chile si se les subsidia, ya sea directamente o mediante una obligación que, finalmente, pagarán los consumidores con tarifas más altas. Pero ¿se justifica subsidiar a estas tecnologías?⁴

Los beneficios de la obligación que impone esta ley y que promete el mensaje presidencial serían mayor seguridad y eficiencia y el desarrollo sustentable de los sistemas eléctricos chilenos. Sin embargo, un momento de reflexión sugiere que tales consecuencias, aunque en principio posibles, no son necesarias. Por ejemplo, la ley impone tecnologías que hasta la fecha no han pasado el test de mercado y es probable que la obligación de usarlas aumente el costo de suministro. También es cierto que algunas de estas tecnologías, particularmente la del viento, no pueden garantizar un flujo constante de energía, por lo que podría aumentar la probabilidad de déficit y, en cualquier caso, la necesidad de respaldos térmicos. Y si bien se podría argumentar que las energías no convencionales son amistosas con el medio ambiente, es probable que existan otros proyectos que, costando lo mismo, podrían contribuir más a mejorarlo. La conclusión es que una decisión informada debió haberse tomado después de calcular el costo de estimular a las energías no convencionales mediante la obligación que impondría esta nueva ley e, idealmente además, cuantificar sus beneficios ambientales y compararlos con los de proyectos alternativos.

El propósito de este trabajo es más modesto, porque sólo evaluamos el costo para los consumidores de cumplir con la obligación que impuso la ley si la generación eólica resulta ser la tecnología no convencional marginal. Sin embargo, el ejercicio es interesante a pesar de todo. Una razón es que buena parte de la inversión en energías no convencionales seguramente será en generación eólica, porque la disponibilidad de otras energías es

⁴ El Recuadro N° 2 describe los subsidios y preferencias ya existentes.

RECUADRO 1

LAS ENERGÍAS RENOVABLES NO CONVENCIONALES:
CARACTERÍSTICAS Y ESTADO DE DESARROLLO

Minicentrales hidroeléctricas. Son centrales hidroeléctricas pequeñas de potencia nominal entre 30 y 50 MW o inferior instaladas en ríos de bajo caudal. Por lo general estas centrales pueden acumular agua durante el día para generar durante las horas de punta. De un lado, la tecnología de las centrales es madura y de alta disponibilidad en el mercado y, del otro, existe amplio conocimiento acumulado en Chile sobre los caudales y su variabilidad en las principales cuencas resumidos en estadísticas de a lo menos los últimos 40 años. La disponibilidad de energía es volátil pero manejable con las reglas actuales de operación del sistema eléctrico chileno. Se trata de proyectos que seguramente no requieren subsidios para ser rentables a los precios vigentes.

Centrales geotérmicas. Son centrales que generan con el vapor producido por la actividad volcánica. Se alimentan del vapor saturado extraído desde un acueducto subterráneo e inyectado a la planta de generación. Una vez usado, el vapor se enfría y se devuelve al acueducto.

Las primeras centrales geotérmicas se construyeron en los años cuarenta, por lo que se trata de una tecnología desarrollada y conocida. Más aun, una vez verificada la fuente termal, la generación geotérmica es casi constante a lo largo del tiempo. Por ejemplo, los factores de planta de las centrales mexicanas Cerro Prieto (700 MW) y Los Azufres (200 MW) fluctúan entre 85 y 90%. Su principal limitación es que las prospecciones y perforaciones geológicas necesarias para investigar la disponibilidad de vapor duran un par de años y son inciertas.

Centrales eólicas. Son centrales que usan al viento para mover las aspas de los generadores. La tecnología se ha perfeccionado bastante a lo largo de los años y hay varios proveedores de equipos. Sin embargo el viento es una fuente de energía volátil —dentro de una misma hora las turbinas podrían generar desde cero hasta la capacidad máxima— y los factores de planta son muy bajos, entre 20 y 30%. Por eso, los megawatts eólicos requieren respaldos térmicos, seguramente turbinas diésel.

Biogás. Este combustible es gas natural (principalmente metano) que generan los desechos y la basura. La tecnología es la misma que se ocupa para generar con gas natural extraído del subsuelo, la que está ampliamente desarrollada. Por lo tanto es muy confiable y el suministro es constante, con factores de planta superiores al 90%.

Mareomotriz. Esta fuente usa el movimiento de las mareas para generar electricidad. Se trata de una tecnología experimental. Su generación es muy variable.

Solar. Esta fuente usa al sol para generar electricidad mediante paneles fotovoltaicos. La tecnología está disponible sólo a nivel de prototipo y sin mayor desarrollo comercial.

RECUADRO 2

SUBSIDIOS A LAS ENERGÍAS NO CONVENCIONALES

Para apoyar al desarrollo de las energías no convencionales la ley corta 1 definió exenciones totales o parciales de peajes por uso del sistema de transmisión de alta tensión. Es así como las centrales cuya capacidad instalada es menor que 9 MW están totalmente eximidas del pago de peaje y aquellas que tengan un tamaño entre 9 y 20 MW, de forma parcial y decreciente con su potencia, es decir, exención nula al llegar a 20 MW. Cabe señalar que de alcanzar la meta de que el 10% de la demanda provenga de fuentes de ERNC, este solo beneficio representa en valor presente alrededor de 57 millones de dólares. Este valor será pagado por el resto del mercado, incluidos los consumidores, de modo que el transmisor continúe recibiendo todo el pago por sus instalaciones.

La misma ley corta 2 también consideró una ayuda adicional y que consistió en que se reservará un 5% de la demanda licitada por las distribuidoras para clientes regulados, para ser abastecidos por ERNC al precio que resulte de la licitación respectiva.

La Comisión Nacional de Energía en enero 2006, a través del DS N° 244, establece una normativa especial para todos aquellos medios de generación no convencional y pequeños medios de generación. Esta normativa permite que las centrales de menos de 9 MW puedan vender directamente su energía en el sistema al costo marginal horario, o bien, si así lo desearan, a un precio estabilizado correspondiente al precio de nudo, fijado en los decretos tarifarios.

Finalmente se encuentra el programa Corfo-CNE, que tiene subsidios directos para promover la investigación y desarrollo de las ERNC.

limitada⁵. También es cierto, y por lo mismo, que el costo para los usuarios será marcado por la tecnología no convencional marginal —el resto de las tecnologías inframarginales recibirá rentas ricardianas⁶. Por último, los resultados de este ejercicio resaltan la necesidad de evaluar cuantitativamente los proyectos de ley antes de enviarlos al Congreso.

⁵ La única limitación para instalar turbinas eólicas es la disponibilidad de lugares en que el viento sopla con frecuencia e intensidad suficientes, puesto que la tecnología está libremente disponible. Por contraste, los derechos de agua están bastante concentrados y la disponibilidad de biomasa es limitada. Tampoco existe un mercado desarrollado por estos insumos, con precios de lista del recurso primario de generación. Véase la discusión líneas abajo en la sección 4.3.

⁶ Una renta ricardiana es un ingreso recibido por un factor productivo por encima de su costo de oportunidad de largo plazo. Conviene distinguirla de una cuasirenta —la diferencia entre los ingresos totales y todos los costos de corto plazo. Véase a Noll (2005, p. 593).

La primera conclusión del trabajo es que el costo adicional de reemplazar una central a carbón de 250 MW con energía eólica durante 25 años, suponiendo que el factor de planta que alcance sea 24% (el promedio en los sitios en que la Comisión Nacional de Energía, CNE, ha medido la velocidad del viento), sería US\$ 1.171 millones en valor presente⁷. La principal razón es que para reemplazar a una central a carbón se necesita invertir poco más de cuatro veces más en turbinas de viento (US\$ 2.124 millones contra US\$ 500 millones). El mayor costo de la inversión sobrepasa a los ahorros de combustible y lo que Chile podría recibir por créditos de carbono. Peor aun, si a consecuencia de la ley Chile pierde el derecho de vender esos créditos de carbono (más sobre esto en líneas abajo en la conclusión), el costo del reemplazo llegaría a US\$ 1.403 millones. Sea cual fuera el costo adicional, éste es grande si se considera, a modo de comparación, que una central a carbón cuesta del orden de US\$ 500 millones. Más aun, nuestros cálculos indican que el costo del viento está muy por encima del costo del carbón, aun si se consideran los costos ambientales locales y globales que generan las emisiones.

También calculamos las consecuencias de que el viento sea una fuente de energía volátil que a veces sopla y otras veces no. En Chile no hay muchos estudios de las variaciones horarias, diarias o estacionales, pero es razonable esperar que sean importantes. Por ejemplo, en España, país que genera con viento alrededor del 9% de su electricidad, se reporta que en 2007 la generación horaria ha variado desde 25 MW (casi nada) hasta 8.298 MW. Por eso, el ahorro de combustible dependerá de cuándo sople el viento: si lo hace en horas punta o sigue a la demanda, se ahorrarán alrededor de US\$ 600 millones, pero si sopla fuera de la punta, este ahorro caerá a alrededor de US\$ 400 millones, al tiempo que la probabilidad de déficit eléctrico anual aumenta desde 7% hasta 9,8%⁸. Así, es probable que la inversión en molinos de viento se acompañe con respaldos térmicos, seguramente generadores diésel, lo que se suma al costo directo de las turbinas de viento. Esta inversión adicional cuesta alrededor de US\$ 145 millones. Con todo, la balanza no se inclina en contra del viento por su mayor volatilidad; su principal desventaja son sus bajos factores de planta, los que elevan considerablemente el costo medio.

⁷ Se define el factor de planta como

$$\frac{\text{Cantidad de energía producida}}{\text{Cantidad de energía producida si opera al 100\% de capacidad}}$$

⁸ Se trata de la probabilidad anual, vale decir que aparezca déficit en al menos un mes del año hidrológico.

La segunda conclusión del trabajo es que el valor presente del costo adicional de la ley para los consumidores del SIC, de nuevo suponiendo que el factor de planta que alcancen las centrales eólicas es 24%, suma US\$ 4.153 millones, y llega a US\$ 5.048 millones si se pierden los créditos de carbono⁹. Se trata de montos considerables. Por ejemplo, el Plan de Descontaminación de Santiago actualmente vigente cuesta, según estimaciones del gobierno, alrededor de US\$ 220 millones. De manera similar, de acuerdo a un experto ambiental con quien conversamos, con US\$ 4.000 millones sería posible disminuir la contaminación en Santiago a los niveles de California. Sea como sea, el punto es que la disminución de emisiones que se alcanzará con la ley es bastante más cara que las alternativas razonables.

Tercero, y dicho todo lo anterior, tal vez la conclusión más sorprendente del ejercicio es que el costo de cumplir con la ley es más alto que pagar las multas que ésta impone. Así, al menos por el momento, y mientras no se aumenten las multas que impone la ley, el efecto más probable es que los dueños de proyectos capaces de sobrevivir a precios de mercado recibirán una cuasi renta, y que se cobrarán multas que sustituirán el cumplimiento de una parte de la obligación impuesta.

Como ya lo dijimos, nuestra estimación del costo de la energía eólica es relevante porque, de no existir multas, probablemente será la que marcará el precio que finalmente recibirán quienes instalen energías no convencionales. Parece apropiado comenzar, entonces, discutiendo por qué es así.

2. LA MICROECONOMÍA DE LA LEY

2.1. Los efectos de la ley

Las energías no convencionales son un grupo muy diverso. Algunas, tales como las pequeñas centrales hidroeléctricas, el biogás o la biomasa, suelen ser rentables privadamente si venden su energía y potencia a precios de mercado. Otras, si bien ya desarrolladas comercialmente en el mundo, son incapaces de competir si no se les subsidia —es el caso de la generación con viento¹⁰. Por último, existen tecnologías nuevas que no han

⁹ El cálculo supone que a partir de 2022 el consumo crecerá 4% al año.

¹⁰ Lewis y Wiser (2007) muestran que en casi todos los países en que se ha desarrollado la energía eólica se han establecido acuerdos preferenciales de compra. Como se verá líneas abajo, estos acuerdos preferenciales generan un subsidio que pagan los consumidores directamente.

sido desarrolladas comercialmente y que todavía están en etapa experimental (v. gr., la energía mareomotriz y la solar).

Lo anterior implica que existe una curva de oferta de energías no convencionales que ordena los proyectos de mayor a menor costo por kWh, tal como se muestra en el Gráfico N° 1. Al principio aparecen los proyectos que son rentables con el precio monómico de mercado de la electricidad, llamémoslo p^m y que en el ejemplo son capaces de producir x_0 kWh¹¹. A continuación siguen aquellos proyectos que no son rentables a precio de mercado, capaces de producir $(x^v - x_0)$ kWh. Finalmente, una vez agotados los proyectos que dependen de las condiciones particulares del SIC (v. gr. disponibilidad de agua, biogás o biomasa) se encuentra la tecnología marginal ampliamente disponible —seguramente, la generación eólica—. En los cálculos que siguen líneas abajo supondremos que el costo por kWh es constante, lo que ocurrirá si el factor de planta marginal lo es¹².

¿Qué ocurre si no hay subsidios u obligaciones de compra? En ese caso se generarían x_0 kWh con tecnologías no convencionales. El triángulo ABp^m es la renta ricardiana que obtendrían los dueños de estos proyectos. En la práctica, seguramente éste es el caso de algunas pequeñas centrales hidroeléctricas, tecnología madura y con amplia información sobre disponibilidad de caudales; o de algunos proyectos que generan con biomasa o biogás¹³.

¹¹ El *precio monómico de la energía* indica el precio promedio de un kWh habida consideración del pago de potencia que se debe hacer. Es decir, es igual a

$$\frac{p_e \cdot e + p_p \cdot p}{e},$$

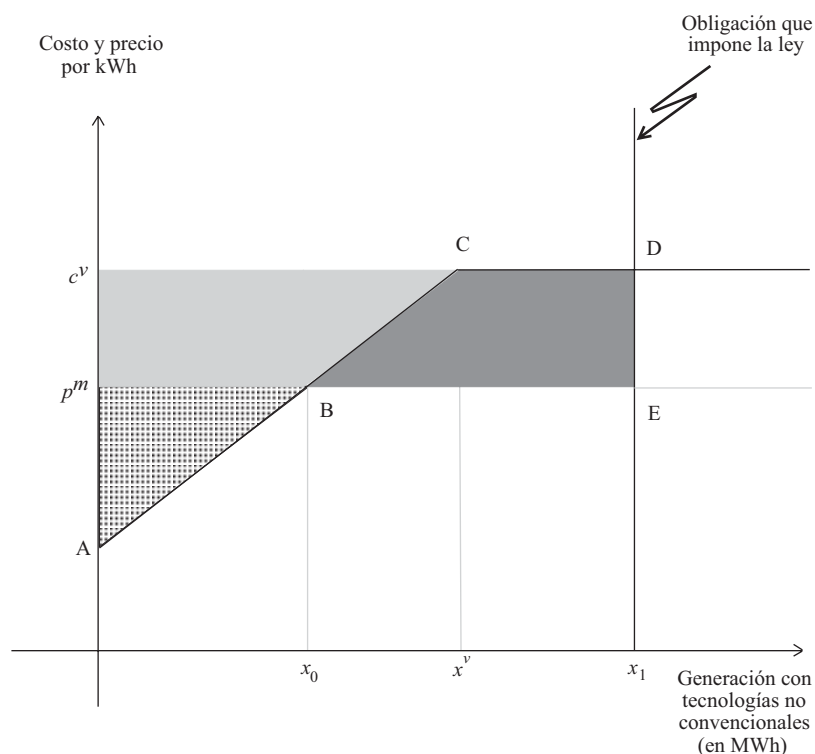
donde p_e es el precio de la energía, p_p el de la potencia, e la cantidad total de energía consumida y p la cantidad de potencia utilizada.

¹² Conviene notar que los parques eólicos requieren superficies extensas, pues las hélices deben distanciarse unas de otras a razón de cinco a diez veces su diámetro. Por eso, se necesitan alrededor de 10 ha por cada megawatt de potencia eólica nominal instalada. Como en promedio las hélices generan alrededor del 25% de su potencia nominal (el así llamado factor de planta), para reemplazar a una central térmica de 250 MW se necesitan 10.000 ha, la superficie del Gran Concepción. Nuestro estudio supone que la disponibilidad de suelo con viento no es una limitante.

Se nos ha señalado que el suelo ocupado por parques eólicos suele compartirse con otras actividades agrícolas o ganaderas, y que nuestro estudio ignoraría estos beneficios. Sin embargo, un poco de reflexión indica que tales actividades se pueden desarrollar con independencia del proyecto eólico. Por eso, no cabe considerarlos en la evaluación.

¹³ Galaz (2007) estima que sin el proyecto de ley la participación de las energías no convencionales en la generación total en el SIC sería entre 1,3% y 3%.

GRÁFICO N° 1: LAS CONSECUENCIAS DE LA LEY



Consideremos las consecuencias de la ley. Al obligar que parte de la electricidad sea generada con tecnologías no convencionales, la ley crea demanda por esa cantidad. Si el requisito es suficientemente pequeño, menos de x_0 kWh en el Gráfico N° 1, la ley no tiene efecto, pues todo e incluso más de lo que la ley exige se cumple con los proyectos rentables a precios de mercado. Sin embargo, si el requisito es “grande”, en el sentido que excede a la disponibilidad de proyectos rentables a precio de mercado, la ley “estimulará” a las energías no convencionales a costa de los consumidores.

Ahora bien, al dibujar el gráfico hemos supuesto que la ley crea demanda por x_1 kWh generados con tecnologías no convencionales. En ese caso el estímulo aumenta la producción de energía con tecnologías no convencionales en $x_1 - x_0$ kWh. De ese aumento, $x_1 - x^v$ son generados con viento, que en nuestro ejemplo es la tecnología marginal. Ahora estamos en condiciones de estudiar el costo de la ley.

2.2. ¿Cuánto costará la ley?

Supóngase que el costo marginal de cada kWh generado con tecnologías no convencionales es c^v , el costo marginal de largo plazo de generar con viento. En equilibrio, la tecnología marginal establecerá el precio que se pagará por cada kWh generado con tecnología no convencional, independientemente de si son o no generados con viento. Por eso, el rectángulo p^mEDc^v , que es igual a

$$(c^v - p^m) \cdot x_1,$$

es el subsidio total que pagarán los consumidores.

Por supuesto, no todo el subsidio es aumento de costos. Tal como se puede ver en el gráfico, sólo lo es una parte: el trapecio BEDC. El resto del rectángulo p^mEDc^v , el trapecio p^mBCc^v , es una transferencia desde los consumidores hacia los dueños de proyectos. En otras palabras, la ley aumentará la renta ricardiana de estos productores desde el triángulo ABp^m hasta el triángulo ACc^v , es decir,

$$p^mBCc^v = ACc^v - ABp^m.$$

El resto del rectángulo, el trapecio BEDC, es el costo social de la ley, equivalente a la pérdida social que causa la ley.

2.3. Cuando es más barato pagar una multa

La ley que se aprobó también obliga a pagar una multa al generador que no cumpla con su obligación. En efecto, un generador deberá pagar 0,4 UTM por cada MWh no cumplido (alrededor de US\$ 28/MWh) la primera vez, y 0,6 UTM por cada MWh no cumplido de ahí en adelante (alrededor de US\$ 43/MWh)¹⁴.

¹⁴ La ley dice lo siguiente:

“La empresa eléctrica que no acredite el cumplimiento de la obligación a que se refiere este artículo al 1 de marzo siguiente al año calendario correspondiente, deberá pagar un cargo, cuyo monto será de 0,4 UTM por cada megawatt/hora de déficit respecto de su obligación. Si dentro de los tres años siguientes incurriese nuevamente en incumplimiento de su obligación, el cargo será de 0,6 UTM por cada megawatt-hora de déficit”.

Para analizar el efecto de las multas, supóngase que

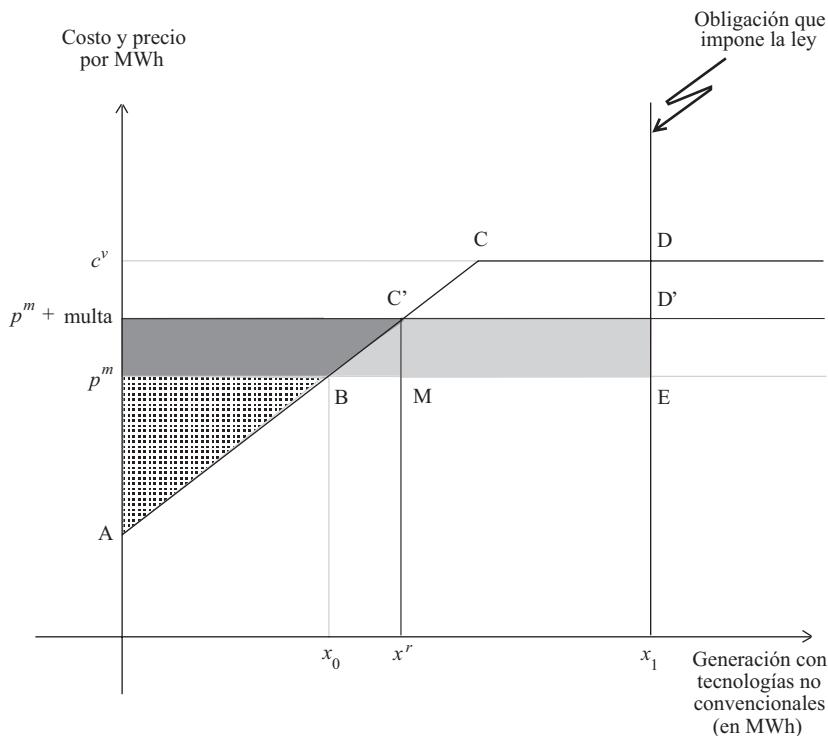
$$p^m + \text{multa} < c^v,$$

es decir, el precio monómico de equilibrio de la energía más la multa es menor que el costo de generar con viento. El resultado se puede apreciar en el Gráfico N° 2. En este caso, las tecnologías no convencionales se expanden desde x_0 hasta x^r . A partir de ese momento conviene pagar la multa, porque es más barato que continuar instalando energías no convencionales. Así, el resto de la obligación, $x_1 - x^r$, se cumple pagando la multa.

¿Cuánto les costará a los consumidores la ley si ahora los generadores prefieren pagar la multa y traspasarla al precio final? Ahora el subsidio que pagan los consumidores es el rectángulo p^mED ($p^m + \text{multa}$), que es igual a

$$\text{multa} \cdot x_1 < (c^v - p^m) \cdot x_1.$$

GRÁFICO N° 2: CUANDO PAGAR LA MULTA ES MÁS BARATO



Este subsidio se descompone en tres partes. Primero, la transferencia hacia los dueños de proyectos, el trapecio $p^m BC'$ ($p^m + multa$). Segundo, la pérdida social, el triángulo BMC' . Y tercero, la multa, el rectángulo $MED'C'$, que es igual a

$$multa \cdot (x_1 - x').$$

Nótese que si la multa es más baja que la diferencia entre el precio de mercado p^m y el costo de la tecnología marginal, c^v , el costo social de la ley cae, porque ésta evita que se instalen las tecnologías más ineficientes, en este caso la del viento.

2.4. Digresión: el costo por kWh

A veces es útil calcular en cuánto aumentará el costo de suministro por kWh. Sin embargo, es necesario elegir el denominador de la fracción con cuidado y tener claro qué pregunta se quiere responder, de lo contrario se corre el riesgo de equívocos.

Para comenzar, nótese que c^v , el costo marginal de largo plazo de la energía eólica, es el número adecuado si se trata de comparar el costo de producir un kWh más con energías no convencionales con p^m , el costo monómico de hacerlo con las energías tradicionales. La diferencia

$$c^v - p^m = \frac{p^m EDc^v}{x_1}$$

también es adecuada si se quiere computar el costo por kWh de energía no convencional que pagarán los consumidores, aunque se debe notar que incluye la renta ricardiana que reciben los dueños de proyectos no convencionales. Por eso, si se quiere obtener una medida del costo por kWh de aumentar la generación con tecnologías no convencionales, se debe computar la fracción

$$\frac{BEDC}{x_1 - x_0}.$$

A veces puede ser útil computar el aumento del precio de la electricidad causado por la ley. Si el consumidor paga una tarifa que diferencia energía de potencia, y x^T es la cantidad total de kWh generados en el SIC, ese aumento del precio por kWh es aproximadamente igual a

$$(c^v - p^m) \cdot \frac{x_1}{x^T} = \frac{p^m \text{ED} c^v}{x^T}.$$

Obviamente, si la fracción $\frac{x_1}{x^T}$ es pequeña (entre 0,05 y 0,1 según la ley), esta cantidad parecerá pequeña, no porque la energía no convencional sea barata, sino porque el número de kWh no convencionales es pequeño comparado con el número total de kWh generados.

El equívoco es aun mayor si, como lo han hecho algunos ambientalistas destacados, se computa el aumento del precio por kWh que pagarán los clientes residenciales, porque alrededor del 45% de la tarifa por kWh que pagan (la así llamada tarifa BT1) remunera al sistema de distribución (el así llamado valor agregado de distribución o VAD)¹⁵. En ese caso, el aumento de precio por kWh es aproximadamente

$$\frac{c^v - p^m}{\text{VAD} + p^m} \cdot \frac{x_1}{x^T} = \frac{p^m \text{ED} c^v}{(\text{VAD} + p^m) \cdot x^T}.$$

Este aumento parece pequeño sólo porque el denominador de la fracción es grande, pero no es un punto de referencia apropiado para evaluar el costo de una ley como la que aprobó el Congreso.

3. LOS EJERCICIOS Y LA METODOLOGÍA DEL ESTUDIO

3.1. Los ejercicios

Para simular la operación de las centrales del SIC utilizamos el modelo de despacho hidrotérmico Omsic y el plan de obras elaborado por la CNE en abril de 2007 (CNE, 2007a). Éste es un plan indicativo que minimiza el costo de operación, inversión y falla, considerando el costo de inversión y de operación de las distintas alternativas de generación, la hidroelectricidad, el carbón, el gas natural licuado (GNL) o el diésel. El conjunto de centrales que arroja esta optimización es conocido como plan de obras indicativo de la CNE y su finalidad es simular las decisiones de inversión de los generadores privados.

Porque el plan de obras de la CNE sólo llega hasta 2018, en nuestro estudio debemos incorporar nuevas centrales para el período restante. Para

¹⁵ Por ejemplo, véase la carta de Sara Larraín a *El Mercurio* el miércoles 19 de diciembre de 2007.

ello, supondremos que a partir de 2019 el SIC se expandirá adaptado con centrales a carbón¹⁶. Este supuesto es razonable, porque el costo medio de operación e inversión de las centrales a carbón es menor que el de centrales que funcionan con GNL o diésel.

Ahora bien, para cuantificar el efecto de una planta eólica en el SIC, es necesario modificar el plan de obras considerando que cada planta eólica instalada sustituirá a una que use la tecnología de expansión. Por eso tiene pleno sentido comparar el costo de generar con viento y el costo de generar con carbón.

Al mismo tiempo, desde el punto de vista de simular la operación del sistema, las plantas eólicas no sustituyen a las plantas térmicas sino que sólo retrasan su entrada. Por eso, al simular la operación del sistema supondremos que la demanda residual (es decir, descontada la parte que será suministrada por energías renovables) será satisfecha por centrales convencionales. Así, las centrales a carbón se retrasarán lo suficiente para que el costo marginal monómico de la energía sea a lo menos igual que el costo de la tecnología de expansión, el carbón. De este modo, se puede obtener el nuevo plan de obras y simular la operación con estas nuevas condiciones. Con este método haremos los dos ejercicios que se describen a continuación.

3.1.1. Ejercicio 1: ¿cuánto cuesta sustituir una central a carbón?

Nuestro primer ejercicio estima el costo adicional si la energía eólica sustituye a una central térmica a carbón. ¿Cómo hacerlo?

Calcular el costo de inversión es simple. Basta con multiplicar el número de kilowatts de potencia por el costo por kW, una magnitud habitualmente disponible. Sin embargo, las reglas de operación del sistema eléctrico chileno implican que cuando una turbina eólica reemplaza a una central a carbón no necesariamente sustituye generación a carbón. En efecto, el costo marginal de la generación eólica es cero y eso implica que toda la energía será colocada en la base. Por lo tanto, según sea la hora del día en que sople, el viento sustituirá carbón, gas o diésel¹⁷. Adicionalmente, qué combustible sea reemplazado en cada momento dependerá también de la cantidad de agua disponible. Por eso, la sustitución debe calcularse simulando la operación del sistema. Una vez computadas las diferencias de cos-

¹⁶ Se dice que un sistema eléctrico está *adaptado* cuando la capacidad instalada es suficiente para servir el consumo a mínimo costo técnicamente factible.

¹⁷ Estas reglas de operación se describen, por ejemplo, en Galetovic, Olmedo y Soto (2002).

tos de operación con una y otra alternativa, las actualizaremos descontándolas al 10% real suponiendo un horizonte de 25 años.

También es necesario tomar en cuenta que la disponibilidad de viento es aleatoria y, valga la redundancia, volátil. Esto implica que si la generación eólica sustituye a una central a carbón seguramente será necesario invertir en capacidad de respaldo, posiblemente turbinas diésel, o de lo contrario aumentará la probabilidad de déficit. De manera similar, si la generación eólica no está presente durante las horas de la punta, es necesario que otras centrales térmicas generen.

Por eso, una parte del costo de la energía eólica es: o la inversión en respaldo térmico, o un aumento de la probabilidad de déficit de energía o un aumento de la probabilidad de pérdida de carga¹⁸. En el ejercicio agregaremos suficiente capacidad para dejar constante la probabilidad anual de déficit.

3.1.2. Ejercicio 2: el aumento del costo de suministro debido a la ley

El segundo ejercicio consiste en calcular el mayor costo que pagarán a perpetuidad los usuarios del SIC gracias a la ley —en términos del Gráfico N° 1, el valor presente del rectángulo p^mEDc^v . Este ejercicio es un tanto distinto del anterior, porque calcularemos la diferencia de costos a perpetuidad suponiendo que a lo largo del tiempo se va agregando capacidad eólica para cumplir con lo que la ley exige en cada momento. Como se vio líneas arriba, para ello es necesario recalcular la secuencia con que van entrando nuevas centrales —el así llamado plan de obras. Una vez recalculado el plan de obras, volveremos a simular la operación, y calcularemos la diferencia entre el costo de operación e inversión con ley y sin ley. De esta forma, simularemos la operación del sistema entre 2010 y 2021; supondremos que después de 2021 el costo adicional continuará creciendo proporcionalmente al crecimiento de la demanda —4% por año—, finalmente, descontaremos todo al 10% para obtener un valor presente.

Es conveniente reiterar que calcularemos el valor presente del rectángulo p^mEDc^v . Sería conveniente, también, calcular el trapecio BEDC, el

¹⁸ A modo de ejemplo, se puede mencionar el parque eólico Cerro Colorado de 20 MW de potencia nominal que la minera Barrick está construyendo en la región de Coquimbo. Simultáneamente la minera construirá una central diésel de 32 MW, seguramente para generar cuando no haya suficiente viento. Otro ejemplo es reportado por Blackler e Iqbal (2006), quienes evalúan si es más conveniente continuar generando con una central térmica diésel de 500 MW o incorporar un parque eólico. Su análisis ignora la posibilidad de dismantelar la central a diésel. Todo lo contrario, la mantiene como respaldo.

aumento del costo neto. Sin embargo, para eso tendríamos que conocer la disponibilidad de proyectos de energía no convencional más baratos que el viento, información que no tenemos. Por eso, en la medida en que el viento sea la tecnología no convencional marginal, nuestro ejercicio es una buena estimación del mayor costo que pagarán los usuarios y generadores, pero sólo una cota superior del costo total de recursos —parte del rectángulo es simplemente una renta ricardiana que obtendrán los dueños de proyectos de energías no convencionales inframarginales. En todo caso, la sobrestimación del costo no será muy grande en la medida en que el stock de proyectos inframarginales se agote pronto. Una vez que eso ocurra lo impuesto por la ley deberá cumplirse con proyectos marginales.

3.2. Modelación y algunos parámetros clave

Para comparar el costo de generar con carbón y viento es necesario parametrizar una serie de costos y variables. A continuación revisamos una serie de estudios de parámetros clave: el costo de la capacidad eólica; las estimaciones de factores de planta eólicos y de la variabilidad del viento, y el costo del daño marginal causado por las emisiones de CO₂. La finalidad de esta sección es poner en perspectiva lo que se ha supuesto al hacer los ejercicios 1 y 2 ya descritos. Estos supuestos se describen en el Apéndice B.

3.2.1. El costo de la capacidad eólica

Las estimaciones del costo de la capacidad eólica no son muy precisas y, en cualquier caso, éste varía de proyecto en proyecto¹⁹. En Chile, Moreno *et al.* (2007) estiman que cada kW cuesta entre US\$ 1.100 y US\$ 1.500. Santana (2006), por su parte, da un rango entre US\$ 1.200 y US\$ 1.800. En los Estados Unidos, Bolinger y Wiser (2008, p. 21) afirman que el costo por kW de turbinas instaladas en 2007 varió entre US\$ 1.240 y US\$ 2.600, siendo la media US\$ 1.710. Sin embargo, el costo ha ido aumentando en años recientes, principalmente por el aumento del precio de las turbinas. De hecho, la estimación promedio de Bolinger y Wiser (2008) del costo de los proyectos *propuestos* en 2007 (pero aún no ejecutados) es que cada kilowatt costará US\$ 1.920.

En general, tales valores parecen un tanto bajos en vista de los montos que se declaran en algunos proyectos recientes. Por ejemplo, Ende-

¹⁹ El costo puede variar por diferencias de escala, de costo del suelo y de costos de construcción.

CUADRO N° 1: COSTO DE INSTALAR TURBINAS VESTAS V 82 DE 1,65 MW
(en US\$)

	(1) Una turbina	(2) Parque de 173,25 MW	(3) Parque de 90,75 MW	(4) Parque de 57,75 MW
<i>Costo de las turbinas</i>				
Turbinas y torres	1.700.000	178.500.000	93.500.000	59.500.000
Containers	45.596	4.787.591	2.507.786	1.595.864
Sistemas de control remoto	6.289	660.362	345.904	220.121
Componentes de instalación	31.984	3.358.268	1.759.093	1.119.423
Herramientas para la instalación	13.933	1.462.923	766.293	487.641
Flete	1.125.066	118.131.930	61.878.630	39.377.310
Valor CIF	2.922.867	306.901.073	160.757.705	102.300.358
Supervisión de la instalación (120 días)		1.182.426	1.182.426	1.182.426
Mantenimiento y servicio (dos años)		802.753	802.753	802.753
Costo total de las turbinas		308.886.252	162.742.884	104.285.537
Total por kW		1.782,9	1.793,3	1.805,8
<i>Costos de construcción</i>				
Líneas de transmisión subterráneas (15 kV)		5.867.600	3.227.600	2.171.600
Transformador y fundaciones para turbinas		24.144.300	12.649.300	8.051.300
Electricidad de bajo voltaje		453.800	233.800	145.800
Instalación de turbinas y torres		24.487.050	12.304.550	7.431.550
Subestación		1.665.000	1.665.000	1.665.000
Línea de transmisión (110 kV)		1.595.000	1.595.000	1.595.000
Preparación de terrenos y caminos		743.700	688.700	666.700
Conexión al nodo		316.000	316.000	316.000
Costos indirectos		38.929.300	20.834.300	13.596.300
Costo total de construcción		98.201.750	53.514.250	35.639.250
Total por kW		566,0	589,7	617,1
Costo total del parque eólico		407.088.002	216.257.134	139.924.787
Costo total por kW		2.349,7	2.383,0	2.422,9

Fuente: Pavez (2008).

sa informó que la inversión en su parque eólico Canela de 18,15 MW asciende a US\$ 35 millones, o US\$ 1.928/kW²⁰. La minera Barrick, por su parte, declara que la inversión en su parque eólico Punta Colorada de 20MW ascenderá a US\$ 40 millones, o US\$ 2.000/kW²¹.

²⁰ Véase “Endesa sale en defensa de centrales en Aysén por campañas ambientalistas”, *Diario Financiero*, diciembre 7 de 2007.

²¹ Véase “Molinos de energía”, Ediciones Especiales On Line de *El Mercurio*, enero 9 de 2008.

Quizás el estudio más cuidadoso del costo de instalar un parque eólico en Chile es el de Pavez (2008). El Cuadro N° 1 muestra el desglose de los costos estimados por Pavez de construir un parque eólico en el SING —las turbinas, su instalación y el costo de las obras civiles—. La columna 1 muestra que un parque eólico de potencia nominal de 173,25 MW costaría US\$ 98,2 millones o US\$ 2.349,7/kW. A medida que el tamaño del parque disminuye, su costo total decae pero también aumenta el costo por kW. Así, el costo por kW es US\$ 2.383/kW si el parque es de 90,75 MW y US\$ 2.422,9/kW si el parque es de 57,75 MW. En nuestras simulaciones supondremos que el costo de cada kW de capacidad eólica es US\$ 2.349,7²²⁻²³.

3.2.2. El factor de planta y la variabilidad del viento

La variabilidad del viento implica que la hélice girará bastante menos que su capacidad máxima y por eso el factor de planta de las turbinas eólicas es comparativamente bajo²⁴. En Oswald *et al.* (2006) se reportan los siguientes factores de planta: Reino Unido 28,4%, España 26,6%, Dinamarca 24,1% y Alemania 17,8%. Bollinger y Wiser (2008, pp. 23 y ss.) reportan factores de planta del orden de 30% en promedio para los Estados Unidos, aunque el

²² Una columna publicada en la prensa (*La Tercera*, septiembre 8 de 2008) se pregunta por qué elegimos la estimación más alta, sesgando así nuestros resultados en contra del viento. En estos casos la prudencia sugiere pecar por defecto, salvo cuando la estimación más alta es la más cuidadosa y apropiada, tal como ocurre con la de Pavez (2008). Con todo, como se puede ver líneas abajo en el Cuadro N° 7, considerando los factores de planta medidos en los estudios de la CNE el viento tendría que costar US\$ 1.200 para ser competitivo.

²³ Un árbitro anónimo señaló que en nuestro estudio no estábamos considerando que seguramente los avances tecnológicos disminuirán en el futuro el costo de las turbinas. Si bien tal conjetura no es irrazonable, también es cierto que el costo de otras tecnologías también podría bajar y la eficiencia con que usan el combustible también podría aumentar. No nos parece, por tanto, que nuestras conclusiones dependan de nuestro supuesto de suponer constante el costo de las tecnologías.

²⁴ Los factores de planta bajos son, en parte, consecuencia del diseño. En efecto, es posible aumentar el factor de planta de las hélices con un rotor grande y una hélice muy pequeña, porque en ese caso se alcanzarían factores de planta altos aun si el viento sopla muy poco. Sin embargo, una hélice de ese tipo produciría muy poca electricidad. La mejor razón inversión/generación se alcanza con hélices más grandes, pero el resultado es factores de planta más bajos. Por su parte, la curva de potencia de un aerogenerador es la relación de potencia que es capaz de generar una turbina bajo distintas condiciones de viento. Se compone de un tramo inicial desde velocidades de viento hasta la velocidad de *cut-in* tal que la generación es nula, seguido de un tramo casi lineal de pendiente positiva que deriva en un tramo de potencia constante para un rango determinado de velocidades (entre los 15 y los 25 m/s). Finalmente, para velocidades de viento superiores al límite de *cut-out*, la turbina se desconecta y la generación de potencia vuelve a ser nula. Adicionalmente, cabe señalar que la ley de Betz limita en 59% el valor máximo de la potencia que puede extraerse del viento.

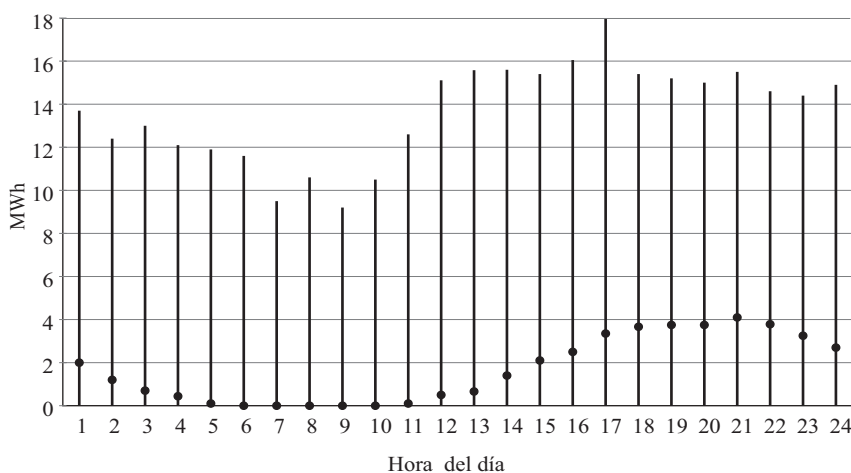
rango es amplio —por ejemplo, entre 18% y 48% para proyectos construidos en 2006. Por último, Giumelli (2008) reporta factores de planta de 29,8% en Brasil.

¿Qué factores de planta son esperables en el SIC? Todavía no existe un catastro exhaustivo del potencial eólico, así que debemos contentarnos con algunas mediciones existentes. Para comenzar, el Gráfico N° 3 muestra la distribución diaria de la generación de la central eólica Canela de Endesa desde que entró en funcionamiento, el 27 de diciembre de 2007, hasta el 10 de mayo de este año. La línea muestra el rango de variación del factor de planta; el punto, la mediana. El factor de carga de Canela es 15,48%. El promedio de la mediana del factor de carga horario es más bajo aun, 9,19%.

El gráfico también muestra que la mediana varía durante el día, pero el rango de variación siempre es amplio. De un lado, casi a toda hora es posible encontrar días con factores de planta cercanos a 100%. Del otro lado, a toda hora también es posible encontrar días en que nada se genera. De hecho, durante el 37,9% de las horas Canela generó nada.

¿Qué tan representativo es Canela? La CNE ha encargado varios estudios que miden la velocidad del viento en distintos puntos de Chile²⁵.

GRÁFICO N° 3: DISTRIBUCIÓN DE LA GENERACIÓN DIARIA DE CANELA
(27 de diciembre de 2007 al 10 de mayo de 2008; máximo, mínimo y la mediana)



²⁵ Estudios sobre el potencial eólico de Chile son los de Corfo (1993) y Muñoz *et al.* (2003), los que se pueden encontrar en http://www.cne.cl/fuentes_energeticas/e_renovables/eolica.php. En la misma página se pueden encontrar datos de mediciones horarias de la velocidad del viento en varios puntos de Chile para períodos de alrededor de dos años. Véase también Comisión Nacional de Energía (2007b), en la misma página.

En este trabajo utilizaremos mediciones en ocho lugares ubicados en las regiones del Maule, Coquimbo y Atacama hechas entre el 29 de enero de 2006 y el 8 de noviembre de 2007. En estos lugares se instalaron anemómetros en torres de 20 y 40 metros y se registró la velocidad del viento cada 10 minutos.

El Cuadro N° 2 muestra los factores de planta que se desprenden de las mediciones reportadas en CNE (2007b) en cada uno de los ocho lugares²⁶. Tal como se puede apreciar en la columna 2, éstos varían entre 7,7% (Llano del Chocolate) y 39,5% (Loma del Hueso) y la media es 24%. Más aun, la disponibilidad de viento es volátil.

El Gráfico N° 4 muestra los factores de planta horarios promedio de los ocho puntos en cada una de las 15.576 horas entre el 29 de enero de 2006 y el 8 de noviembre de 2007. Nótese que el rango de variación es amplio, desde poco más de 0% hasta casi 100%. Al mismo tiempo, las variaciones dentro de cada día son importantes. El Gráfico N° 5 muestra el factor de planta promedio en cada una de las 24 horas del día. Se aprecia que el viento sopla a toda hora, pero de manera irregular. En general, la intensidad es baja durante la madrugada, crece durante la mañana y la tarde, alcanzando el peak alrededor de las 17 horas, para luego declinar a partir de las 18

CUADRO N° 2: FACTORES DE PLANTA EN OCHO PUNTOS DE MEDICIÓN

	(1) Anemómetro (m)	(2) Factor de planta	(3) Inicio de la medición	(4) Fin de la medición
Loma del Hueso	20	39,5%	28/09/2006	07/11/2007
Llano del Chocolate	20	7,7%	02/06/2006	07/11/2007
Carrizalillo	40	16,3%	13/07/2006	29/09/2007
Punta Los Choros	20	16,5%	02/06/2006	07/11/2007
Lengua de Vaca	20	37,3%	26/09/2006	08/11/2007
Cerro Juan Pérez	20	20,5%	03/06/2006	06/11/2007
La Cebada Costa	20	33,6%	03/06/2006	08/11/2007
Faro Carranza	40	26,7%	29/01/2006	31/01/2007
Promedio		24,0%		

Fuente: Cálculos de los autores basados en información reportada en CNE (2007b).

²⁶ En el Apéndice B se explica cómo pasar desde la velocidad del viento al factor de carga.

GRÁFICO N° 4: LA VOLATILIDAD DEL FACTOR DE PLANTA HORARIO EN LOS OCHO PUNTOS DE PROSPECCIÓN DE LA CNE (entre el 29/01/2006 y el 08/11/2007)

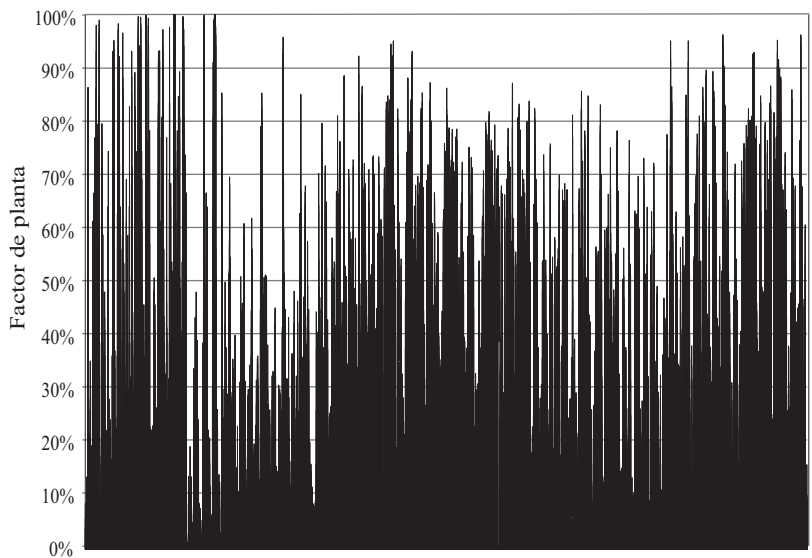


GRÁFICO N° 5: FACTOR DE PLANTA PROMEDIO A LO LARGO DEL DÍA EN LOS OCHO PUNTOS DE PROSPECCIÓN DE LA CNE (entre el 29/01/2006 y el 08/11/2007)

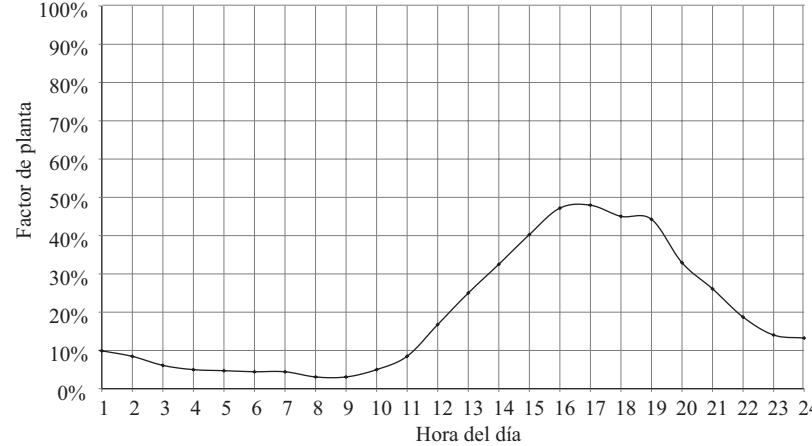
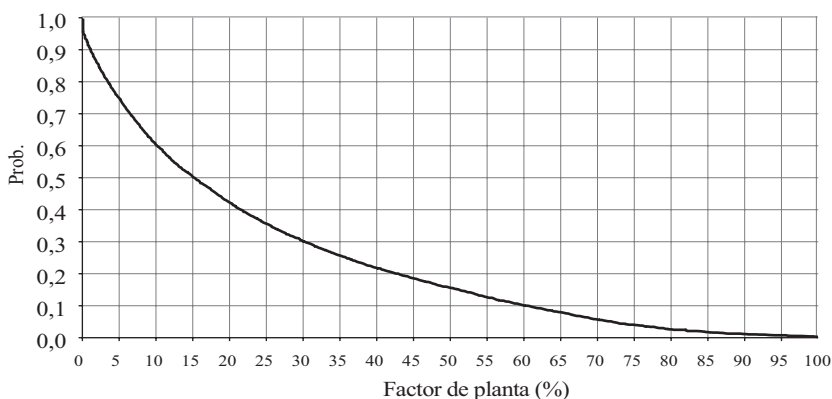


GRÁFICO N° 6: PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA DE LOS FACTORES DE CARGA EN LOS OCHO PUNTOS DE PROSPECCIÓN DE LA CNE (entre el 29/01/2006 y el 08/11/2007)



horas²⁷. Sin embargo, el factor de planta promedio nunca supera el 50% y durante casi la mitad del día es menor que 10%.

Por último, el Gráfico N° 6 muestra la fracción de las horas tales que el factor de carga excede determinado porcentaje. Aproximadamente durante el 5% de las horas del día el viento no sopla en absoluto. El factor de planta excede el 30% durante apenas un tercio de las horas y el 50% apenas el 15% de las horas.

3.2.3. La variabilidad el viento y el modelo de despacho

La variabilidad del viento no ha sido recogida en los modelos de despacho hidrotérmico que se ocupan para simular la operación de SIC²⁸. En realidad, se ha supuesto que las centrales eólicas son de base, que su costo de operación es cero y que a toda hora aportan la misma potencia igual a sus factores de planta. Este supuesto simplifica los cálculos, pero es inapropiado porque la disponibilidad de viento varía hora a hora, mes a mes y, seguramente, año a año. Tal cosa no tiene mayor consecuencia cuando se modelan centrales eólicas de un par de megawatts, pero los errores son más grandes si la generación eólica es abundante.

²⁷ Nótese que el peak del consumo eléctrico suele ocurrir entre las 19 y las 23 horas.

²⁸ Una excepción es Pavez (2008), quien, sin embargo, modela la operación del SING.

En el estudio modelamos la variabilidad del viento de la siguiente forma. Primero supondremos que la cantidad total de energía generada durante cada año por una central eólica es siempre la misma e igual a

$$(\text{capacidad nominal}) \times (\text{factor de planta}) \times 8.670.$$

Segundo, para modelar la variabilidad del viento asignaremos la energía que implica el factor de planta entre los doce meses del año a prorrata de la disponibilidad mensual que se desprende de las mediciones de la CNE (2007b) citadas en el Cuadro N° 2. Tercero, dentro de cada mes, asignaremos esta energía de manera diversa entre los cinco bloques de demanda para examinar las consecuencias de la disponibilidad variable de viento. Las simulaciones se harán con el modelo Omsic considerando los siguientes casos:

Caso base. Plan de obras de la CNE con centrales convencionales y sin turbinas eólicas.

Caso CNE con respaldo. Considera el 100% de la energía eólica según el factor de planta igual a 24% y las distribuciones horarias y mensuales calculadas según las mediciones CNE en los ocho sitios descritos en el Cuadro N° 2 y reportadas en el Gráfico N° 4. Además, se le agrega una central térmica diésel suficiente para mantener la probabilidad de déficit cercana a lo que sería sin ley.

Adicionalmente reportaremos los siguientes ejercicios de sensibilidad:

Todo el viento sopla en la hora de punta. El 100% de la energía eólica se genera en las horas de punta, pero sin respaldo térmico.

El viento sigue a la demanda. La generación eólica se reparte entre horas en la misma proporción que el consumo total, pero sin respaldo térmico.

El viento sólo sopla en horas fuera de punta. Vale decir, el 100% de la generación eólica se entrega en las horas de menor demanda, pero sin respaldo térmico.

El viento sólo sopla en horas fuera de punta con respaldo. Este caso es idéntico al anterior, pero se le agrega una central térmica diésel suficiente para mantener la probabilidad de déficit cercana a lo que sería sin ley.

Cabe señalar que no consideramos variaciones interanuales del viento. También es conveniente señalar que no cambiaremos las políticas de operación del lago Laja, las que son calculadas por el modelo de despacho durante el proceso de optimización²⁹⁻³⁰.

En nuestras simulaciones la central eólica será respaldada con una turbina a gas operando con diésel. Se nos ha señalado que el respaldo podría provenir de los embalses del SIC. Sin embargo, esta opción es más cara que una turbina, pues en sequía el costo alternativo del agua es mayor que la anualidad del costo de inversión y de operación de una turbina a gas operando con diésel.

3.2.4. Las emisiones de CO₂ y el calentamiento global

El costo del daño que causan las emisiones. Para valorar la externalidad que generan las centrales a carbón es necesario considerar que cada MWh generado produce 0,918 toneladas de dióxido de carbono (CO₂). Los estudios, sin embargo, reportan el costo del daño marginal de una tonelada de carbono (C). En vista de que cada tonelada de CO₂ contiene 0,27 toneladas de carbono, se sigue que cada MWh generado produce

$$0,27 \times 0,918 \approx 0,25$$

toneladas de carbono³¹.

²⁹ Este supuesto es realista, porque cuando el Centro de Despacho Económico de Carga (CDEC) programe la operación seguramente supondrá una cierta generación eólica esperada para el día siguiente. Así, las variaciones horarias del viento no afectarán la operación de los embalses y serán absorbidas por la central que en cada momento esté regulando la frecuencia.

³⁰ Este supuesto tampoco debiera afectar el cálculo de la probabilidad de falla del sistema, porque los déficits de energía ocurren durante las horas de punta y en las hidrologías más secas de la estadística. En estos casos la regla de operación de los embalses es muy simple: guardar toda la energía para las horas de punta.

³¹ Pocos estudios advierten sobre la diferencia entre carbono y dióxido de carbono y algunos los confunden. Romm (2008) explica la diferencia (la traducción es nuestra):

“La fracción de carbono en el dióxido de carbono es la razón de sus pesos. El peso atómico del carbono es 12 unidades de masa atómica, mientras que el peso del dióxido de carbono es 44, porque incluye dos átomos de oxígeno y cada uno pesa 16. Así, para cambiar desde uno al otro, use la fórmula: una tonelada de carbono es igual a $44/12=11/3=3,67$ toneladas de dióxido de carbono. Por eso, 11 toneladas de dióxido de carbono son iguales a tres toneladas de carbono y un precio de US\$ 30 por tonelada de dióxido de carbono es igual a un precio de US\$ 110 por tonelada de carbono”.

El número de estudios que han estimado el costo del daño marginal causado por una tonelada de carbono es grande y el rango de variación de las estimaciones amplio. El artículo de Tol (2005), quien resume y compara los resultados de 28 estudios hechos por 18 equipos independientes de académicos, es la revisión bibliográfica más completa que encontramos. La media de las estimaciones del daño marginal causado por una tonelada de carbono es US\$ 86/tC y la desviación estándar US\$ 249/tC³². Sin embargo, existen diferencias sistemáticas entre estudios —no todos son igualmente confiables. Según Tol:

[...] hay buenas razones para discriminar entre estudios, y esto tiene un efecto sistemático sobre las estimaciones combinadas del daño marginal. Tal parece que los estudios que usan mejores métodos dan estimaciones más bajas con incertidumbres menores que aquellos estudios que usan métodos más malos. Si uno excluye los estudios [que no han sido publicados en revistas académicas con referato anónimo de pares], la estimación del daño marginal combinado cae aun más, como también la incertidumbre [de las estimaciones]. Pareciera que los estudios más pesimistas no pasan un test de calidad. Alternativamente, los *referees* podrían haber bloqueado la publicación de resultados que están muy lejos del rango de consenso³³.

Así, si se consideran solamente aquellos estudios publicados en revistas académicas con referato anónimo de pares, la media cae a US\$ 43/tC y la desviación estándar a US\$ 83/tC. Hechas estas consideraciones, Tol (2005) concluye lo siguiente:

Uno puede afirmar con seguridad que, para todos los efectos prácticos, los impactos [de las emisiones sobre el] cambio climático pueden ser muy inciertos, pero es improbable que el costo del daño marginal de las emisiones de dióxido de carbono exceda los US\$ 50/tC y probablemente es sustantivamente más bajo [...] ³⁴.

De hecho, Tol (2005) indica que la mejor estimación (*best guess*) es que el costo del daño marginal es US\$ 5/tC. De lo anterior se concluye que es improbable que el costo del daño marginal causado por las emisiones de

³² Esta media pondera los distintos estudios según su calidad. Véase Tol (2005, pp. 2069-70).

³³ Traducción libre.

³⁴ Traducción libre. Nótese que el costo reportado es por tonelada de carbono emitida.

una central a carbón exceda los US\$ 13,6/tCO₂ o US\$ 12,5/MWh y que probablemente sea más bajo³⁵⁻³⁶. En nuestros ejercicios supondremos que éste es el costo del daño que causan las emisiones de CO₂.

Cabe mencionar que Nordhaus (2008) estima que el costo del daño causado por las emisiones es US\$ 27/tC en valor presente a 2005, y que este costo aumenta entre 2 y 3% cada año. Así, el costo del daño causado por una tonelada de carbono emitida en 2050 sería US\$ 90/tC y US\$ 200/tC en 2100³⁷.

El costo social y el costo nacional de las emisiones. Si se trata de evaluar los costos y beneficios de la generación eólica hay, en principio, dos maneras de contabilizar el daño causado por las emisiones de CO₂. Si se trata de una evaluación social, corresponde contabilizar como un beneficio de la generación eólica las menores emisiones, valoradas al costo del daño marginal. Nótese, sin embargo, que buena parte de estos costos no recaen sobre Chile o los chilenos. Por eso, se trataría de una evaluación social mundial, no nacional. Al mismo tiempo, en una evaluación social mundial no corresponde contabilizar como beneficios lo que Chile recibiría por créditos de carbono —desde el punto de vista del mundo, se trata de una mera transferencia.

La segunda manera de incorporar las menores emisiones es ignorar el valor del daño evitado (después de todo, gran parte de ese costo afecta a otros países, no a Chile), pero sumar como beneficio *nacional* de la generación eólica los créditos de carbono que se pueden vender producto de la reducción de emisiones. Nótese que si el precio de los créditos de carbono fuese igual al costo del daño marginal causado por una tonelada más de CO₂, la evaluación social mundial y la evaluación nacional arrojarían resultados idénticos.

³⁵ US\$ 12,5=0,25 × US\$ 50.

³⁶ Para más información sobre la economía del cambio climático véase a Nordhaus (2008), Stern (2008) y el intercambio sobre el cambio climático en este número de *Estudios Públicos*.

³⁷ Un árbitro nos señaló que este valor es un poco menor que el precio al cual se están transando los permisos de emisión en Europa. De hecho, durante este año el precio del contrato a futuro del derecho a emitir una tonelada de CO₂ transado en el European Energy Exchange (EEX) se ha llegado a transar hasta en 25 euros. Sin embargo, este precio está influenciado por múltiples factores, entre ellos la cantidad de emisiones a reducir que se fijó como meta en el Protocolo de Kyoto. Por eso, preferimos basar nuestros cálculos en las estimaciones del costo social de las emisiones de CO₂. En todo caso, cabe mencionar que la diferencia de precios no cambia el orden de magnitud de la desventaja del viento que encontramos en este estudio.

4. RESULTADOS

4.1. Ejercicio 1: el costo adicional de la energía eólica

¿Cuánto cuesta reemplazar una central térmica con viento? Costos y beneficios. Una central a carbón de 250 MW genera alrededor de 1.900 GWh cada año. Por lo tanto, para reemplazarla se necesitan

$$\frac{1.900.000 \text{ MWh}}{(\text{factor de planta}) \times 8.760\text{h}}$$

MW de capacidad eólica. Por eso, si el factor de planta es igual al promedio del Cuadro N° 2, se necesitan 904 MW para reemplazar a una central a carbón de 250 MW.

El Cuadro N° 3 muestra el costo adicional de sustituir con generación eólica lo generado cada año por 250 MW de carbón. A continuación discutiremos la simulación reportada en la columna 1; este ejercicio supone que el viento replica el patrón del Gráfico N° 5. Por el lado de los costos, el principal son los US\$ 2.124 millones de inversión en turbinas eólicas, a los que se le suman US\$ 148 millones de costos de operación, principalmente mantenimiento; US\$ 74 millones en líneas de transmisión, y US\$ 145 millones en turbinas diésel de respaldo. Los mayores costos suman US\$ 2.491 millones.

La sustitución también tiene beneficios. Desde luego, permite ahorrar los US\$ 500 millones que cuesta una central a carbón de 250 MW. A eso se le suma el ahorro de combustible. En parte se ahorra carbón. Pero como el despacho de plantas en Chile se hace según el orden de mérito, el combustible desplazado dependerá de la hora del día en que sople el viento y la suma de los ahorros de combustible es US\$ 589 millones. A los beneficios anteriores hay que agregarle los ingresos que se podrían obtener por venta de créditos de carbono, que suman US\$ 231 millones si el precio por tonelada de CO₂ fuera US\$ 13,6 (equivalentes a US\$ 50/tC). El total de los beneficios suma US\$ 1.320 millones.

El resultado neto. Las filas de la parte baja del Cuadro N° 3 muestran el resultado neto. La conclusión es que en 25 años la sustitución de 250 MW de una central a carbón por capacidad eólica equivalente genera US\$ 1.171 millones de costos adicionales (aunque el rango de las cinco estimaciones va desde US\$ 993 hasta US\$ 1.325 millones). Estos montos son grandes: una central a carbón de 250 MW cuesta del orden de los US\$ 500 millones.

Es interesante notar que la desventaja del viento es simplemente que, siendo bajos sus factores de planta, es necesario invertir alrededor de

CUADRO N° 3: COSTO ADICIONAL DE SUSTITUIR 250 MW DE CARBÓN
(factor de planta 24%, en valor presente a 25 años, US\$ millones)¹

	(1) Estudios de viento más turbina diésel ⁷	(2) El viento sopla en horas punta	(3) El viento sigue a la demanda hora a hora	(4) El viento sopla en horas fuera de punta	(5) Caso (4) más turbina diésel
<i>Costos</i>					
Inversión en turbinas eólicas ²	2.124	2.124	2.124	2.124	2.124
Costo de operación molino	148	148	148	148	148
Costos transmisión	74	74	74	74	74
Inversión en turbina diésel ³	145	-	-	-	145
Total costos	2.491	2.346	2.346	2.346	2.491
<i>Beneficios</i>					
Menor inversión (250 MW carbón) ⁴	500	500	500	500	500
Ahorros de combustible (25 años)	589	623	537	401	434
Créditos de carbono (25 años) ⁵⁻⁶	231	230	232	233	232
Total beneficios (en 25 años)	1.320	1.353	1.269	1.134	1.166
Costo adicional nacional y social	1.171	993	1.077	1.212	1.325
Costo adicional nacional sin créditos	1.403	1.223	1.309	1.445	1.557
Probabilidad de déficit (caso base 7%)	4,1%	2,5%	6,1%	9,8%	6,2%

Notas:

¹ El factor de planta es la fracción de la capacidad máxima que efectivamente se genera.

² Se ha supuesto que el kW nominal de potencia eólica cuesta US\$ 2.350. La fuente es Pavez (2008).

³ Se ha supuesto que el kW nominal de potencia diésel cuesta US\$ 579. La fuente de la información es CNE (2007a).

⁴ Se ha supuesto que el kW nominal de potencia a carbón cuesta US\$ 2.000 y que el factor de planta es 85%.

⁵ Se ha supuesto que el valor del crédito de carbono es de US\$ 13,6/t de CO₂. Este valor se obtiene suponiendo que el daño marginal que causa una tonelada de carbono es igual a US\$ 50.

⁶ Los flujos se han descontado suponiendo que la tasa es 10% real.

⁷ Se supone que el factor de planta promedio es igual a 24%, y la distribución a lo largo del día igual a la del Gráfico N° 5.

cuatro veces más para generar la misma energía. La mayor inversión sobrepasa con holgura el ahorro proveniente del menor costo de operación de las turbinas eólicas. Las desventajas adicionales —necesidad de respaldos térmicos y volatilidad de su disponibilidad— no son irrelevantes, pero su efecto es un orden de magnitud menor³⁸.

³⁸ Nótese, en todo caso, que estamos ignorando la variabilidad del viento de un año a otro; y también estamos suponiendo que su disponibilidad horaria sigue al Gráfico 4, que es un promedio horario. En cualquier caso, en la medida en que haya suficientes parques eólicos, la varianza del factor promedio horario debiera ser cada vez más baja.

En cualquier caso, la inversión en centrales térmicas probablemente no cambiará mucho con la introducción del uso del viento. En efecto, para mantener la confiabilidad del sistema y la probabilidad de déficit es necesario invertir en turbinas diésel. Nuestras simulaciones indican que para mantener la probabilidad de déficit igual a la del caso base si el viento sopla sólo fuera de la punta sería necesario invertir del orden de 275 MW en turbinas diésel —poco más que la disminución de capacidad de carbón!

El costo de la generación eólica y los factores de planta. El ejercicio precedente supone que el factor de planta de las centrales eólicas es 24%. Aunque tal factor es razonable en vista de los estudios que se resumen en el Cuadro N° 2, conviene examinar qué ocurriría si el factor de planta fuera algo mayor (30%) o menor (15 ó 20%). El panel (a) del Cuadro N° 4 muestra los resultados.

CUADRO N° 4: COSTO ADICIONAL CON DISTINTOS FACTORES DE PLANTA
(25 años, en valor presente, US\$ millones)

(a) Costo social y nacional con créditos de carbono					
(%)	(1) Estudios de viento más turbina diésel	(2) El viento sopla en horas punta	(3) El viento sigue a la demanda hora a hora	(4) El viento sopla en horas fuera de punta	(5) Caso (4) más turbina diésel
15	2.445	2.267	2.351	2.486	2.599
20	1.596	1.418	1.502	1.637	1.750
24	1.171	993	1.077	1.212	1.325
30	746	568	652	787	900

(b) Costo nacional sin créditos de carbono					
(%)	(1) Estudios de viento más turbina diésel	(2) El viento sopla en horas punta	(3) El viento sigue a la demanda hora a hora	(4) El viento sopla en horas fuera de punta	(5) Caso (4) más turbina diésel
15	2.677	2.497	2.583	2.719	2.831
20	1.828	1.648	1.734	1.870	1.982
24	1.403	1.223	1.309	1.445	1.557
30	978	798	884	1.020	1.132

Tal como se puede apreciar en la columna 1 si el factor de planta es 30%, el costo adicional disminuye a US\$ 746 millones (el rango de los cinco ejercicios va desde US\$ 568 millones hasta US\$ 900 millones). Por el contrario, con factores de planta más bajos el costo aumenta a US\$ 1.596 millones si el factor de planta es 20% y a US\$ 2.445 millones si el factor de planta es 15% (el factor de planta de la central Canela desde que entró en funcionamiento). La moraleja es que el costo adicional es incierto y depende del factor de planta que alcance la generación eólica³⁹.

La importancia de los créditos de carbono. Supusimos que la introducción de la generación con viento permitiría reducir la emisiones y vender créditos de carbono, generando ingresos por alrededor de US\$ 230 millones en valor presente. Sin embargo, la ley podría hacer perder tal beneficio. En efecto, si una ley obliga a instalar energías no convencionales que emiten menos carbono, la reducción de emisiones ocurrirá independientemente de si se reciben o no los créditos. Por eso, los proyectos ejecutados para cumplir con la ley podrían no calificar como adicionales, requisito para recibir los créditos de carbono (véase la discusión líneas abajo en la Conclusión). Y si ese beneficio se pierde, el costo nacional de reemplazar una central a carbón aumentará. Tal como indica la columna 1 del Cuadro N° 3, si a consecuencia de la ley se pierde el derecho a cobrar créditos de carbono, el costo adicional nacional aumentará desde US\$ 1.171 millones hasta US\$ 1.403 millones. El panel (b) del Cuadro N° 4 muestra el costo adicional si se pierden los créditos de carbono, para distintos factores de planta.

Viento y carbón comparados. Los ejercicios indican que el viento es más caro que las centrales a carbón. Para apreciar cuánto más, es conveniente comparar el costo monómico (es decir, por MWh) del viento y del carbón.

El Cuadro N° 5, muestra el costo social y nacional por kWh generado con viento. Nótese que éste varía desde poco más de US\$ 100/MWh (factor de carga 30%, sin respaldo, con créditos de carbono y todo el viento soplando en hora punta) hasta US\$ 209/MWh (factor de carga 15%, con respaldo y sin créditos de carbono). Cuando el viento sigue la distribución

³⁹ En una columna de prensa (*La Tercera*, lunes 8 de septiembre de 2008), una autoridad de gobierno criticó nuestro estudio por suponer factores de planta demasiado bajos, afirmando que se habían identificado zonas con potencial para instalar miles de megawatts con factores de planta superiores a 30%. Lamentablemente, tales estudios no son públicos y, de ser ciertos, implicarían que Chile es un país con condiciones comparativamente extraordinarias para la energía eólica.

CUADRO N° 5: EL COSTO MEDIO DE CADA MWh GENERADO CON VIENTO (en US\$)

(a) Costo nacional con créditos de carbono					
(%)	(1) Estudios de viento más turbina diésel	(2) El viento sopla en horas punta	(3) El viento sigue a la demanda hora a hora	(4) El viento sopla en horas fuera de punta	(5) Caso (4) más turbina diésel
15	209	201	201	201	209
20	159	151	150	150	159
24	134	125	125	125	134
30	109	100	100	100	109

(b) Costo nacional sin créditos de carbono					
(%)	(1) Estudios de viento más turbina diésel	(2) El viento sopla en horas punta	(3) El viento sigue a la demanda hora a hora	(4) El viento sopla en horas fuera de punta	(5) Caso (4) más turbina diésel
15	223	214	214	214	223
20	173	164	164	164	173
24	148	139	139	139	148
30	122	114	114	114	122

horaria del Gráfico N° 5 y el factor de planta es 24%, el costo nacional es US\$ 134/MWh. Y, si se pierden los créditos de carbono a consecuencia de la ley, el costo nacional aumentará a US\$ 148/MWh⁴⁰.

El Cuadro N° 6 muestra el costo de cada MWh generado con carbón. La columna 1 indica que el costo nacional actual es alrededor de US\$ 65/MWh, a lo más dos tercios de lo que cuesta el viento. Sin embargo, si el costo de las centrales y el carbón volviera a niveles históricos, el costo por megawatts/hora caería a US\$ 48 y el viento sería entre dos y cuatro veces más

⁴⁰ Es interesante notar que en Brasil existe una ley que obliga a Electrobras a comprar energías no convencionales en licitaciones competitivas. En promedio, los parques eólicos han operado con factores de planta de 29,8%, y en licitaciones competitivas, el precio medio solicitado ha sido US\$ 118/MWh. Tal como se puede apreciar en el panel (a) del Cuadro N° 5, tal valor cae en nuestras estimaciones para factores de planta entre 24% y 30%.

CUADRO N° 6: EL COSTO DE CADA MWh GENERADO CON CARBÓN
(en US\$)

	(1) Actual	(2) A precios históricos ⁵	(3) En zonas despobladas	(4) (3) a precios históricos
Costos de operación	36	27	35	27
Costo de inversión planta ¹	29	21	30	21
Costos transporte HVDC ²	-	-	7	7
Costo nacional por MWh ³	65	48	72	55
Costo daño marginal CO ₂ ⁴	12,5	12,5	12,5	12,5
Costo social por MWh	77,5	60,5	84,5	67,5

Notas: Supone que el costo de inversión es US\$ 1.500/kW instalado y el precio del carbón es US\$ 50/t, precios parecidos a los que se habían observado históricamente.

¹ Supone una central a carbón con factor de planta de 85% que se localiza en el Norte Chico, o bien en zonas despobladas. Actualmente la inversión en carbón cuesta entre US\$ 1.800 y US\$ 2.200/kW. Hemos tomado el valor medio del intervalo, US\$ 2.000 por kilowatt instalado.

² Circuito bipolo en HVDC 500 kV y capacidad de 2.200 MW que conecta al SING con el nudo Polpaico en el SIC.

³ Es el costo por MWh que excluye la externalidad por el daño marginal causado por las emisiones de CO₂.

⁴ Es el costo del daño marginal causado por las emisiones de CO₂ de una central a carbón.

caro que el carbón. Como sea, da lo mismo qué caso se considere, porque la diferencia entre el costo nacional del viento y del carbón es apreciable, incluso si las plantas eólicas alcanzaran factores de planta de 30%.

La desventaja del viento se debe principalmente a que el costo de inversión es “alto”. El Cuadro N° 7 muestra combinaciones de costo de las turbinas y factores de planta tales que el viento alcanza costos por MWh similares a los del carbón, US\$ 65/MWh a los precios actuales y US\$ 48/MWh a precios históricos⁴¹. Nótese que aun a los precios actuales del carbón el costo de inversión debiera ser apenas US\$ 1.200/kW eólico para que el viento sea competitivo con factores de planta de 24% —aquellos observados en las mediciones de la CNE.

⁴¹ En algunos artículos de prensa publicados hacia septiembre de 2008 se afirmó que el carbón ya no es competitivo con las energías renovables, porque su costo de desarrollo había aumentado muy por encima de los US\$ 65/MWh. Sin embargo, tal afirmación se hacía mientras el precio del carbón se acercaba a uno de sus máximos históricos. Evaluar un proyecto de carbón con esos precios es como evaluar uno que use petróleo a US\$ 140 el barril.

CUADRO N° 7: FACTOR DE PLANTA MÍNIMO TAL QUE EL GENERADOR EÓLICO ES COMPETITIVO CON EL CARBÓN¹

Inversión molino US\$/kW instalado	(1) Precios actuales	(2) Precios históricos ²
2.350	46%	63%
2.000	40%	54%
1.800	36%	48%
1.500	30%	40%
1.200	24%	32%

Notas:

¹ Corresponde al mínimo factor de planta requerido por el molino para igualar el costo tecnológico de una central a carbón con factor de planta de 85% que se localiza en el Norte Chico.

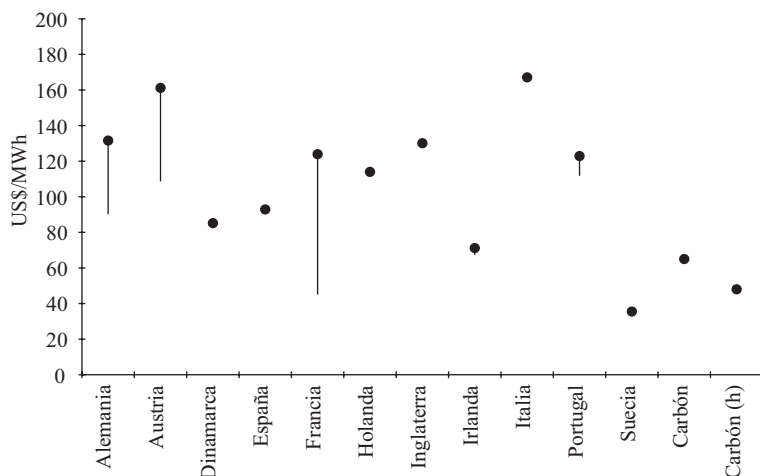
² Supone que el costo de inversión es US\$ 1.500/kW instalado y el precio del carbón es US\$ 50/t.

Alguien podría argumentar que los factores de planta de Loma del Huevo y Lengua de Vaca son cercanos a 40%. Así, sigue el argumento, lo esperable es que las centrales eólicas alcancen los factores más altos disponibles. Más allá de que el factor de carga de Canela hasta la fecha sea del orden de 15%, tal argumento no nos parece convincente por tres razones. Una es que supone que el viento encontrará las mejores condiciones posibles y que, por el contrario, se mantendrán las condiciones actuales de altos precios del carbón y de las centrales que lo usan. De un lado, si los factores de planta son más bajos, el costo por MWh se aleja del carbón. Del otro lado, y tal como se puede apreciar en la columna 2 del Cuadro N° 6, si retornan los precios “históricos” del carbón (es decir, aquellos prevalecientes antes del alza del precio del petróleo) el costo de desarrollo del carbón caería a US\$ 48/MWh. En ese caso, la columna 2 del Cuadro N° 7 muestra que si el costo de inversión por kW eólico es US\$ 1.800, el viento necesitaría un factor de planta de 48% para igualar el costo de desarrollo del carbón.

También es cierto que el precio por MWh que recibe el viento en otros países suele ser más alto que los US\$ 65/MWh que cuesta el carbón. El Gráfico N° 7, construido con datos que aparecen en Sawin (2004, Cuadro N° 1), muestra este precio en once países europeos en 2002 (cuando aparece una línea, ésta muestra el rango del precio). Nótese que sólo en Suecia y en Francia es posible encontrar precios menores que el costo de desarrollo del carbón en Chile. Esto sugiere que el costo de desarrollo del viento está por encima del costo del carbón.

Y, en último término, si el viento (u otras tecnologías no convencionales) fuese competitivo con el carbón, ¿por qué habría de necesitar una ley

GRÁFICO N° 7: EL PRECIO DEL VIENTO EN 2002
(en US\$/MWh)



que lo fomenta? En efecto, si los factores de planta que puede alcanzar el viento fuesen altos, o si el costo de inversión fuese apreciablemente menor que los US\$ 2.349,7/kW estimados por Pavez (2008), el viento competiría sin problemas.

El impacto medioambiental. Como ya se dijo, cada MWh producido con carbón emite alrededor de 0,9 toneladas de CO₂. Aun si se es conservador y se supone que el daño asciende a US\$ 12,5/MWh (equivalentes a un costo del daño igual a US\$ 50/tC), el costo del carbón aumentará hasta US\$ 77,5/MWh⁴². Sin embargo, como se dijo líneas arriba, si se trata de comparar costos sociales es correcto ignorar el pago por créditos de carbono que podría recibir Chile. Por lo tanto, es correcto comparar los US\$ 77,5/MWh con el costo por MWh eólico reportado en el panel (b) del Cuadro N° 5. Es claro que el viento está muy lejos de competir con el carbón —en el mejor de los casos cuesta poco menos que el doble.

Otra objeción al cálculo del costo del carbón podría ser que no incluimos las externalidades locales que causan las emisiones de otros gases y de material particulado —entre ellos, daños a la salud humana, al ambiente, edificios y agricultura—⁴³. Si esas externalidades se cobra-

⁴² Suponer que el costo del daño de las emisiones es US\$ 50/tC constante para todo el período implica suponer un costo del daño mayor que el obtenido por Nordhaus (2007).

⁴³ Para una descripción de estos gases, véase el Recuadro 1 en Katz (2006).

sen, sigue el argumento, el costo de desarrollo de las centrales a carbón con seguridad sería más alto y el viento sería competitivo. ¿No se justifica la ley porque las externalidades que causan las emisiones no se cobran?

A nivel local el monto del daño causado por un combustible fósil depende del lugar donde se localiza la planta. Por lo tanto, lo apropiado sería desarrollar incentivos para que en el futuro las plantas térmicas se localicen en lugares donde viven pocas personas y se compense a los afectados. Esto se lograría con permisos transables, cuyo precio sería más alto en las zonas más contaminadas y donde las emisiones causan más daño. Si así fuera, seguramente las centrales a carbón se instalarían en zonas despobladas donde vive poca o ninguna gente, y en ese caso el mayor costo de la generación a carbón sería la transmisión adicional que habría que pagar. La columna 3 del Cuadro N° 6 muestra que si las centrales se localizaran en el desierto del Norte, el costo adicional de la transmisión sería del orden de los US\$ 7/MWh, elevando el costo de desarrollo del carbón a US\$ 84,5/MWh. Esta magnitud es insuficiente para cambiar las conclusiones del estudio.

Después de todo, la multa es más barata. Dicho todo lo anterior, no deja de ser un tanto irónico que, seguramente, una buena parte de la obligación se cumplirá pagando la multa. En efecto, como se dijo líneas arriba, la multa por no cumplir la obligación es 0,6 UTM por MWh, unos US\$ 43/MWh. Si se considera que el costo del carbón es no más de US\$ 65/MWh y que, del otro lado, el costo del viento debiera empinarse muy por encima de los US\$ 100/MWh, se aprecia que el viento está bastante lejos de ser competitivo, aun con la ley. Así, la ley aumentará los ingresos de quienes tienen proyectos inframarginales en el monto de la multa y redistribuirá ingresos entre consumidores, pero será ineficaz si se trata de lograr que se cumpla la meta de generar el 10% de la energía con tecnologías no convencionales.

4.2. Ejercicio 2: el costo de la ley

El costo de la ley. Consideremos ahora el costo para los consumidores de cumplir con la meta impuesta por la ley —el rectángulo p^mEDc^v en el Gráfico N° 1. Como se explicó líneas arriba, a diferencia del ejercicio anterior, en éste no se cambia una central eólica por una a carbón, sino que simplemente se van haciendo entrar de manera sucesiva suficientes turbinas eólicas para cumplir con lo que impone la ley. El resto de las centrales entra a

medida que el precio de la electricidad lo justifica y el único efecto de la ley es postergar la entrada.

El Cuadro N° 8 resume los resultados suponiendo que el factor de planta eólico es 24%. El costo adicional de la ley varía entre US\$ 3.682 millones y US\$ 4.930 millones. Tal como era previsible, el costo de la inversión en turbinas eólicas es el factor determinante. Los US\$ 6.948 millones superan con holgura a los ahorros por combustible y déficit (entre US\$ 967 millones y US\$ 1.825 millones) y por retraso de las inversiones en centrales térmicas (US\$ 1.117 millones).

CUADRO N° 8: EL COSTO ADICIONAL DE LA LEY
(factor de planta 24%, a perpetuidad, en valor presente, US\$ millones)

	(1) CNE más turbina diésel	(2) El viento sopla en horas punta	(3) El viento sigue a la demanda hora a hora	(4) El viento sopla en horas fuera de punta	(5) Caso (4) más turbina diésel
<i>Costos</i>					
Inversión en turbinas eólicas ²	6.948	6.948	6.948	6.948	6.948
Costo de operación molino	377	377	377	377	377
Transmisión troncal	188	188	188	188	188
Inversión en turbina diésel	406	-	-	-	406
Total costos	7.919	7.513	7.513	7.513	7.919
<i>Beneficios</i>					
Retraso de inversiones	1.117	1.117	1.117	1.117	1.117
Combustible y falla	1.754	1.825	1.614	837	967
Créditos de carbono	895	889	904	920	905
Total beneficios	3.766	3.831	3.635	2.874	2.989
Costo adicional	4.153	3.682	3.878	4.639	4.930
Costo adicional (sin créditos)	5.048	4.571	4.782	5.559	5.835
Costo de pagar la multa (0,4 UTM/MWh)	1.290	1.290	1.290	1.290	1.290
Costo de pagar la multa (0,6 UTM/MWh)	1.935	1.935	1.935	1.935	1.935

Nota: Se ha supuesto que a partir de 2022 el consumo de energía crecerá 4% cada año.

Nótese que el ahorro de costos de inversión en centrales térmicas es apenas un sexto del costo de inversión en turbinas eólicas. Esto podría sorprender, porque el ejercicio anterior sugiere que la razón es de uno a tres. ¿Cuál es la razón? El punto de fondo es que, en la práctica, las turbinas eólicas no sustituyen a las centrales térmicas sino que sólo retrasan su entrada en un par de meses. Por supuesto, en el largo plazo la cantidad de MW de capacidad sustituida es la misma. Pero cuando se computa un valor presente, las inversiones que se dejan de hacer en el futuro valen menos que las que se dejan de hacer durante los primeros años.

¿Qué ocurre si el factor de planta varía? El Cuadro N° 9 muestra que si éste fuera 30% en vez de 25%, el costo adicional de la ley sería menor, entre US\$ 2.293 millones y US\$ 3.541 millones. Sin embargo, si el factor de planta fuese 15%, el costo adicional aproximadamente se duplicaría, pues varía entre US\$ 7.852 millones y US\$ 9.100 millones. Dicho lo anterior, tal vez la conclusión más sorprendente —que confirma lo visto líneas arriba— es que el costo de cumplir es más alto que pagar las multas. La última fila del Cuadro N° 8 muestra que si todos los incumplimientos se pagasen a 0,6 UTM/MWh, el rectángulo $p^m \cdot ED$ ($p^m + multa$) en el Gráfico N° 2 sumaría US\$ 1.935 millones en valor presente, menos que los US\$ 2.293 millones adicionales que cuesta la ley en el mejor escenario. Así, la predicción de nuestro trabajo es que, mientras no se modifique la ley y se aumenten las multas, la tecnología marginal es el pago de la multa.

El valor y el costo de la reducción de emisiones. El Cuadro N° 10 resume la reducción de emisiones de CO₂ que arroja nuestro modelo. La columna 1 muestra la generación térmica total proyectada entre 2010 y 2022 en GWh; la columna 2 muestra la sustitución de generación térmica por generación no convencional. Por último, la columna 3 transforma los GWh de la columna 2 a toneladas de CO₂, suponiendo que en el margen las energías renovables sustituyen al carbón. Tal como se aprecia en la columna 3, el modelo dice que, una vez alcanzada la meta de la ley, en 2022 se emitirán 6,56 millones de toneladas de CO₂ menos. Si se cumpliera nuestra proyección de crecimiento del consumo, de ahí en adelante este monto aumentaría en 4% por año. La columna 4 valora la reducción de emisiones suponiendo que el daño marginal de una tonelada de CO₂ cuesta US\$ 13,6. Finalmente, la columna 5 muestra el valor del menor daño en valor presente, el que suma US\$ 676,1 millones. Este monto contrasta con los aproximadamente US\$ 4.000 millones adicionales que gastará el país con esta ley. Vale decir, por cada tonelada de carbono o de CO₂ evitada por generar con energías no convencionales estamos pagando más de cinco veces el costo del daño que causaría.

CUADRO N° 9: COSTO ADICIONAL DE LA LEY CON DISTINTOS FACTORES DE PLANTA
(a perpetuidad, en valor presente, US\$ millones)

(a) Con crédito de carbono					
(%)	(1) CNE más turbina diésel	(2) El viento sopla en horas punta	(3) El viento sigue a la demanda hora a hora	(4) El viento sopla en horas fuera de punta	(5) Caso (4) más turbina diésel
15	8.323	7.852	8.048	8.809	9.100
20	5.543	5.072	5.268	6.029	6.320
24	4.153	3.682	3.878	4.639	4.930
30	2.764	2.293	2.489	3.250	3.541
Multa (0,4 UTM/MWh)	1.290	1.290	1.290	1.290	1.290
Multa (0,6 UTM/MWh)	1.935	1.935	1.935	1.935	1.935

(b) Sin créditos de carbono					
(%)	(1) CNE más turbina diésel	(2) El viento sopla en horas punta	(3) El viento sigue a la demanda hora a hora	(4) El viento sopla en horas fuera de punta	(5) Caso (4) más turbina diésel
15	9.218	8.741	8.952	9.729	10.005
20	6.438	5.961	6.172	6.949	7.225
24	5.048	4.571	4.782	5.559	5.835
30	3.659	3.182	3.393	4.170	4.446
Multa (0,4 UTM/MWh)	1.290	1.290	1.290	1.290	1.290
Multa (0,6 UTM/MWh)	1.935	1.935	1.935	1.935	1.935

4.3. ¿Por qué suponer que el viento es la tecnología marginal?

Una crítica que ha recibido nuestro estudio es que suponemos que el viento es la tecnología no convencional marginal. Habría proyectos competitivos de tecnologías alternativas más baratas —centrales minihidráulicas, geotérmicas y de biomasa— suficientes para cumplir con la obligación con holgura a precios de mercado. Así, por ejemplo, una autoridad afirmó por la prensa que las estimaciones oficiales son que en 2020 se habrían instalado 2.500 MW de energías no convencionales, más de 1.000 MW que

CUADRO N° 10: UNA ESTIMACIÓN DEL VALOR DE LA REDUCCIÓN DE EMISIONES QUE LOGRA LA LEY

	(1) Generación térmica (en GWh)	(2) Sustitución de generación térmica (en GWh)	(3) Reducción de emisiones (millones de toneladas de CO ₂)	(4) Valor de la reducción (millones de US\$)	(5) Valor presente del valor de la reducción (millones de US\$)
2010	17.833	482	0,44	6,0	5,4
2011	19.099	812	0,75	10,2	8,4
2012	20.379	1.136	1,04	14,1	10,6
2013	21.724	1.321	1,21	16,5	11,2
2014	23.135	1.589	1,46	19,9	12,3
2015	24.639	1.891	1,74	23,7	13,4
2016	26.241	2.523	2,32	31,6	16,2
2017	27.947	2.931	2,69	36,6	17,1
2018	29.763	3.384	3,11	42,3	17,9
2019	31.698	3.888	3,57	48,6	18,7
2020	33.758	4.856	4,46	60,7	21,3
2021	35.953	6.136	5,63	76,6	24,4
2022	38.290	7.150	6,56	89,2	25,8
2023 — ∞				1.635,6	473,8
Total					676,5

lo necesario para cumplir con la ley⁴⁴. De manera similar, el trabajo de Garrido (2008) mostraría que existen abundantes recursos no convencionales y que por ello la ley no tiene costo adicional.

Lamentablemente, los estudios del gobierno no son públicos, así que no es posible comentarlos. En cuanto al de Garrido (2008), no se trata de un estudio de disponibilidad. Antes bien, él supone que las tecnologías no convencionales son más baratas que el carbón (aunque en el estudio se supone que su disponibilidad no es ilimitada) y, por lo tanto, es claro que, de ser así, su introducción no aumentaría el costo de suministro⁴⁵.

Sin embargo, se puede dudar de que el costo de las energías no convencionales sea tan bajo. Por ejemplo, Garrido supone que el costo de las pequeñas centrales hidráulicas es US\$30,5/MWh. Sin embargo, tal cosa ignora que estas centrales normalmente están alejadas de los centros de consumo y del sistema troncal y que, por lo tanto, necesitan construir líneas

⁴⁴ La Tercera, septiembre 8 de 2008.

⁴⁵ Minihidráulicas: US\$ 30,5/MWh; eólica: US\$ 63,2/MWh; biomasa: US\$ 46,1/MWh; geotérmica: US\$ 45,5/MWh.

de transmisión para inyectar lo que producen. Porque existen fuertes economías de escala en transmisión, el costo de la línea es muy similar al de una de mayor capacidad, lo que aumenta considerablemente el costo por MWh.

En resumen, no hay estudios que den evidencia razonablemente convincente de que la ley no impone una restricción activa; y en ese escenario, nuestro cálculo es apropiado. Y, sea como sea, en último término esta discusión (así como la crítica que el costo del carbón sería mucho más alto que el supuesto en este trabajo) tiene una arista un tanto curiosa porque, como ya lo dijimos, si el viento u otras tecnologías no convencionales fuesen competitivos con el carbón o con cualquier otra tecnología que no necesita subsidios, ¿por qué habría de necesitar una ley que las fomente?

5. CONCLUSIÓN: CÓMO NO MEJORAR EL MEDIO AMBIENTE

Aunque el mensaje presidencial es un tanto vago acerca de los objetivos de la Ley N° 20.257, su justificación, seguramente, es que las energías renovables no convencionales reducen las emisiones y mejoran el medio ambiente⁴⁶. Sin embargo, si así fuera, cabe preguntarse si la ley es un medio eficaz y eficiente para lograr tal fin. Puesto de otra forma, y dejando de lado que por el momento los generadores seguramente pagarán las multas, ¿vale la pena que los consumidores paguen alrededor de US\$ 4.000 millones por reducir emisiones de la forma impuesta por la ley? Ciertamente parece un error que los consumidores paguemos por una reducción de emisiones más de cinco veces el costo del daño que éstas causan, más aun si se está dispuesto a pagar mucho menos por otras políticas medioambientales.

Desde luego, uno de los defectos de la ley es que, en vez de imponer resultados (reducción de emisiones), impone tecnologías (energías renovables no convencionales). No es necesario repetir aquí por qué es inconveniente regular tecnologías, cuestión que ha sido discutida latamente en la literatura. Por eso, sea lo que sea que logre la ley, seguramente se podrían reducir las emisiones bastante más pagando el mismo costo. Pero más allá de este error de principios, todo indica que el costo por tonelada de reducción de CO₂ logrado por la ley es considerable. En efecto, hemos mostrado que para lograr reducciones de emisiones cuyo daño cuesta alrededor de

⁴⁶ Ésta es, por lo demás, la principal razón de por qué los países industrializados las fomentan. Algunos funcionarios de gobierno afirman que la finalidad de la ley no era medioambiental sino diversificar la así llamada “matriz energética”. Sin embargo, no parece apropiado aumentar la seguridad de suministro agregando fuentes de energía de disponibilidad volátil.

US\$ 670 millones en valor presente, se están gastando más de US\$ 4.000 millones.

Pero la ley podría imponerle costos aun más altos al país. En efecto, por estos días cualquier política pública que fomente la reducción de emisiones de gases que causan el efecto invernadero, principalmente CO₂, debería previamente sopesar cómo se insertará en las políticas globales de reducción de emisiones. En este contexto es de particular importancia el Protocolo de Kyoto.

El Protocolo de Kyoto compromete a un subconjunto de países industrializados a reducir su emisión de gases invernadero entre 2008 y 2012 y estimula la participación voluntaria de los países en desarrollo a través de los así llamados “mecanismos de desarrollo limpio” (conocidos también por *project-based MDL*)⁴⁷. Los MDL les permiten a los países industrializados del Anexo 2 del Protocolo comprar reducciones de emisiones a países en desarrollo como el nuestro y acreditarlas como propias. Para que la reducción de emisiones de algún proyecto en Chile sea reconocida y se pueda transar, debe ser previamente convertida en un certificado de “reducción de emisiones de carbono” (CER por sus siglas en inglés). Uno de los requisitos más importantes es la adicionalidad: el proyecto debe reducir emisiones de gases invernadero más allá de lo exigido por las normas vigentes en el país.

Con todo, hasta 2012 y mientras siga vigente el Protocolo de Kyoto, aquellos proyectos estimulados por leyes como la N° 20.257 no perderán la adicionalidad⁴⁸. Sin embargo, cabe preguntarse que sucederá una vez extinguido el Protocolo de Kyoto. Figueres y Newcombe (2007) alertan que es incierto si acaso los MDL aprobados bajo Kyoto sigan siendo aceptados después de 2012 —cabe la posibilidad de que las reducciones debidas a leyes ya aprobadas sean consideradas dentro de la base desde la que parte cada país. Si así fuera, las reducciones de emisiones estimuladas por esta ley no serán consideradas adicionales y no recibirán créditos de carbono. Por eso, parece un tanto imprudente haber obligado al país a reducir las emisiones de CO₂ en 4 ó 5 millones de toneladas anuales durante los próximos diez años. Antes correspondía negociar en los grupos de trabajo establecidos en la UNFCCC o a través de acuerdos informales con países

⁴⁷ Para una descripción breve del protocolo y del mercado de permisos transables de emisión, véase Aggeryd y Strömqvist (2008).

⁴⁸ Esta conclusión está basada en el Anexo 3 del Protocolo, punto 2, el cual sentencia que las políticas sectoriales Tipo E— implementadas después de la firma del protocolo en 1997 no serán consideradas para computar el escenario base a partir del cual se calculan las reducciones de emisiones que permiten calificarlas como adicionales (las políticas Tipo E— son aquellas regulaciones que les dan ventaja a tecnologías menos intensivas en emisiones como las energías renovables).

industrializados y condicionar la vigencia de la ley a que las reducciones de emisiones sean consideradas adicionales después de 2012⁴⁹. Peor aun, es posible que en el mundo post-Kyoto se les impongan obligaciones de reducción de emisiones a los países en desarrollo. De no ser reconocida la adicionalidad de estos nuevos proyectos, la línea base para calcular la reducción de emisiones se calculará considerando la exigencia previamente establecida en la Ley N° 20.257.

APÉNDICE A

La Ley N° 20.257

Artículo único. Introdúcense en el decreto con fuerza de ley N° 4, de 2007, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, que fija el texto refundido, coordinado y sistematizado del decreto con fuerza de ley N° 1, de 1982, del Ministerio de Minería, que contiene la Ley General de Servicios Eléctricos, las siguientes modificaciones:

1) Intercálase en el inciso primero del artículo 79°, entre las expresiones “generación” y “conectados”, las siguientes oraciones: “renovable no convencionales y de las instalaciones de cogeneración eficiente, definidos en las letras aa) y ac) del artículo 225° de esta ley, que se encuentren”, y sustitúyense las oraciones “cuya fuente sea no convencional, tales como geotérmica, eólica, solar, biomasa, mareomotriz, pequeñas centrales hidroeléctricas, cogeneración y otras similares determinadas fundadamente por la Comisión,” por la expresión “y”.

2) Agrégase, a continuación del artículo 150°, el siguiente artículo 150° bis:

“Artículo 150° bis.- Cada empresa eléctrica que efectúe retiros de energía desde los sistemas eléctricos con capacidad instalada superior a 200 megawatts para comercializarla con distribuidoras o con clientes finales, estén o no sujetos a regulación de precios, deberá acreditar ante la Dirección de Peajes del CDEC respectivo, que una cantidad de energía equivalente al 10% de sus retiros en cada año calendario haya sido inyectada a cualquiera de dichos sistemas, por medios de generación no convencionales, propios o contratados.

La empresa eléctrica podrá también acreditar el cumplimiento de la obligación señalada en el inciso primero, mediante inyecciones de energía renovable no convencional realizadas a los sistemas eléctricos durante el año calendario inmediatamente anterior, en la medida que dichas inyecciones no hayan sido acreditadas para el cumplimiento de la obligación que correspondió a ese año.

⁴⁹ También es inconveniente afirmar, como se ha hecho, que la finalidad de la ley no es reducir emisiones sino diversificar la matriz energética, porque así se confirma que los proyectos no son adicionales.

Cualquier empresa eléctrica que exceda el porcentaje señalado en el inciso primero de inyecciones de energía renovable no convencional dentro del año en que se debe cumplir la obligación, con energía propia o contratada y aunque no hubiese efectuado retiros, podrá convenir el traspaso de sus excedentes a otra empresa eléctrica, los que podrán realizarse incluso entre empresas de diferentes sistemas eléctricos. Una copia autorizada del respectivo convenio deberá entregarse a la Dirección de Peajes del CDEC respectivo para que se imputen tales excedentes en la acreditación que corresponda.

La empresa eléctrica que no acredite el cumplimiento de la obligación a que se refiere este artículo al 1 de marzo siguiente al año calendario correspondiente, deberá pagar un cargo, cuyo monto será de 0,4 UTM por cada megawatt/hora de déficit respecto de su obligación. Si dentro de los tres años siguientes incurriese nuevamente en incumplimiento de su obligación, el cargo será de 0,6 UTM por cada megawatt/hora de déficit.

Sin perjuicio de lo anterior, cualquier empresa eléctrica deficitaria podrá, con un límite de 50%, postergar hasta en un año la acreditación de la obligación que le corresponda al término de un año calendario, siempre que lo haya comunicado a la Superintendencia antes del 1 de marzo siguiente al año calendario referido.

Las Direcciones de Peajes de los CDEC de los sistemas eléctricos mayores a 200 megawatts deberán coordinarse y llevar un registro público único de las obligaciones, inyecciones y traspasos de energía renovable no convencional de cada empresa eléctrica, así como de toda la información necesaria que permita acreditar el cumplimiento de las obligaciones y la aplicación de las disposiciones contenidas en este artículo.

Los cargos señalados en el inciso cuarto se destinarán a los clientes finales y a los clientes de las distribuidoras cuyos suministros hubieren cumplido la obligación prevista en el inciso primero de este artículo.

Las sumas de dinero que se recauden por estos cargos, se distribuirán a prorrata de la energía consumida por los clientes indicados en el inciso anterior durante el año calendario en que se incumplió la obligación del inciso primero.

La Dirección de Peajes del CDEC respectivo calculará y dispondrá tanto el pago de los cargos que cada empresa deberá abonar para que se destinen a los clientes aludidos en base a los montos recaudados de las empresas que no hubiesen cumplido la obligación, así como las transferencias de dinero a que haya lugar entre ellas. La Superintendencia deberá requerir a la Dirección de Peajes y a las empresas concernidas la información necesaria para fiscalizar el cumplimiento de las obligaciones que se les impone en este inciso.

Toda controversia que surja en la aplicación del inciso anterior con la Dirección de Peajes del CDEC respectivo promovida por las empresas eléctricas sujetas a la obligación prevista en el inciso primero o por las distribuidoras y clientes finales, será dictaminada por el panel de expertos, organismo que deberá optar por uno de los valores propuestos por quien promueve la discrepancia o por la referida Dirección, entendiéndose que ésta se formaliza en las presentaciones que deberán realizar al panel, en sobre cerrado, dentro de los quince días siguientes al cálculo efectuado por la Dirección de Peajes. Para expedir el dictamen respectivo, el aludido Panel

deberá ceñirse al procedimiento aplicable a las discrepancias previstas en el número 11 del artículo 208°.

Sólo para los efectos de la acreditación de la obligación señalada en el inciso primero, se reconocerán también las inyecciones provenientes de centrales hidroeléctricas cuya potencia máxima sea igual o inferior a 40.000 kilowatts, las que se corregirán por un factor proporcional igual a uno menos el cociente (sic) entre el exceso sobre 20.000 kilowatts de la potencia máxima de la central y 20.000 kilowatts, lo que se expresa en la siguiente fórmula:

$$FP = 1 - \frac{PM - 20.000 \text{ kw}}{20.000 \text{ kw}}.$$

Donde FP es el factor proporcional antes señalado y PM es la potencia máxima de la central hidroeléctrica respectiva, expresada en kilowatts.”

3) Suprímese el inciso quinto del artículo 157°.

4) Agréganse, en el artículo 225°, a continuación de la letra z), las siguientes letras aa), ab) y ac):

“aa) Medios de generación renovables no convencionales: los que presentan cualquiera de las siguientes características:

1) Aquellos cuya fuente de energía primaria sea la energía de la biomasa, correspondiente a la obtenida de materia orgánica y biodegradable, la que puede ser usada directamente como combustible o convertida en otros biocombustibles líquidos, sólidos o gaseosos. Se entenderá incluida la fracción biodegradable de los residuos sólidos domiciliarios y no domiciliarios.

2) Aquellos cuya fuente de energía primaria sea la energía hidráulica y cuya potencia máxima sea inferior a 20.000 kilowatts.

3) Aquellos cuya fuente de energía primaria sea la energía geotérmica, entendiéndose por tal la que se obtiene del calor natural del interior de la tierra.

4) Aquellos cuya fuente de energía primaria sea la energía solar, obtenida de la radiación solar.

5) Aquellos cuya fuente de energía primaria sea la energía eólica, correspondiente a la energía cinética del viento.

6) Aquellos cuya fuente de energía primaria sea la energía de los mares, correspondiente a toda forma de energía mecánica producida por el movimiento de las mareas, de las olas y de las corrientes, así como la obtenida del gradiente térmico de los mares.

7) Otros medios de generación determinados fundadamente por la Comisión, que utilicen energías renovables para la generación de electricidad, contribuyan a diversificar las fuentes de abastecimiento de energía en los sistemas eléctricos y causen un bajo impacto ambiental, conforme a los procedimientos que establezca el reglamento.

ab) Energía renovable no convencional: aquella energía eléctrica generada por medios de generación renovables no convencionales.

ac) Instalación de cogeneración eficiente: instalación en la que se genera energía eléctrica y calor en un solo proceso de elevado rendimiento energético cuya potencia máxima suministrada al sistema sea inferior a 20.000 kilowatts y que cumpla los requisitos establecidos en el reglamento.

Disposiciones transitorias

Artículo 1° transitorio. La obligación contemplada en el artículo 150° bis que esta ley incorpora a la Ley General de Servicios Eléctricos, regirá a contar del 1 de enero del año 2010, y se aplicará a todos los retiros de energía para comercializarla con distribuidoras o con clientes finales cuyos contratos se suscriban a partir del 31 de agosto de 2007, sean contratos nuevos, renovaciones, extensiones u otras convenciones de similar naturaleza.

El cumplimiento de la obligación referida deberá efectuarse con medios de generación renovables no convencionales o con los señalados en el inciso final del artículo 150° bis que introduce esta ley, propios o contratados, que se hayan interconectado a los sistemas eléctricos con posterioridad al 1 de enero de 2007. También se podrá cumplir la obligación referida con medios de generación renovables no convencionales, que encontrándose interconectados a los sistemas eléctricos con anterioridad a la fecha señalada en el inciso precedente, amplíen su capacidad instalada de generación con posterioridad a dicha fecha y conserven su condición de medio de generación renovable no convencional una vez ejecutada la ampliación. Para los efectos de la acreditación de la obligación señalada, las inyecciones provenientes de los medios de generación referidos en este inciso, se corregirán por un factor proporcional igual al cociente entre la potencia adicionada con posterioridad al 1 de enero del 2007 y la potencia máxima del medio de generación luego de la ampliación.

Con todo, la obligación aludida en el inciso primero será de un 5% para los años 2010 a 2014, aumentándose en un 0,5% anual a partir del año 2015. Este aumento progresivo se aplicará de tal manera que los retiros afectos a la obligación el año 2015 deberán cumplir con un 5,5%, los del año 2016 con un 6% y así sucesivamente, hasta alcanzar el año 2024 el 10% previsto en el artículo 150° bis.

El aumento progresivo dispuesto en el inciso anterior, no será exigible respecto de los retiros de energía asociados al suministro de empresas concesionarias de servicio público de distribución eléctrica, para satisfacer consumos de clientes regulados, que hubieren iniciado el proceso de licitación que dispone el artículo 131° de la Ley General de Servicios Eléctricos, con anterioridad a la publicación de esta ley.

Artículo 2° transitorio. La Comisión Nacional de Energía, mediante resolución exenta, establecerá las disposiciones de carácter técnico que sean necesarias para la adecuada implementación de las normas que esta ley introduce a la Ley General de Servicios Eléctricos y para la aplicación de la disposición transitoria precedente.

Artículo 3° transitorio. La obligación contemplada en el artículo 150° bis que esta ley incorpora a la Ley General de Servicios Eléctricos, regirá por 25 años a contar del 1 de enero del año 2010.

Artículo 4° transitorio. Las empresas eléctricas deberán acreditar ante la Dirección de Peajes del CDEC respectivo que, a lo menos el cincuenta por ciento del aumento progresivo de 0,5% anual de la obligación, contemplado en el inciso cuarto del artículo primero transitorio, ha sido cumplido con inyecciones de energía de medios propios o contratados, elegidas mediante un proceso competitivo, transparente y que no implique una discriminación arbitraria.”.

Y por cuanto he tenido a bien aprobarlo y sancionarlo; por tanto promúlguese y llévase a efecto como Ley de la República.

Santiago, 20 de marzo de 2008. Michelle Bachelet Jeria, Presidenta de la República.- Hugo Lavados Montes, Ministro de Economía, Fomento y Reconstrucción.- Marcelo Tokman Ramos, Ministro Presidente Comisión Nacional de Energía.- Santiago González Larraín, Ministro de Minería. Lo que transcribo a Ud. para su conocimiento.- Saluda atentamente a Ud., Jean Jacques Duhart Saurel, Subsecretario de Economía.

APÉNDICE B

Supuestos y fuentes de los datos

El modelo. El estudio se hizo con el modelo Omsic. La versión usada modela la demanda horaria con una curva de duración de cinco bloques. El horizonte de planeamiento es de 12 años (abril de 2010 hasta marzo de 2022) para moderar la distorsión que implica suponer que el valor estratégico del agua embalsada es una función decreciente en la cota del Laja al final del período.

La proyección de demanda para el horizonte de planeamiento. La proyección de demanda considerada fue la que hizo la CNE cuando fijó el precio de nudo en abril de 2007 y supone que la cantidad consumida de energía crece 6,5% cada año.

Los bloques horarios. La demanda total proyectada de energía de cada mes se ha repartido en cinco bloques horarios, según la programación del CDEC de abril de 2007. En cada uno de ellos se supone que la demanda por potencia es pareja. Las diferencias de potencia demandada entre bloques aproximan a las curvas de carga observadas empíricamente. La demanda de cada bloque se representa como un porcentaje de la demanda en punta.

Esta partición más fina de la cantidad total de energía permite distinguir entre períodos de punta y de fuera de punta. La principal ganancia es capturar que las restricciones de capacidad impiden traspasar ciertas energías entre bloques, lo que posibilita detectar con mayor precisión las posibles fallas de suministro. Por ejemplo, si una central de embalse vierte a las 7 AM (es decir, bota agua porque se rebalsó), esa energía no se puede usar a las 7 PM.

La energía que aportan las centrales de pasada y de embalse en cada una de las 40 hidrologías. Los caudales de los ríos se transforman a energía y se

obtienen *matrices de energía generable*. Éstas son de orden 40×12 (40 años hidrológicos, cada uno de 12 meses). Por ejemplo, la entrada (1971-72, 08) es la energía que hubieran generado las centrales de pasada durante noviembre del año hidrológico 1971-72. Se utilizaron las matrices de los años hidrológicos 1965-66 a 2004-5 que resultan de la programación del CDEC-SIC.

La energía que aportarán las centrales que utilizan agua del resto de los embalses del SIC (Colbún, Pehuenche, Cipreses, Canutillar, Ralco, Pangué y Rapel) también se resume en matrices de energía generable. Para hacer los ejercicios hemos trabajado con matrices mensuales de largo plazo calculadas por el CDEC-SIC⁵⁰. La simulación de la operación se hizo partiendo con la cota del lago Laja en abril de 2010, que se supuso igual a 1.333,66 m.s.n.m., el promedio de cotas entre 1985 y 2006.

La disponibilidad de centrales térmicas. Para incorporar las fallas intempestivas de centrales térmicas se ajustó la capacidad de cada central multiplicándola por $(1 - \text{tasa de falla})$. La fuente de las tasas de falla es la fijación de precio de nudo de abril de 2007.

La entrada de centrales. Se ha empleado como base el plan de obras usado por la CNE en la fijación de precios de nudo de abril de 2007, excluyendo las turbinas Los Vilos y Cardones y la expansión de ciclo combinado de Taltal.

Salidas de centrales por mantenimiento programado. Las centrales deben retirarse de servicio periódicamente para realizar mantenimiento. Para ello, se han empleado mantenimientos típicos supuestos por la CNE en la fijación de precios de nudo de abril de 2007.

El precio de los combustibles. Se han usado los precios de combustible que usó la CNE para la fijación de precios de nudo de abril de 2007. Es conveniente notar que el precio de los combustibles fósiles está en niveles que son altos históricamente.

Factores de penalización. Para referir los costos variables de las centrales al centro de carga se han utilizado los factores de penalización calculados por la CNE en la fijación de precios de nudo de abril de 2007.

El costo de invertir en turbinas eólicas. En este estudio utilizaremos el valor estimado recientemente por Pavez (2008) para parques eólicos instalados en el SING. Consideraremos el valor por kW del parque más grande, US\$ 2.349, el menor de los tres valores que él reporta.

⁵⁰ Cuando se trata de embalses, las matrices de energía generable se calculan suponiendo que éstos parten y terminan el año en la misma cota, es decir, generan exactamente su caudal afluente. En el SIC éste es un supuesto bastante razonable, porque con la sola excepción del lago Laja, la capacidad de regulación de los embalses es a lo más dos o tres meses. Así, en un estudio de operación interanual como el que presentamos en este trabajo la operación de estos embalses no es una variable de estado demasiado relevante.

La generación de una central eólica. Para simular correctamente la generación que es capaz de entregar un molino, es preciso calcular la velocidad del viento a la altura de las aspas, según la siguiente expresión

$$v(h) = \frac{\ln(z/\rho)}{v(h_R) \times \ln(h_R/\rho)},$$

donde $v(z)$ es la velocidad del viento (en m/seg) a una altura h ; $v(h_R)$ es la velocidad del viento registrada en la altura h_R y ρ es la rugosidad del suelo. Luego, la potencia disponible en el viento, π , es igual a

$$\frac{1}{2} \times (\text{densidad del viento}) \times (\text{área}) \times [v(h)]^3.$$

Con este valor se determina la curva de potencia eléctrica, π^e , del generador, que es igual a

$$r \times t \times \pi,$$

donde r es el rendimiento con que el rotor de la turbina eólica extrae la potencia disponible en el viento y t es el rendimiento con que el rotor de la turbina transforma la potencia mecánica en electricidad⁵¹.

En este estudio utilizaremos la curva de potencia del generador Vestas V66 2000/66 *onshore* de 2 MW⁵². Al aplicar esta curva de potencia a las velocidades de viento de cada uno de los ocho sitios reportados en CNE (2007b), obtendremos la generación horaria, diaria y mensual y, con ello, la distribución horaria y mensual de la energía eólica con su correspondiente factor de planta. Con ello obtenemos el factor de planta promedio de los ocho puntos de prospección eólica de la CNE, el factor de planta equivalente y la distribución según los bloques horarios, la que se muestra en el Gráfico N° 5.

Como ya se vio, el factor de planta promedio de los ocho lugares es 24%. Si embargo, en nuestros ejercicios variaremos el factor de planta de las turbinas eólicas entre 15% y 30%.

El factor de planta de las centrales a carbón. Para calcular el costo por MWh producida por una central a carbón suponemos que su factor de planta es

⁵¹ El coeficiente r no es constante porque varía con la velocidad del viento, la velocidad rotacional y el ángulo de ataque y de inclinación de la hélice. De acuerdo al coeficiente de Betz, el valor de r no puede ser superior a 59,3%.

⁵² Mayor información sobre la generación eólica y la curva de potencia del generador están disponibles en <http://www.windpower.org/es/tour/wres/pow/index.htm>.

85%. En otras palabras, suponemos que la central a carbón opera en la base del sistema y sólo sale para mantenimientos mayores por fallas intempestivas, según la estadística. Este supuesto es coherente con el hecho de que el carbón sea actualmente la tecnología de expansión del sistema.

El costo del daño marginal de las emisiones de dióxido de carbono y el valor de los créditos de carbono. Supondremos que el costo del daño marginal que causan las emisiones de CO₂ de una central a carbón es US\$ 12,5/MWh, igual a la cota superior que implica el estudio de Tol (2005). Se trata, por tanto, de una estimación conservadora que, todo lo demás constante, perjudica al carbón.

De manera similar, para valorar los beneficios de la generación eólica supondremos que cada crédito de carbono vale US\$ 13,6/tCO₂, equivalente a valorar cada tonelada de carbono en US\$ 50, la cota superior reportada por Tol (2005)⁵³. Si además suponemos que en el margen la generación eólica sustituye generación con carbón, se tiene que cada MWh eólico debiera recibir un crédito por US\$ 12,5/MWh.

La tasa de descuento. Para calcular el valor presente de los costos de operación del sistema suponemos que la tasa de descuento es 10%.

El costo de la transmisión. Para el cálculo de los costos por el uso del sistema de transmisión troncal se ha supuesto que la central eólica se ubica en la IV Región, en donde enfrenta un costo unitario de US\$ 4/MWh. La central a carbón convencional se ha supuesto instalada en Huasco y su costo de peajes es US\$ 3/MWh.

Sistema de transmisión en corriente continua (HVDC). En uno de nuestros ejercicios calcularemos el costo de ubicar a las centrales térmicas en zonas despobladas, las que se suponen lejanas. Para estimar el costo de la transmisión suponemos que estas centrales se ubican en Sistema Interconectado del Norte Grande (SING) y que inyecta su potencia en el nudo Polpaico del Sistema Interconectado Central (SIC). El enlace es un bipolo en corriente continua (tecnología HVDC) de 1.300 km y con una capacidad de 2.200 MW. Incluye cuatro convertidores de 550 MW cada una en 500 kV, muy similar al proyecto Aysén de Transelec. Los valores de inversión se han supuesto similares al del proyecto de Vancouver Island Cable Project, esto es US\$ 125 millones por cada convertidora y US\$ 323.000 por cada kilómetro de línea instalado. A lo anterior se le suman US\$ 20 millones en equipos de compensación reactiva.

⁵³ El precio del bono de carbono está un tanto por encima del precio que se está pagando actualmente.

REFERENCIAS

- Aggeryd, J. y F. Strömquist (2008): "An Empirical Examination of the EUA Emission Rights Market". Tesis de Magíster. Estocolmo: Stockholm School of Economics.
- Blackler, T. y M. T. Iqbal (2006): "Pre-feasibility Study of Wind Power Generation in Holyrood, Newfoundland". En *Renewable Energy* 31: 489-502.
- Bolinger, M. y B. Wiser (2008): "Annual Report on U.S. Wind Power Installation, Cost and Performance Trends: 2007". Washington: U.S. Department of Energy.
- CDEC-SIC (2007): *Estadística de Operaciones 2006*. Santiago: Centro Económico de Despacho de Carga del Sistema Interconectado Central.
- Corporación de Fomento (1993): *Evaluación del Potencial de Energía Eólica en Chile*.
- Comisión Nacional de Energía (2007a): *Informe de Precio de Nudo, Octubre 2007*. Santiago: CNE.
- (2007b): *Prospección Eólica en Zonas de las Regiones de Atacama, de Coquimbo y del Maule*. Santiago: CNE.
- Decreto Supremo N° 244 (2006): "Reglamento para Medios de Generación no Convencionales y Pequeños Medios de Generación Establecidos en la Ley General de Servicios Eléctricos". En *Diario Oficial* de la Republica de Chile, 17 de enero.
- Figueres, C. y K. Newcombe (2007): "Evolution of the CDM: Toward 2012 and Beyond". Mimeo.
- Galaz, R. (2007): "Evaluación del Impacto Técnico Económico en el SIC del Proyecto de Ley de Fomento a las ERNC". Presentación ppt.
- Galetovic, A., J. C. Olmedo y H. Soto (2002): "¿Qué tan Probable es una Crisis Eléctrica?" En *Estudios Públicos*, 87: 175-212.
- Garrido, D. (2008): "Evaluación del Impacto Técnico Económico del Proyecto de Ley de Fomento a las Energías Renovables no Convencionales en el Mercado Eléctrico Nacional". Memoria para optar al título de Ingeniero Civil Eléctrico. Santiago: Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile.
- Giumelli, L. (2008): Presentación en el 10° Congreso Técnico Internacional, Buenos Aires, 7 de noviembre.
- Katz, R. (2006): "Contaminación del Aire en Santiago: Mejor que lo que Creemos pero a Mitad de Camino". En A. Galetovic (ed.), *Santiago: Dónde Estamos y Hacia Dónde Vamos*. Santiago: Centro de Estudios Públicos.
- Lewis, J. y R. Wiser (2007): "Fostering a Renewable Energy Technology Industry: An International Comparison of Wind Industry Policy Support Mechanisms". En *Energy Policy*, 35: 1844-1857.
- Moreno J., S. Mocarquer y H. Rudnick (2007): "Generación Eólica en Chile: Análisis del Entorno y Perspectivas de Desarrollo". Mimeo, Systep.
- Muñoz, R., R. Garreaud, L. Gallardo, A. Cabello y B. Rosenbluth (2003): "Mejoría del Conocimiento del Recurso Eólico en el Norte y Centro del País". Santiago: Universidad de Chile.
- Noll, R. (2005): "Buyer Power and Economic Policy". En *Antitrust Law Journal*, 72: 589-624.
- Nordhaus, W. (2008): *A Question of Balance. Weighing the Options on Global Warming Policies*. New Haven: Yale University Press.

- Oswald, J., M. Raine, H. Ashraf-Ball, E. Murphy (2006): "UK Wind Farm Performance 2005. Based on Ofgem ROC Data". Disponible en www.ref.org.uk/images/pdfs/UK_Wind_Phase_1_web.pdf.
- Pavez, M. (2008): "Wind Energy Generation Feasibility on the Northern Interconnected System (SING)". Tesis de Magíster en Ingeniería. Santiago: Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Santana, Ch. (2006): "Energía Eólica en Chile: Contexto y Oportunidades". Presentación ppt.
- Romm, J. (2008): "The Biggest Source of Mistakes", disponible en <http://climateprogress.org/2008/03/25/the-biggest-source-of-mistakes-c-vs-co2/>.
- Sawin, J. (2004): "Policy Lessons for the Advancement & Diffusion of Renewable Energy Technologies Around the World". Trabajo presentado en la International Conference for Renewable Energies, Bonn.
- Stern, N. (2008): *The Economics of Climate Change: The Stern Review*. New York: Cambridge University Press.
- Tol, R. (2005): "The Marginal Damage Costs of Carbon Dioxide Emissions: An Assessment of the Uncertainties". En *Energy Policy*, 33: 2064-2074. ☐

EL PROBLEMA DEL CALENTAMIENTO GLOBAL

¿Cómo enfrentar el calentamiento global? ¿Qué opciones de política se están proponiendo? ¿Cuáles son sus pros y contras desde el punto de vista de la generación actual y qué tensiones surgen cuando se considera el bienestar de las generaciones futuras? En las páginas que siguen se recogen distintas opiniones. Para comenzar se reproduce el ensayo de Freeman J. Dyson (“El problema del calentamiento global”, que apareció en el *NYRB* el 12 de junio de 2008) motivado por dos libros publicados recientemente, uno de William D. Nordhaus, *A Question of Balance: Weighing the Options on Global Warming Policies*, y otro editado por Ernesto Zedillo, *Global Warming: Looking Beyond Kyoto*. A continuación se incluye la respuesta de W. D. Nordhaus y las cartas enviadas al *NYRB* por Dimitri Zenghelis, miembro asociado del Royal Institute of International Affairs (Londres) e integrante del equipo que elaboró el Informe Stern sobre el calentamiento global, y de Leigh Sullivan, director de Southern Cross GeoScience. Finalmente, se publica la réplica de Dyson.

Palabras clave: calentamiento global; control de emisiones de dióxido de carbono; energía; economía del medio ambiente, *The Stern Review*, Protocolo de Kioto, Al Gore.

I. EL PROBLEMA DEL CALENTAMIENTO GLOBAL*

Freeman J. Dyson

Comienzo este comentario [de los libros *A Question of Balance: Weighing the Options on Global Warming Policies*, de William Nordhaus, y *Global Warming: Looking Beyond Kyoto*, editado por Ernesto Zedillo] con un prólogo que describe las mediciones por las que el calentamiento global dejó de ser una especulación teórica vaga para convertirse en una ciencia precisa basada en la observación.

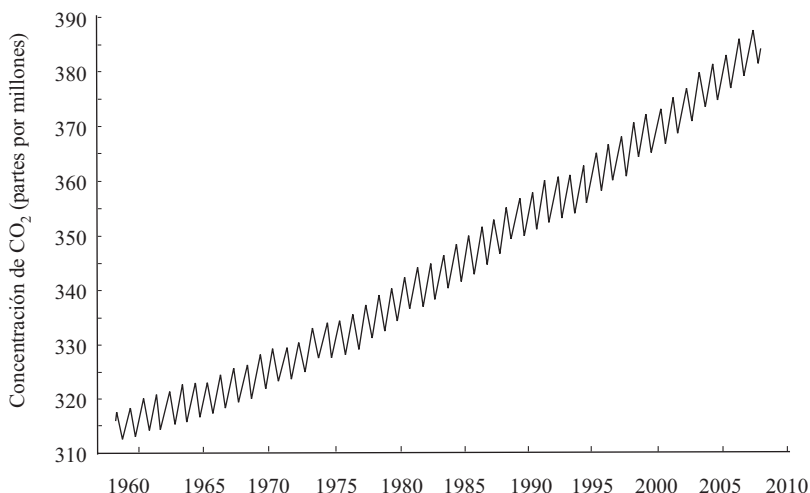
Hay un famoso gráfico que muestra la variación mes a mes y día a día de la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera (véase gráfico en la página siguiente). Se trata de la evidencia más sólida y más exacta de los efectos de la actividad humana en el medio ambiente de nuestro planeta. Se le conoce vulgarmente como el gráfico Keeling porque resume el trabajo de toda una vida de Charles David Keeling, profesor de la Scripps Institution of Oceanography en La Jolla, California. Keeling midió la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera durante 47 años, desde 1958 hasta su fallecimiento en 2005. Él mismo diseñó y fabricó los instrumentos que le permitieron realizar mediciones precisas, las que inició cerca de la cumbre del Mauna Loa, volcán inactivo situado en la Isla Grande de Hawai.

FREEMAN J. DYSON (15 de diciembre de 1923). Físico y matemático inglés, cuya obra contribuyó decisivamente al desarrollo de la electrodinámica cuántica. Fue profesor de física en la Universidad de Cornell y posteriormente en el Instituto de Estudios Avanzados de Princeton. Miembro de la American Physical Society, de la US National Academy of Sciences y de la Royal Society of London. En 1969 recibió la Medalla Max Planck y en 2000 el Premio Templeton para el Progreso en la Religión. Autor, entre otros libros, de *El Sol, el Genoma e Internet: Las Tres Cosas que Revolucionarán el Siglo XXI* (Editorial Debate, 2008 [1999], discusión acerca de si la tecnología moderna podría ser usada para reducir la brecha entre pobres y ricos en vez de aumentarla), *Los Orígenes de la Vida* (Cambridge University Press, 1999 [1986]), *El Infinito en Todas Direcciones* (Tusquets Editores, 1991 [1988], meditación filosófica en base a las conferencias en teología natural dictadas en la Universidad de Aberdeen).

* Comentario de Freeman J. Dyson a los libros *A Question of Balance: Weighing the Options on Global Warming Policies* (Yale University Press, 234 págs.), de William Nordhaus, y *Global Warming: Looking Beyond Kyoto*, editado por Ernesto Zedillo (Yale Center for the Study of Globalization/Brookings Institution Press, 237 págs.).

Publicado originalmente en *The New York Review of Books* (NYRB), Vol. 55 N° 10 (12 de junio de 2008). Traducido al castellano por Alberto Ide para *Estudios Públicos* y reproducido en esta edición con la debida autorización del NYRB.

CONCENTRACIÓN DE DIÓXIDO DE CARBONO EN LA ATMÓSFERA



Fuente: NOAA Climate Monitoring and Diagnostic Laboratory.

Concentración de dióxido de carbono en la atmósfera

Keeling escogió ese lugar para instalar su observatorio porque el aire ambiental se encuentra alejado de cualquier continente y no está contaminado por la vegetación o por actividades humanas locales. Las mediciones han continuado después de la muerte de Keeling y muestran un aumento ininterrumpido de concentración de dióxido de carbono a lo largo de más de medio siglo. El gráfico presenta dos características manifiestas. En primer lugar, un aumento sostenido en la concentración de dióxido de carbono con el paso del tiempo, desde 315 partes por millón en 1958 hasta llegar a 385 partes por millón en 2008. En segundo lugar, una oscilación regular que revela un ciclo anual de crecimiento y disminución de los niveles de dióxido de carbono. Los niveles máximos se alcanzan cada año durante la primavera del hemisferio norte, y los niveles mínimos se registran durante el otoño del mismo hemisferio. La diferencia entre las cifras máximas y mínimas anuales es de aproximadamente 6 partes por millón.

Keeling era un observador meticuloso. La precisión de sus mediciones nunca ha sido cuestionada y sus resultados han sido confirmados por muchos otros. En los años setenta extendió sus observaciones desde el

Mauna Loa, a 20 grados de latitud norte, hacia otras ocho estaciones en diversas latitudes, desde el Polo Sur, a 90 grados de latitud sur, hasta Point Barrow, en la costa ártica de Alaska, a 71 grados de latitud norte. En cada latitud se aprecia el mismo fenómeno de aumento sostenido en los niveles de dióxido de carbono, pero la magnitud de la oscilación anual varía considerablemente según sea la latitud. La mayor oscilación se observa en Point Barrow, donde la diferencia entre el nivel máximo y el mínimo es de alrededor de quince partes por millón. En Kerguelen, una isla en el Océano Pacífico situada a 29 grados de latitud sur, la oscilación desaparece. En el Polo Sur la diferencia entre el nivel máximo y el mínimo es de aproximadamente dos partes por millón, alcanzándose el punto más alto durante la primavera del hemisferio sur.

La única explicación plausible de la oscilación anual y su variación con la latitud es que obedece al crecimiento y descomposición estacional de la vegetación anual, en especial de los bosques caducifolios, en latitudes templadas septentrionales y meridionales. La asimetría de la oscilación entre el Norte y el Sur se debe al hecho de que en el hemisferio norte se encuentra la mayor parte de la superficie continental y de los bosques caducifolios del planeta. La oscilación nos está entregando una medida directa de la cantidad de carbono absorbida desde la atmósfera por la vegetación en crecimiento cada verano boreal y austral, y devuelta cada invierno a la atmósfera por la vegetación que se está marchitando y descomponiendo.

La cantidad es considerable, como podemos observar directamente en las mediciones de Point Barrow. La oscilación en Point Barrow demuestra que el crecimiento neto de la vegetación durante el verano boreal absorbe cada año cerca del 4% del total de dióxido de carbono presente en la atmósfera de alta latitud. La absorción total debe ser mayor que el crecimiento neto, pues la vegetación continúa respirando durante el verano y el crecimiento neto equivale a la absorción total menos la respiración. Los bosques tropicales en latitudes bajas también están absorbiendo y respirando gran cantidad de dióxido de carbono, el que no varía mucho con las estaciones y no contribuye mayormente a la oscilación anual.

Cuando reunimos la evidencia de las oscilaciones y de la distribución de la vegetación sobre la superficie terrestre, resulta que cada año cerca del 8% del dióxido de carbono en la atmósfera es absorbido por la vegetación y devuelto a la atmósfera. Ello significa que el período promedio de permanencia de una molécula de dióxido de carbono en la atmósfera, antes de ser captada por la vegetación para luego ser liberada, es de aproximadamente doce años. Este hecho —la rapidez del intercambio de carbono entre la atmósfera y la vegetación— tiene una importancia fundamental para

el futuro a largo plazo del calentamiento global, como quedará claro en lo que sigue. Ni el libro de Nordhaus ni el editado por Zedillo mencionan este fenómeno.

1. William Nordhaus es un economista de carrera, y su libro *A Question of Balance: Weighing the Options on Global Warming Policies* describe el problema del calentamiento global desde la óptica de un economista. Nordhaus no se ocupa de los aspectos científicos del calentamiento global, ni del detalle de las estimaciones del daño que podría causar. Supone que los detalles científicos y los daños ya están especificados y compara la eficacia de diversas políticas para asignar recursos económicos en respuesta a este problema. Sus conclusiones son en gran medida independientes de los detalles científicos. Nordhaus calcula gastos, costos y ganancias agregadas, y para ello ejecuta un solo modelo computacional que denomina DICE (siglas de Dynamic Integrated Model of Climate and the Economy).

Cada ejecución del DICE toma como información de entrada (*input*) una determinada política para asignar gastos año a año. Los recursos asignados se utilizan para subsidiar costosas tecnologías —por ejemplo, el secuestro subterráneo a grandes profundidades del dióxido de carbono producido en centrales eléctricas— que reducen las emisiones de dióxido de carbono, o en aplicar un impuesto a las actividades que producen emisiones de carbono. La parte del DICE relativa a la modelación climática calcula el efecto de la reducción de las emisiones en la disminución de los daños. El resultado (*output*) del DICE nos señala, por tanto, las consiguientes ganancias y pérdidas que se producen en la economía mundial año a año. Cada ejecución comienza el año 2005 y termina en 2105 o en 2205, entregando un panorama de los efectos de una determinada política en el curso de los próximos cien o doscientos años.

La unidad práctica de los recursos económicos es un billón* de dólares reajustados según la inflación. Un dólar reajustado según la inflación es una suma de dinero que, en cualquier momento futuro, tiene el mismo poder adquisitivo de un dólar real en 2005. En el siguiente análisis la palabra “dólar” siempre se referirá a un dólar reajustado según la inflación, con un poder adquisitivo que no varía con el tiempo. La diferencia entre los resultados de una política y otra es normalmente de varios billones de dólares, suma comparable al costo de la guerra de Irak. Las cantidades en juego, por consiguiente, son enormes.

* *Trillion* en el original en inglés, equivalente a un millón de millones o un billón. (N. del E.)

El libro de Nordhaus no está destinado al lector ocasional. Está lleno de gráficos y tablas de cifras, con algunas ecuaciones esporádicas para demostrar cómo se relacionan dichas cifras. Los gráficos y las tablas muestran cómo reacciona la economía mundial frente a las distintas opciones de políticas. Para comprender esos gráficos y tablas los lectores tienen que estar familiarizados con los estados financieros y el interés compuesto, pero no necesitan ser especialistas en teoría económica. Cualquier persona con conocimientos matemáticos suficientes para hacer el balance de un talonario de cheques o para completar una declaración de impuestos debería ser capaz de comprender las cifras.

Por consideración a los analfabetos matemáticos o aquellos a quienes no les interesan los pormenores numéricos, Nordhaus incluye al comienzo del libro un capítulo no matemático titulado “Resumen para el ciudadano interesado”. Este primer capítulo contiene un resumen admirablemente claro de sus resultados y de sus consecuencias prácticas, sintetizados de tal manera que puedan ser leídos por políticos atareados y por los ciudadanos comunes, gracias a cuyos votos los primeros pueden resultar electos. Nordhaus piensa que lo más importante de cualquier política que pretenda abordar el problema del cambio climático debería ser el criterio para fijar el “precio del carbono” más eficiente, que él define como “el precio de mercado o la multa que habrían de pagar aquellos que utilizan combustibles fósiles y, por tanto, generan emisiones de CO_2 ”. Señala Nordhaus:

Se puede apreciar fácilmente si alguien está tratando con seriedad o no el problema del calentamiento global por lo que dice acerca del precio del carbono. Supongamos que una figura pública se refiere con elocuencia a los peligros del calentamiento global y llama a adoptar medidas de urgencia para retardar el cambio climático. Supongamos que esa persona propone regular la eficiencia del combustible de los automóviles, o exigir el uso de bombillas de alta eficiencia, o subsidiar el etanol, o prestar apoyo a las investigaciones sobre energía solar, pero ninguna de sus sugerencias aumentan el precio del carbono. Habría que concluir que sus argumentos no son realmente serios y que en ellos no se considera el mensaje económico fundamental acerca de cómo retardar el cambio climático. En una primera aproximación, aumentar el precio del carbono es una medida necesaria y suficiente para hacer frente al calentamiento global. El resto, en el mejor de los casos, no es más que retórica y, de hecho, puede resultar perjudicial al inducir ineficiencias económicas.

Si este capítulo fuera ampliamente leído, la opinión pública comprendería mucho mejor el fenómeno del calentamiento global y las posibles respuestas a este problema.

Nordhaus examina cinco tipos de políticas para enfrentar el calentamiento global, con muchas ejecuciones del DICE para cada una de ellas. El primer tipo consiste en mantener el actual estado de cosas (*business as usual*), sin restricciones a las emisiones de dióxido de carbono, en cuyo caso calcula que los daños al medio ambiente ascenderían en 2100 a unos US\$ 23 billones de dólares actuales. El segundo tipo se refiere a la “política óptima”, que a juicio de Nordhaus es la más costo-efectiva, con un impuesto de alcance mundial aplicado a las emisiones de carbono, reajustado cada año para obtener la máxima ganancia económica agregada según lo calculado por el DICE. El tercer tipo es el Protocolo de Kioto, en vigencia desde 2005 y con 175 países participantes, en virtud del cual se imponen límites fijos sólo a las emisiones de los países económicamente desarrollados. Nordhaus somete a prueba diversas versiones del Protocolo de Kioto, con y sin la participación de los Estados Unidos.

El cuarto tipo de política es catalogado de “ambicioso”, con dos versiones que Nordhaus denomina “Stern” y “Gore”. “Stern” es la política propugnada por sir Nicholas Stern en el *Stern Review*¹, documento que contiene un análisis económico del calentamiento global, patrocinado por el gobierno británico. La política “Stern” impone límites draconianos a las emisiones, similares a los estipulados en el Protocolo de Kioto, pero aun más estrictos. “Gore” es la política recomendada por Al Gore, según la cual las emisiones deben reducirse en forma drástica, pero gradual, y las disminuciones alcanzarían el 90% de los niveles actuales antes del año 2050. La quinta y última clase de política se denomina “contención de bajo costo” (*low-cost backstop*), basada en una tecnología hipotética de bajo costo para eliminar el dióxido de carbono de la atmósfera, o para producir energía sin emitir dióxido de carbono, partiéndose del supuesto de que dicha tecnología estará disponible en una determinada fecha futura. Según Nordhaus, esta tecnología podría incluir “la energía solar de bajo costo, la energía geotérmica, algún tipo de ingeniería climática no invasiva, o árboles genéticamente modificados captadores de carbono”.

Puesto que a cada política sometida al DICE se le asigna una vigencia de cien o doscientos años, su eficacia económica debe ser medida en función de una suma agregada de ganancias y pérdidas durante el período completo de modelación. Así pues, la pregunta fundamental desde la óptica

¹ Véase Nicholas Stern, *The Economics of Climate Change: The Stern Review* (Cambridge University Press, 2007).

de las políticas públicas es cómo comparar las ganancias y pérdidas actuales con las ganancias y pérdidas dentro de cien años más. Por eso Nordhaus escogió como título “Una cuestión de equilibrio”. Si podemos ahorrar M dólares en daños causados por el cambio climático para el año 2110 gastando un dólar el año 2010 para reducir las emisiones, ¿a cuánto debe ascender M para que el gasto valga la pena? O, como lo plantearían los economistas, el dinero que se invierte hoy en reducir las emisiones ¿en cuánto podría hacer disminuir o reducir las pérdidas futuras causadas por el cambio climático?

La respuesta convencional de los economistas a esta pregunta consiste en señalar que M debe ser mayor que el retorno acumulado esperado hasta el año 2110, si el dólar ahorrado en 2010 se invirtiera hoy en la economía mundial a cien años plazo a una tasa promedio de interés compuesto. Por ejemplo, el valor de un dólar invertido a una tasa de interés promedio de 4% por un período de cien años sería de US\$ 54; ése sería el valor futuro de un dólar dentro de cien años. Así pues, por cada dólar gastado ahora en una determinada estrategia para combatir el calentamiento global, la inversión debe reducir el daño causado por ese fenómeno en un monto que exceda los US\$ 54 dentro de cien años para que reporte un beneficio económico positivo a la sociedad. Si la estrategia de aplicar un impuesto a las emisiones de carbono produce un retorno de sólo US\$ 44 por dólar invertido, los costos de adoptar esa estrategia superarían los beneficios obtenidos. Ahora bien, si el retorno de la estrategia es de US\$ 64 por dólar invertido, las ventajas son claras. Surge la pregunta, entonces, de cuáles serían las estrategias para luchar contra el calentamiento global que logren producir beneficios a largo plazo superiores a sus costos actuales. La agregación de ganancias y pérdidas a lo largo del tiempo debería calcularse considerando una alta tasa de descuento para el futuro remoto.

La elección de la tasa de descuento para el futuro es la decisión más importante que debe adoptar cualquiera que hace planes de largo plazo. La tasa de descuento es la supuesta pérdida porcentual anual en el valor actual de un dólar futuro a medida que avanza el tiempo. El programa DICE permite escoger arbitrariamente la tasa de descuento, pero Nordhaus sólo presenta los resultados para una tasa de descuento de 4%. En este caso se está ciñendo al criterio generalmente aceptado por los economistas. Cuatro por ciento es una cifra conservadora, basada en un promedio de experiencias anteriores de épocas de bonanza y de tiempos difíciles. Nordhaus está fundando sus juicios en el supuesto de que en los próximos cien años la economía mundial exhibirá una mezcla de estancamiento y prosperidad, y que la tasa global de crecimiento promedio se mantendrá en el mismo nivel

observado durante el siglo XX. Los costos futuros se descuentan porque el mundo del futuro será más rico y se encontrará en mejores condiciones para afrontarlos. Los beneficios futuros se descuentan porque serán una fracción decreciente del patrimonio futuro.

Cuando los costos y beneficios del futuro se descuentan a una tasa de 4% anual, los costos y beneficios agregados de una política climática aplicada durante todo el período futuro son finitos. Los costos y beneficios más allá de cien años no influyen mayormente en el monto calculado. En consecuencia, Nordhaus toma la cifra de beneficios menos costos durante todo el futuro como una medida del valor neto de la política. Él utiliza esta única cifra, calculada mediante el modelo del DICE de la economía mundial, como un estadístico de mérito para realizar comparaciones entre las distintas políticas. El hecho de representar el valor de una política mediante una sola cifra constituye una burda y excesiva simplificación del mundo real, pero sirve para concentrar nuestra atención en las principales diferencias entre los diferentes cursos de acción.

Éstos son los valores netos de las distintas políticas, calculados mediante el DICE. El valor de cada política se determina calculando su diferencia con la situación en que “todo permanece igual”, sin ningún control de emisiones. Un valor positivo indica que la política es mejor que la situación en que “todo permanece igual”, pues el grado de reducción de los daños causados por el cambio climático excede el costo de los controles. Un valor negativo indica que la política es peor que el sistema de “todo permanece igual”, pues los costos son superiores al grado de reducción de los daños. La unidad de valor es un billón de dólares, y los valores se especifican redondeados al billón más cercano. El valor neto del programa óptimo, un impuesto mundial aplicado al carbono que aumenta gradualmente con el tiempo, es +3, lo cual supone un beneficio de unos US\$ 3 billones. El Protocolo de Kioto tiene un valor de +1 con la participación de EE. UU., y de cero sin su participación. La política “Stern” tiene un valor de -15; la política “Gore”, de -21, y la política de “contención de bajo costo” de -17.

¿Qué significan estas cifras? Un billón de dólares constituye una unidad difícil de visualizar. Resulta más fácil pensar en ella como US\$ 3 por cada hombre, mujer o niño(a) de la población estadounidense. Es comparable al producto interno bruto anual de la India o de Brasil. Una pérdida o ganancia de un billón de dólares constituiría una perturbación perceptible, pero no arrolladora, en la economía mundial. Una ganancia o una pérdida de US\$ 10 billones representaría una perturbación de grandes proporciones, con consecuencias impredecibles.

La principal conclusión del análisis de Nordhaus es que las propuestas ambiciosas —como las de “Stern” y “Gore”— resultarían catastróficamente onerosas, y que la alternativa de “contención de bajo costo”, si fuese viable, sería sumamente conveniente, y las demás políticas, incluidas la de “todo permanece igual” y el Protocolo de Kioto, serían sólo moderadamente inferiores a la política óptima. La consecuencia práctica respecto de las políticas destinadas a afrontar el calentamiento global es que deberíamos procurar alcanzar los siguientes objetivos por orden de prioridad: (1) evitar las propuestas ambiciosas; (2) desarrollar la ciencia y la tecnología para encontrar alternativas de contención de bajo costo; (3) negociar un tratado internacional cuyos términos se acerquen tanto como sea posible a los de la política óptima, en caso de que la búsqueda de tecnologías de contención de bajo costo resulte infructuosa; (4) evitar suscribir un tratado internacional que confiera carácter permanente a los términos del Protocolo de Kioto. Estos objetivos son válidos por motivos económicos, independientemente de los pormenores científicos del fenómeno del calentamiento global.

Existe una diferencia filosófica fundamental entre Nordhaus y *sir* Nicholas Stern. En el capítulo 9 del libro de Nordhaus se explica la discrepancia y se señala por qué Stern defiende una política que Nordhaus considera desastrosa. Stern rechaza la idea de descontar los costos y beneficios futuros cuando se los compara con los costos y beneficios actuales. Siguiendo las prácticas habituales de los economistas y ejecutivos empresariales, Nordhaus considera que el descuento es necesario para alcanzar cualquier equilibrio razonable entre el presente y el futuro. A juicio de Stern, no es ético descontar, pues se discrimina entre las generaciones actuales y futuras. Es decir, Stern estima que al aplicarse el descuento se impone una carga excesiva a las generaciones futuras. Para Nordhaus el descuento es un mecanismo equitativo, pues un dólar ahorrado por la generación actual se transformará en 54 dólares que podrán ser gastados por nuestros descendientes un siglo después.

La consecuencia práctica de la política de Stern sería desacelerar hoy el crecimiento económico de China para mitigar los daños que causará el cambio climático dentro de cien años. Varias generaciones de ciudadanos chinos se verían empobrecidas para que la situación económica de sus descendientes mejore sólo levemente. Según Nordhaus, la desaceleración del crecimiento acabaría siendo en definitiva mucho más costosa para China que el daño climático. En cuanto a la ampliamente debatida posibilidad de que se produzcan efectos catastróficos antes del fin del siglo a causa del

aumento en el nivel de los océanos, él se limita a señalar que “es improbable que el cambio climático ocasione catástrofes en un futuro inmediato, pero tiene el potencial de provocar graves daños en el largo plazo”. El gobierno chino rechaza categóricamente la filosofía de Stern, mientras que el gobierno británico la acoge con entusiasmo. Nordhaus considera que el *Stern Review* “adopta una posición altanera de planificador social del mundo, acaso en un intento por atizar las mortecinas brasas del imperio británico”.

2. La principal deficiencia del libro de Nordhaus es que no analiza en detalle la alternativa de “contención de bajo costo”, que podría dar origen a políticas climáticas mucho más fructíferas que su política óptima. Nordhaus elude este tema porque es economista y no científico. No desea cuestionar los pronunciamientos del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático, un grupo de cientos de científicos designados oficialmente por Naciones Unidas para prestar asesoramiento especializado a los gobiernos. El Panel considera que la ciencia del cambio climático ya es una disciplina establecida y no cree en las contenciones de bajo costo. En cuanto a alternativas que podrían llegar a convertirse en tecnologías de contención de bajo costo, que el autor menciona en el párrafo que cité anteriormente —por ejemplo “la energía solar de bajo costo”—, no es mucho lo que Nordhaus tiene que decir. Señala que “en la actualidad no existe una tecnología de esa naturaleza, y sólo podemos especular al respecto”. La política de “contención de bajo costo” se presenta en sus tablas como una posibilidad abstracta sin entrar en mayores detalles. En ninguna parte se la destaca como una solución práctica al problema del cambio climático.

Vuelvo ahora al gráfico de Keeling, el cual demuestra que existe una estrecha conexión entre la atmósfera y las plantas. Las oscilaciones en el gráfico nos señalan que cada molécula de dióxido de carbono presente en la atmósfera tarda alrededor de doce años en incorporarse a una planta. Por tanto, si podemos controlar lo que las plantas hacen con el carbono, el destino de éste en la atmósfera se encuentra en nuestras manos. Eso es lo que Nordhaus quiso decir cuando se refirió a los “árboles genéticamente modificados captadores de carbono” como una tecnología de contención de bajo costo para hacer frente al calentamiento global. La ciencia y la tecnología de la ingeniería genética no se encuentran aún lo bastante desarrolladas para aplicarlas a proyectos en gran escala. Todavía no comprendemos con suficiente claridad el idioma del genoma como para leerlo y escribirlo con fluidez. Sin embargo, esta ciencia está avanzando a pasos

agigantados, y la tecnología para leer y escribir los genomas está progresando aun más rápidamente. En mi opinión, probablemente de aquí a veinte años —y casi con certeza dentro de cincuenta años— contaremos con “árboles genéticamente modificados captadores de carbono”.

Los árboles captadores de carbono podrían convertir la mayor parte del carbono que absorben de la atmósfera en una sustancia químicamente estable que sepultarían bajo tierra. O bien podrían convertir el carbono en combustibles líquidos o en otras sustancias químicas de utilidad. La biotecnología es una herramienta sumamente poderosa, capaz de sepultar o de transformar cualquier molécula de dióxido de carbono que esté a su alcance. Las oscilaciones del gráfico de Keeling demuestran que una enorme proporción del dióxido de carbono presente en la atmósfera queda cada década a disposición de la biotecnología. Si la cuarta parte de las superficies arboladas del mundo fuera replantada con variedades de las mismas especies que captan carbono, los bosques se podrían preservar como recursos ecológicos y como hábitats para las especies silvestres, y la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera se reduciría a la mitad en unos cincuenta años.

Es muy posible que la biotecnología llegue a dominar nuestra vida y nuestra actividad económica durante la segunda mitad del siglo XXI, tal como la tecnología computacional dominó nuestra existencia y nuestra economía durante la segunda mitad del siglo XX. La biotecnología podría llegar a convertirse en un poderoso mecanismo de nivelación, propagando la riqueza por todas las regiones del planeta donde haya tierra, aire, agua y luz solar. Esto no tiene nada que ver con los descaminados esfuerzos que actualmente se están realizando para reducir las emisiones de carbono mediante el cultivo del maíz para convertirlo en combustible de etanol. El programa del etanol no logra disminuir las emisiones y de paso perjudica a los ciudadanos pobres de todo el mundo al provocar un alza en el precio de los alimentos. Una vez que hayamos dominado la biotecnología, las reglas del juego climático van a cambiar radicalmente. Es muy probable que en una economía mundial basada en la biotecnología se haga realidad el sueño de una tecnología de contención barata y respetuosa del medio ambiente, que constituya una alternativa a las fuentes de energía que emiten carbono.

Global Warming: Looking Beyond Kyoto es una compilación de las actas de una conferencia celebrada el 2005 en el Yale Center for the Study of Globalization. La conferencia fue presidida y posteriormente editada por el

director del Yale Center, Ernesto Zedillo, quien fuera presidente de México entre 1994 y 2000. El libro consta de una introducción a cargo de Zedillo y de catorce capítulos que corresponden a las ponencias de los oradores en la conferencia. Entre ellos está William Nordhaus, cuya colaboración se titula “Economic Analyses of The Kyoto Protocol: Is There Life After Kyoto?”, una crítica más aguda al Protocolo de Kioto que la que podemos encontrar en su propio libro.

El libro de Zedillo cubre un abanico mucho más amplio de temas y opiniones que el libro de Nordhaus, y está dirigido a un círculo más amplio de lectores. Entre otras ponencias se incluye “Is the Global Warming Alarm Founded on Fact?” por Richard Lindzen, profesor de ciencias atmosféricas en el MIT, quien responde a la pregunta con un rotundo no. Si bien no niega la existencia del calentamiento global, Lindzen considera que las predicciones respecto de sus efectos perniciosos constituyen una burda exageración. Escribe el autor:

Las observaciones reales sugieren que la sensibilidad del clima real es mucho menor que la establecida en los modelos computacionales, cuya sensibilidad depende de procesos que a todas luces han sido distorsionados.

En el próximo capítulo, “Antropogenic Climate Change: Revisiting the Facts”, Stephan Rahmstorf, profesor de física oceánica en la Universidad de Potsdam, Alemania, le responde a Lindzen. Rahmstorf resume su opinión sobre los argumentos de Lindzen en una oración: “Todo esto da la impresión de ser absolutamente ajeno a la ciencia climática tal como yo la entiendo, y para ser franco me parece sencillamente ridículo”. Estos dos capítulos entregan al lector un triste panorama de la ciencia climática. Rahmstorf representa a la mayoría de los científicos que creen fervientemente que el calentamiento global constituye un grave peligro. Por su parte, Lindzen es portavoz de la reducida minoría que adopta una postura escéptica. La conversación entre ambos grupos es un diálogo de sordos. La mayoría le responde a la minoría con abierto desprecio.

En la historia de la ciencia ha ocurrido con frecuencia que la mayoría estaba equivocada y se negaba a escuchar a una minoría que, según se demostró más tarde, tenía la razón. Puede que hoy ése sea el caso, como también puede que no. La gran virtud del análisis económico de Nordhaus es que mantiene su validez independientemente de si la postura mayoritaria es acertada o errónea. La política óptima de Nordhaus contempla ambas

posibilidades. En su introducción, Zedillo resume uno por uno los argumentos de cada colaborador. Mantiene la neutralidad esperable de un presidente de conferencia, y consagra el mismo espacio a Lindzen que a Rahmstorf. Zedillo sólo deja traslucir su propia opinión en una única y breve oración encerrada entre paréntesis: “Puede que el cambio climático no sea el problema mundial más apremiante (algo de lo que estoy convencido), pero de todos modos puede resultar ser el desafío más complejo que el mundo jamás haya afrontado”.

Los últimos cinco capítulos del libro de Zedillo fueron escritos por autores de los cinco países a los que más preocupan las políticas sobre el calentamiento global: Rusia, Gran Bretaña, Canadá, India y China. Cada uno de los cinco autores ha sido asesor técnico de gobierno, y cada uno de ellos nos expone la política del respectivo gobierno. Howard Dalton, portavoz del gobierno británico, es el más dogmático. Su párrafo final comienza de la siguiente manera:

El Reino Unido tiene la firme convicción de que el cambio climático constituye una grave amenaza contra el medio ambiente y la sociedad humana, de que es preciso adoptar ahora medidas urgentes en todo el mundo para conjurar esa amenaza, y de que el mundo desarrollado debe demostrar una capacidad de liderazgo para afrontar el cambio climático.

El Reino Unido ya ha tomado posición y considera que se debe ignorar a quienquiera que discrepe de la política gubernamental. Este tono dogmático lo asume también la Royal Society, el equivalente británico de la Academia Nacional de Ciencias de Estados Unidos. La Royal Society publicó en fecha reciente un folleto destinado al público en general, titulado “Climate Change Controversies: A Simple Guide”, donde se lee lo siguiente:

En esta obra no se pretende dar respuestas exhaustivas a cada argumento polémico que haya sido planteado por aquellos que procuran distorsionar y socavar los fundamentos científicos del cambio climático y negar la gravedad de las potenciales consecuencias del calentamiento global.

Dicho de otro modo, si usted discrepa de la opinión mayoritaria acerca del calentamiento global, usted es un enemigo de la ciencia. Los autores del folleto parecen haber olvidado el antiguo lema de la Royal Society, *Nullius in Verba*, que significa “nadie tiene la última palabra”.

Ninguno de los libros que he leído sobre los aspectos científicos y económicos del calentamiento global, incluidos los dos libros aquí reseñados, logra identificar el quid del problema, que tiene un carácter religioso antes que científico. Existe una religión secular de alcance mundial que podríamos llamar ambientalismo, la cual sostiene que somos administradores de la Tierra, que devastar el planeta con desechos de nuestro estilo de vida inmoderado constituye un pecado, y que para seguir la senda de la virtud hay que vivir con la mayor frugalidad posible. La ética del ambientalismo es inculcada a los niños y jóvenes en los jardines infantiles, en las escuelas y en las instituciones de educación superior de todo el mundo.

El ambientalismo ha reemplazado al socialismo como la principal religión secular. Y la ética del ambientalismo es básicamente correcta. Los científicos y los economistas pueden concordar con los monjes budistas y con los activistas cristianos en cuanto a que la destrucción implacable de los hábitats naturales es algo perverso, y que la celosa protección de las aves y las mariposas es algo bueno. La comunidad mundial de ambientalistas —muchos de los cuales no son científicos— ha adoptado una postura de superioridad moral y está guiando a las sociedades humanas hacia un futuro esperanzador. El ambientalismo, como una religión que infunde esperanza y respeto por la naturaleza, ha llegado para quedarse. Se trata de una doctrina que todos podemos compartir, creamos o no que el calentamiento global es un fenómeno pernicioso.

Desgraciadamente, algunos miembros del movimiento ambientalista también han adoptado como artículo de fe la creencia de que el calentamiento global es la amenaza más grave contra la ecología de nuestro planeta. Ésta es una de las razones por las que los debates sobre este fenómeno han adquirido un tono más agrio y apasionado. Gran parte de la opinión pública ha llegado a considerar como enemigo del medio ambiente a cualquiera que se muestre escéptico respecto de los peligros del calentamiento global. En los tiempos que corren, los escépticos tienen la difícil tarea de convencer a la opinión pública de lo contrario. Muchos de ellos son fervientes ambientalistas, pero les espanta ver cómo la obsesión por el calentamiento global está distrayendo la atención pública de los que consideran son los riesgos más graves e inmediatos para el planeta, incluidos el armamentismo nuclear, el deterioro del medio ambiente y la injusticia social. Independientemente de si resultan estar en lo cierto o equivocados, sus argumentos merecen ser escuchados.

II. DEBATE*

El *New York Review of Books* recibió numerosas cartas a raíz del artículo “El Problema del Calentamiento Global”, escrito por Freeman J. Dyson. A continuación se reproducen los comentarios enviados por William D. Nordhaus, cuyo libro *A Question of Balance: Weighing the Options on Global Warming Policies* fue reseñado en el artículo de Dyson. Luego se incluyen las cartas enviadas por dos lectores (Leigh Sullivan y Dimitri Zenghelis) y la réplica de Freeman J. Dyson a esos comentarios.

William D. Nordhaus:

Discrepo muy poco del comentario que escribió Freeman J. Dyson sobre mi estudio *A Question of Balance: Weighing the Options on Global Warming Policies*. Sin embargo, la reseña provocó un pequeño estallido de cartas protestando en igual medida por mi estudio y por lo escrito sobre él por Dyson, comentarios que ofrecen una oportunidad de volver a analizar algunas de las controversias más serias.

1. La economía del cambio climático es muy simple. Prácticamente toda actividad involucra de manera directa o indirecta el uso de combustibles fósiles, los cuales emiten dióxido de carbono que es absorbido por la atmósfera. El dióxido de carbono se acumula durante muchas décadas hasta provocar el calentamiento de la superficie, entre muchos otros cambios geofísicos potencialmente perniciosos. Las emisiones de dióxido de carbono

WILLIAM D. NORDHAUS. William D. Nordhaus. Ph. D. en Economía, MIT. Ocupa la Cátedra Sterling de Economía y es profesor de estudios forestales y del medio ambiente en Yale University. Miembro de la Academia de Ciencias de los EE. UU. y de la Academia Estadounidense de Artes y Ciencias. Investigador del National Bureau of Economic Research y consejero del Brookings Panel on Economic Activity, Washington, D. C. Ha participado en varios comités de la Academia de Ciencias de los EE. UU., entre ellos en el Panel sobre Implicancias de Política del Calentamiento por Gases de Invernadero y en el Comité sobre Implicancias del Cambio Climático Abrupto en la Ciencias y en la Sociedad. Autor de numerosas publicaciones, entre ellas, *Invention, Growth and Welfare; Is Growth Obsolete?; The Efficient Use of Energy Resources; Reforming Federal Regulation; Managing the Global Commons; Warming the World*.

* Las respuestas y cartas que aquí se reproducen aparecieron en el *NYRB*, Vol. 55, N° 14 (25 de septiembre de 2008). Traducidas al castellano por Alberto Ide para *Estudios Públicos* y publicadas en esta edición con la debida autorización del *NYRB*.

no representan “externalidades”, es decir consecuencias sociales de las que no da cuenta el funcionamiento del mercado. Son fallas del mercado, por cuanto la gente no paga el costo actual y futuro de sus acciones.

Si la ciencia económica proporciona un criterio esencial para la formulación de políticas, éste consiste en que debemos corregir esa falla del mercado por la vía de garantizar que toda persona, en cualquier lugar, y por un período indefinido, tenga que afrontar por el uso del carbono el pago de un precio de mercado que refleje el costo social de sus actividades. Los actores económicos —miles de autoridades, millones de empresas, millones de personas, todos los cuales adoptan una infinidad de decisiones cada año— tienen que hacer frente a precios realistas por el uso del carbono para que sus decisiones sobre cuánto consumir e innovar sean adecuadas.

La estrategia más eficiente para retardar o para evitar el cambio climático consiste en aplicar al carbono un impuesto universal y conciliado en forma internacional, que grave el contenido de dióxido de carbono de los combustibles fósiles. El contenido de carbono corresponde a la cantidad total de dióxido de carbono que se emite, por ejemplo, cuando la gente gasta un kilowatt-hora (kwh) de electricidad o consume 3,5 litros de gasolina.

Para comprender cómo funciona el impuesto al carbono, tomemos como ejemplo el caso de un hogar estadounidense promedio, que cada año consume unos 12.000 kwh de electricidad a un precio de US\$ 0,10 por kwh. Si esta electricidad fuera generada a partir del carbón, las emisiones de carbono llegarían a alrededor de 3 toneladas. Si el impuesto al carbono fuera de US\$ 30 por tonelada, el costo anual por consumo de electricidad generada a partir del carbón se elevaría de US\$ 1.200 a US\$ 1.290. En cambio, los costos de la energía nuclear o eólica no se verían afectados por un impuesto al carbono, ya que en estas fuentes de energía no se utilizan combustibles emisores de carbono.

El principal objetivo que se persigue al elevar el precio del uso del carbono aplicándole un impuesto es el de entregar poderosos incentivos para reducir sus emisiones. Ello se logrará mediante cuatro mecanismos. En primer lugar, al enviar señales a los consumidores respecto de cuáles bienes y servicios producen altas emisiones de carbono y debieran, por tanto, emplearse con mayor moderación. En segundo lugar, al entregar señales a los productores sobre cuáles insumos utilizan más carbono (como la electricidad generada a partir del carbón) y cuáles utilizan una cantidad menor o nula de carbono (como la electricidad producida por generadores eólicos), lo cual los inducirá a adoptar tecnologías con bajos niveles de emisión de carbono. En tercer lugar, al ofrecer incentivos de mercado a inventores e innovadores para que creen y lancen al mercado productos y procesos con

bajos niveles de emisión de carbono, que puedan reemplazar a la actual generación de tecnologías.

Por último, el hecho de que el carbono tenga un precio de mercado permitirá reducir la cantidad de información necesaria para llevar a cabo las tres tareas anteriores. Aquellos consumidores éticos, que tienen la esperanza de minimizar su “huella de carbono” (la cantidad de carbono que utilizan), tendrían hoy serias dificultades para calcular con exactitud las emisiones de carbono derivadas de, por ejemplo, viajar en automóvil *versus* viajar en avión. Al aplicarse un impuesto al carbono, el precio de mercado de todas las actividades en que éste se utiliza aumentaría en la cifra que resulta de multiplicar el impuesto por el contenido de carbono en los combustibles fósiles. Aunque muchos consumidores seguirían ignorando qué porcentaje del precio de mercado es imputable al contenido de carbono, al menos podrían adoptar sus decisiones confiados de estar pagando los costos sociales del carbono que utilizan.

Algunos podrían sostener que un impuesto al carbono no es más que otro lamentable ejemplo de una filosofía económica basada en el principio de “aplicar impuestos y gastar dinero”. Este argumento constituye una interpretación esencialmente errónea de los fundamentos económicos. Aquellos que consumen combustibles fósiles están disfrutando de un subsidio económico: en rigor, están usufructuando del patrimonio común de la humanidad sin pagar el costo de sus actividades. Al aplicarse un impuesto al carbono la eficiencia económica no disminuiría sino que aumentaría, pues corregiría el subsidio implícito al uso de combustibles fósiles.

Con todo, aún subsiste la principal interrogante económica: ¿cuál es el precio adecuado del carbono? Actualmente resulta inviable (o por lo menos prohibitivamente oneroso) prevenir el calentamiento global en cualquiera de sus formas; sin embargo, el calentamiento descontrolado supone una grave amenaza para los sistemas humanos y, en especial, para los sistemas naturales. Por tanto, es necesario que logremos establecer un equilibrio entre distintos objetivos en conflicto, como lo son prevenir el cambio climático, mantener el crecimiento económico, evitar riesgos catastróficos y no imponer cargas excesivas a los pobres de las futuras generaciones.

Los cálculos de los daños climáticos incluyen no sólo el impacto en los productos de mercado, como los de las industrias alimentaria y forestal, sino que además consideran las pérdidas ocasionadas en ámbitos distintos al mercado. En los estudios más exhaustivos sobre estos perjuicios se tienen en cuenta factores tales como la mayor intensidad de los huracanes, los efectos que provocan los cambios en la temperatura y las precipitaciones en

la producción de alimentos, en las actividades recreativas y en los medios de esparcimiento, como también la carga cada vez mayor que representan las enfermedades. Las estimaciones también incluyen correcciones en función del riesgo de eventos poco probables, pero de graves consecuencias, como un abrupto cambio en el clima. Proporcionar estimaciones confiables de muchos impactos futuros de incierta ocurrencia es un desafío estimulante, pero es fundamental que ellos no sean omitidos de los cálculos de los daños causados por el cambio climático.

Mis estudios económicos, citados en *A Question of Balance*, sugieren que el equilibrio se alcanzaría con un precio del carbono que aumentaría en el curso del tiempo dentro del rango de US\$ 30 a US\$ 50 por tonelada. El límite inferior de este rango es la cifra óptima de rentabilidad puramente económica, mientras que el límite superior impone una restricción adicional al establecer que la temperatura mundial o las concentraciones de dióxido de carbono en la atmósfera no deben exceder los niveles “peligrosos”.

Para los Estados Unidos, esos impuestos se traducirían en ingresos tributarios del orden de US\$ 50.000 millones a US\$ 80.000 millones anuales. Para expresarlo en términos de un grupo familiar promedio, un impuesto al carbono de US\$ 30 por tonelada supondría un impuesto a la gasolina que bordearía los siete centavos de dólar por galón; a raíz de lo anterior, el precio de los combustibles fósiles, y de los productos dependientes de aquéllos aumentaría en cerca de 5%, alza considerablemente inferior a las observadas durante los últimos cinco años.

2. Con ese trasfondo me referiré ahora a dos reparos planteados en el artículo de Freeman Dyson y en las cartas y comentarios que he recibido a raíz del artículo de Dyson: el primero, en relación con la tasa de descuento, y el segundo, referente a las tecnologías de bajo costo para reducir las emisiones de carbono.

Uno de los asuntos de mayor trascendencia en las políticas sobre cambio climático es determinar cuál es la tasa de descuento más adecuada para comparar los costos actuales con los beneficios futuros. Esto es importante porque la sociedad, al disminuir el uso de combustibles fósiles, financiaría hoy el costo de reducir las emisiones, mientras que la mayor parte de los daños evitados se producirán en un futuro lejano. (Recuérdese que, como se señaló antes, los daños corresponden a un concepto global que incluye tanto los impactos en el mercado como los impactos ajenos al mercado y ecológicos, además de los ajustes por riesgos de eventos de graves consecuencias.) Incluso *The Stern Review on the Economics of Climate Change*, escrito por lord Stern, que adopta una visión pesimista de los

daños, concluye que durante el próximo siglo los perjuicios ocasionados por el cambio climático serían relativamente leves y que la mayor parte de ellos se observarían después del año 2200. Por consiguiente, necesitamos encontrar una tasa de descuento apropiada para equilibrar los actuales costos de reducción con los leves perjuicios que se producirían dentro de cien o más años.

Podemos ilustrar el tema de la tasa de descuento recurriendo al siguiente ejemplo. Supongamos que un individuo de la más alta calidad moral nos aborda para hacernos la siguiente proposición. Él creará un fideicomiso que dentro de doscientos años devengará a nuestros herederos una utilidad de US\$ 100 millones (reajustados según la inflación), a cambio de que aportemos ahora una determinada suma de dinero, x dólares. El retorno de US\$ 100 millones podría tomar la forma de una disminución en los daños del cambio climático. Alternativamente, podría consistir en hacerlos dueños de un sector de la isla de Manhattan. ¿Cuál es el monto máximo que estaríamos dispuestos a aportar?

Una persona que se guía por la intuición aritmética podría hacer el siguiente razonamiento: “Sé que la suma invertida acumulará intereses y crecerá con el paso del tiempo. Si considero un tipo de interés de 5% multiplicado por doscientos años, ello arrojaría un total de 1.000%, o un crecimiento por un factor de 10. Así pues, según estos cálculos, para obtener US\$ 100 millones en doscientos años sería necesario invertir US\$ 10 millones ahora. Dicho de otro modo, si presumo que al cabo de ese período el monto invertido aumentará diez veces, hoy no aportaría al fideicomiso más de US\$ 10 millones. Puede que la tasa de interés sea mayor. Si el valor del fondo crece cien veces, mi contribución no debería exceder el millón de dólares”. Nuestra intuición aritmética podría proceder así.

Pero este enfoque, en verdad, ni siquiera se aproxima a la estimación correcta. El cálculo intuitivo pasa por alto el hecho de que el interés es compuesto, vale decir que el interés se paga sobre el monto total y no sólo sobre el monto original. Para calcular el aporte de hoy, un asesor financiero nos aconsejaría considerar los US\$ 100 millones y “descontarlos” al presente utilizando un tipo de interés o una tasa de descuento adecuados. Esa tasa de descuento debería reflejar el monto que podríamos ganar gracias a nuestras inversiones durante el período en cuestión.

Además, en nuestro ejemplo los US\$ 100 millones han sido reajustados según la inflación, de modo que en rigor nos están pagando con bienes futuros. Por este motivo, en el cálculo del valor presente deseamos usar la *tasa de descuento en bienes*. (Recuérdese, una vez más, que en este análisis estamos utilizando una medida global de los bienes; a su vez, a los bienes

cuyos precios están subiendo en relación con el promedio se les aplicará una tasa de descuento más baja.) La tasa de descuento de los bienes es aquella que aplicaríamos al convertir a cifras actuales los valores de bienes consumidos en el futuro, actualizados según la inflación. La tasa debería reflejar no sólo la rentabilidad subyacente de las inversiones sociales, sino además factores de riesgo como que la persona “de la más alta calidad moral” pueda ser Freddie Mac (la Corporación Federal de Préstamos Hipotecarios) y no el Tío Sam, o que tal vez no tengamos herederos, o que en el futuro parte de la isla de Manhattan pueda estar cubierta de agua.

Sobre la base de proyecciones y estudios históricos, el rendimiento de la inversión, reajustado según la inflación, ha fluctuado entre 3% y 6% anual, dependiendo del período considerado y del riesgo envuelto. En mi modelación he utilizado una tasa de descuento de 4%. La aplicación de dicha tasa al fideicomiso nos llevaría a proponer un pago actual de $x = \$ 39.204$. Al cabo de doscientos años, una vez que el interés (compuesto) sobre esa suma haya sido pagado, el patrimonio del fideicomiso debería ascender a US\$ 100 millones.

Muchas personas se escandalizarán de que alguien proponga pagar una suma tan exigua. ¿Cómo puede importarnos tan poco el futuro? ¿Acaso con ello no estamos entregando menos de lo que les corresponde a las futuras generaciones? La respuesta es que no se trata de que el futuro nos sea indiferente, sino que contamos con una variada cartera de inversiones productivas en una economía caracterizada por rápidos cambios tecnológicos. En el curso de cien o más años, el poder del crecimiento compuesto transforma diminutas bellotas de inversión en gigantescos robles financieros. Sobre el interés compuesto es siempre útil recordar que, a una tasa de interés monetario de 6%, los US\$ 26 pagados por Manhattan en 1626 redituarian hoy US\$ 120.000 millones, monto que equivale aproximadamente al valor de todo el terreno de este valiosísimo sector inmobiliario.

Algunos podrían sostener que es poco ético descontar a futuro y que deberíamos aplicar una tasa de descuento muy baja para calcular el valor presente de bienes futuros o de daños climáticos. Si bien la postura de aplicar una baja tasa de descuento resulta convincente en algunas circunstancias, es poco satisfactoria en el contexto del crecimiento económico previsto en la mayoría de los estudios sobre el cambio climático. Por ejemplo, en *The Stern Review* se presupone que el ingreso real per cápita global aumentará desde US\$ 10.000 en la actualidad hasta cerca de US\$ 130.000 dentro de dos siglos. Al mismo tiempo, sobre la base de sus argumentos en favor de la tasa de descuento cercana a cero, en dicho estudio se sostiene

que hoy deberíamos adoptar medidas urgentes para reducir los daños en el futuro lejano. Aun cuando existen razones atendibles para actuar con celeridad en la prevención del cambio climático, la necesidad de redistribuir el ingreso en beneficio de generaciones futuras no parece ser una de ellas.

El efecto de las bajas tasas de descuento podría ilustrarse mediante un “experimento del pliegue”. Supongamos que los científicos descubren que el cambio climático causará un pliegue en el sistema climático —tal vez se trate de una pequeña perturbación en el curso de las corrientes oceánicas— que ocasionará daños equivalentes al 0,1% del consumo a partir de 2200, tasa que se mantendrá invariable para siempre. ¿Qué monto sería justificado invertir de una sola vez *hoy en día* para eliminar el pliegue que se formará recién dentro de *dos siglos*?

Si utilizamos la metodología de descuento del *Stern Review*, la respuesta es que deberíamos aportar hasta el 56% de lo que el mundo consume actualmente en un año para eliminar el pliegue. En otras palabras, utilizando la lógica de la baja tasa de descuento, vale la pena provocar ahora, de una sola vez, un impacto de aproximadamente US\$ 30 billones en el consumo para resolver un pequeño problema que comenzará de aquí a dos siglos. Este ejemplo demuestra por qué las implicaciones de utilizar una tasa de descuento cercana a cero —que sugiere que la actual generación tiene la obligación ética de hacer grandes sacrificios hoy en día para evitar daños climáticos relativamente leves que afectarían a futuras generaciones acaudaladas— pueden resultar a todas luces raras¹.

La lógica del descuento no es que debamos consumir todos nuestros ingresos, como ocurre en la actualidad en los Estados Unidos. Antes bien, yo sugeriría que existen muchas inversiones de alto rendimiento que permitirían mejorar la calidad de vida de las futuras generaciones a nivel nacional e internacional. Esa cartera debería incluir inversiones en sistemas de salud nacionales, en curas para enfermedades tropicales, en educación en todo el mundo, en investigación básica de nuevas fuentes de energía y nuevas tecnologías con bajos niveles de emisión de carbono, y en infraestructura en países devastados por la guerra, como Afganistán. Es difícil sustentar el argumento de que cambios relativamente leves en el consumo en el período posterior al 2200 deberían tener prioridad sobre las necesidades acuciantes de la época actual.

¹ El análisis de la tasa de actualización se desarrolla con mayor detalle en el capítulo 9 de mi libro *A Question of Balance* (Yale University Press, 2008). Este capítulo también puede encontrarse en nordhaus.econ.yale.edu/Balance_prepub.pdf.

3. La principal incertidumbre respecto del cambio climático se refiere a la evolución de las tecnologías energéticas a lo largo de un período de cincuenta y más años. Para retardar, e incluso revertir, el cambio climático, nuestras economías necesitarán contar con tecnologías radicalmente novedosas que resulten baratas, que no dañen el medio ambiente y que prácticamente no generen emisiones de dióxido de carbono.

Dyson observa que en mi libro el análisis de las futuras tecnologías se limita a una descripción general de las distintas posibilidades. Él sugiere su propia solución, señalando que “en [su] opinión, probablemente de aquí a veinte años —y casi con certeza dentro de cincuenta años— contaremos con ‘árboles genéticamente modificados captadores de carbono’”. Si bien ello podría eliminar una gran cantidad de carbono, tiemblo al pensar en la posibilidad de que amplios sectores de la superficie del planeta vayan a ser destinados a plantaciones de árboles subvencionadas. El peligro es que un programa de forestación subvencionada en gran escala absorbería vastas extensiones de terrenos agrícolas, consumiría enormes cantidades de agua y fertilizantes, y provocaría una crisis alimentaria mundial de proporciones aun mayores que la actual, que ha sido causada en parte por el erróneamente concebido programa estadounidense de subsidio al etanol.

La experiencia histórica nos sugiere que evitemos escoger ganadores en nuestra búsqueda de tecnologías energéticas revolucionarias. La invención de algo nuevo y original es un suceso esencialmente impredecible. ¿Quién podría haber previsto hace un siglo la naturaleza de la electrónica, la biotecnología o las comunicaciones de la era moderna? Lo único cierto es que sólo tenemos una idea sumamente vaga de cuáles podrían ser las tecnologías que dentro de un siglo resguardarán al planeta de los efectos del cambio climático. Debemos abstenernos de pensar que necesitamos un Proyecto Manhattan para desarrollar la tecnología clave en materia climática. Lo más probable es que las nuevas tecnologías inocuas para el clima serán el resultado acumulativo de una multiplicidad de inventos, muchos de los cuales habrán sido ideados por modestos creadores, o provendrán de áreas no relacionadas.

La mejor manera de fomentar el proceso de inventar cosas nuevas y originales consiste en garantizar la existencia de un ambiente económico que propicie la innovación y el emprendimiento. Por sobre todo se requiere que el precio del carbono sea lo suficientemente alto como para que las inversiones en tecnologías con bajas emisiones de carbono reporten un beneficio económico tangible y seguro. Los gobiernos deberían permitir que las tecnologías funcionen en igualdad de condiciones, de modo que ninguna de ellas reciba un trato preferente a través de subsidios, regulaciones o protección de la propiedad intelectual.

El cambio climático es un fenómeno complejo, sujeto a grandes incertidumbres, y nuestros conocimientos sobre él varían prácticamente a diario. Es improbable que el cambio climático acarree consecuencias catastróficas en un futuro próximo, pero tiene el potencial de ocasionar daños muy graves a largo plazo. Desde un punto de vista económico, hay mucho en juego en el diseño de enfoques eficaces que permitan retardar el calentamiento global y garantizar un ambiente económico favorable a la innovación. El actual enfoque internacional centrado en el Protocolo de Kioto resultará económicamente oneroso y prácticamente no incidirá en el cambio climático. A mi juicio, el mejor enfoque es el que también se caracteriza por su relativa sencillez: aplicar al carbono impuestos conciliados entre las naciones. Por cierto, los economistas y los ecologistas seguirán debatiendo acerca del nivel adecuado del precio del carbono. Pero todos aquellos que creen que estamos frente a un grave problema de alcance mundial coincidirán en que el actual precio —cero— es demasiado bajo y debería corregirse cuanto antes.

Dimitri Zenghelis:

Como uno de los autores de *The Stern Review on the Economics of Climate Change* me veo en la obligación de responder a la engañosa reseña —titulada “El Problema del Calentamiento Global”— que Freeman Dyson escribió sobre el último libro de William Nordhaus. La evaluación económica de los efectos de las emisiones de gases de efecto invernadero se basa en: (1) los fenómenos esperados a raíz del aumento de las temperaturas en el planeta, como inundaciones, sequías, migración y conflictos, y (2) los valores asociados a estos fenómenos actuales y futuros. Dyson no identificó las deficiencias del enfoque de Nordhaus en ambos aspectos, las cuales subyacen en su exhortación para reducir las emisiones a límites inferiores a los sugeridos en *The Stern Review*.

En cuanto a lo primero, Nordhaus subestima de manera sistemática la magnitud de la amenaza que representa el calentamiento global. En un párrafo desconcertante, Dyson escribe:

[Nordhaus] no se ocupa de los aspectos científicos del calentamiento global, ni del detalle de las estimaciones del daño que podría causar [...] Sus conclusiones son en gran medida independientes de los detalles científicos.

DIMITRI ZENGHELIS. Investigador visitante de London School of Economics. Miembro asociado del Royal Institute of International Affairs, Londres.

Esta observación resulta extremadamente engañosa. El modelo de Nordhaus está *determinado* por sus supuestos acerca de los aspectos científicos. El problema es que sus proyecciones de los fenómenos no parecen estar en consonancia con los últimos avances científicos. Sostiene, sorprendentemente, que bajo condiciones de aumento descontrolado de las emisiones, el mundo alcanzará el mismo nivel de producción el 2100 que el que habría conseguido el 2099 sin calentamiento global (una “insignificante” diferencia de 2,5% en el PIB).

El informe más reciente del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) indica que, si no adoptamos medidas para reducir las emisiones, existe un considerable riesgo de que en el próximo siglo se produzcan aumentos en la temperatura del planeta superiores a los 5 grados Celsius en relación con la era preindustrial. La última vez que la temperatura de la Tierra experimentó un alza de 5 grados fue alrededor de 35 a 55 millones de años atrás, cuando el paisaje mundial consistía en grandes extensiones cubiertas de bosques cenagosos, y en las cercanías del Polo Norte circulaban caimanes. La última vez que la temperatura de la Tierra descendió en 5 grados fue durante el período glacial, hace unos 10.000 a 12.000 años, cuando gigantescas capas de hielo se extendieron hacia el sur hasta llegar a cubrir la zona que hoy correspondería a Nueva York y a la región central de Inglaterra. El argumento aquí no tiene que ver con los caimanes ni con las capas de hielo, sino con el hecho de que se está redibujando a una velocidad sin precedentes el entorno geográfico que determina cómo y dónde viven las personas. Si durante el siglo venidero la temperatura subiera en 4 grados o más, es probable que el nivel del PIB retrocedería no varios años, sino varios decenios, por lo que millones de personas sufrirían hambre, estrés por falta de agua, migraciones masivas y conflictos.

Aun así, Nordhaus de alguna manera obtiene, a partir de las temperaturas del informe del IPCC, de 3 grados C para 2100 y de 5,3 grados C para 2200, impactos de sólo 2% y 8% del PIB, respectivamente. De paso advierte que “los submodelos utilizados en el modelo DICE no pueden entregar los detalles regionales, industriales y temporales generados por los modelos especializados más grandes”, pero es a nivel regional donde efectivamente se calcula el daño para los seres humanos. Aun cuando en el libro hay una referencia a los huracanes, las palabras “inundación” o “sequía” —las principales fuentes de calamidades humanas y ambientales— apenas si se mencionan de pasada. Al minimizar sistemáticamente los riesgos regionales y locales, Nordhaus obtiene impactos económicos muy leves: incluso en 2200

el PIB mundial retrocede apenas cuatro años con respecto a un punto de referencia sin daños derivados del cambio climático.

En lo referente al segundo aspecto, Dyson analiza la interrogante fundamental de cómo evaluar la serie de fenómenos futuros que se prevén como resultado del aumento en la temperatura del planeta. Él identifica acertadamente el “descuento” como el factor que constituye el quid del problema. Cuando se aplica al consumo, el “descuento” consiste en el proceso de definir el valor presente de una unidad de consumo en cierta fecha futura. La reducción en el valor del consumo de cierta unidad de un año a otro se determina aplicando la correspondiente “tasa de descuento” anual. Desde un punto de vista individual, todos preferimos pan hoy y no mañana, y como estamos conscientes de que en algún momento vamos a morir, descontamos en forma intensiva. Ahora bien, desde la perspectiva de la sociedad, las decisiones de políticas deben sustraerse de la natural impaciencia de los individuos y evaluar las repercusiones de las medidas actuales en las generaciones futuras.

Tradicionalmente ha habido dos motivos por los cuales economistas y filósofos aplican una tasa de descuento a los ingresos futuros de la sociedad. Dyson identifica correctamente el primero y más importante de ellos cuando escribe:

Los costos futuros se descuentan porque el mundo del futuro será más rico y se encontrará en mejores condiciones para afrontarlos. Los beneficios futuros se descuentan porque serán una fracción decreciente del patrimonio futuro.

La pérdida de “felicidad” ocasionada por renunciar a un dólar de nuestro ingreso (por ejemplo, a causa del acceso restringido al agua o por inundaciones costeras) será, por lo general, menor para las personas acaudaladas que para aquellas que a duras penas se ganan la vida. Lo que se intuye es fácil de captar: la pérdida de “felicidad” equivalente a un dólar al que renunciamos será menor para Bill Gates que para un niño hambriento de la calle, pues en el segundo caso podría suponer la diferencia entre la vida y la muerte. Así pues, si las generaciones futuras serán más ricas, entonces no se ve la razón de tener que adoptar medidas ahora para ahorrarles a esas generaciones futuras consecuencias desagradables en lugar de asignar los recursos actuales para emprender en este momento iniciativas que impidan que los pobres sufran hoy esas mismas consecuencias. Por consiguiente, en nuestro cálculo del “valor actual” de los daños causados por el cambio climático debemos “dejar a un lado” los impactos futuros.

Lo que Nordhaus parece olvidar es que los científicos nos dicen que como secuela de impactos particularmente devastadores, tales como inundaciones en gran escala, sequías generalizadas e intensas tormentas, algunas generaciones serán *más pobres* que las actuales y se anularán los beneficios del crecimiento económico: evaluar este efecto requeriría aplicar un descuento *negativo*. La elección que tenemos aquí es entre vías inciertas con implicaciones radicalmente distintas para el planeta. Sin embargo, Nordhaus aplica erróneamente la misma alta tasa de descuento de 5,5% independientemente de si está evaluando pérdidas leves o devastadoras, con lo cual subvalora sistemáticamente estas últimas¹. La tasa de descuento de Nordhaus es tan alta que un dólar de consumo perdido el 2150 es valorado en una cifra cercana a sólo 0,02 *centavos de dólar* perdidos hoy en día, sin importar cuál sea la magnitud de la catástrofe. Al trivializar de esta manera las pérdidas futuras, Nordhaus predetermina su recomendación de actuar en forma más limitada y de que exista un precio de carbono bajo.

El hecho de no aplicar sistemáticamente el concepto de que cada dólar extra produce una cantidad decreciente de “felicidad” adicional arroja también luz sobre las deficiencias de la evaluación que Nordhaus hace de los riesgos. Nosotros asignamos una mayor ponderación a las peores consecuencias precisamente porque nos preocupan más los sucesos en extremo desastrosos. Nuestra aversión a los eventos catastróficos que nos pueden volver más pobres explica por qué la mayoría de nosotros aseguramos nuestras casas, aun cuando sabemos que las compañías aseguradoras ganan dinero con las posibilidades de riesgo contra las cuales nos ofrecen cobertura. Al aplicar una ponderación mayor (esto es, un menor descuento) a los sucesos calamitosos, el enfoque de Stern reflejará automáticamente esta situación, no así el de Nordhaus.

Escribe Dyson: “Stern rechaza la idea de descontar los costos y beneficios futuros cuando se los compara con los costos y beneficios actuales”. Esto es manifiestamente falso. *The Stern Review* aplicó el descuento basándose precisamente en el principio de que las futuras generaciones pueden ser más ricas o más pobres, como se esbozó anteriormente. De hecho, *The Stern Review* fue incluso más allá al aplicar un descuento adi-

¹ 5,5% es la cifra que Nordhaus obtiene formalmente en este modelo para los próximos cincuenta años. También señala que prevé una tasa de descuento promedio de 4% durante el próximo siglo, pero no aclara cómo llega a efectuar ese cálculo, el cual, según cabe suponer, requeriría una tasa mucho más baja —que en promedio se acercaría al 2,5%— para la segunda mitad del siglo. Incluso con un descuento continuo de 4%, el bienestar de una persona a mediados del próximo siglo sería valorado en alrededor de 1/40 del bienestar de una persona hoy en día, lo cual inclina la balanza a favor de las políticas que benefician a las actuales generaciones a costa de las generaciones futuras.

cional para cubrir riesgos extremos, por ejemplo que el mundo sucumba a una lluvia de asteroides, a una plaga o al “Armagedón nuclear”. Si no podemos garantizar la existencia de las futuras generaciones, no parece apropiado valorarlas al mismo nivel que la generación actual, que a todas luces sí existe.

Lo que sí rechazó *The Stern Review* fue el descuento adicional para discriminar contra las futuras generaciones en función únicamente de sus fechas de nacimiento, proceso conocido como descuento *puramente cronológico* (*pure time discounting*). Ésta es la segunda razón para realizar el descuento: el propio transcurso del tiempo. Es diferente al descuento en función de diferencias de ingreso o de aquel basado en el riesgo de futura extinción y que pueden expresarse cuantitativamente, como ocurre en el *Stern Review*. El *descuento puramente cronológico* proviene del deseo de un economista de reflejar las preferencias de las personas, quienes se muestran impacientes en muchas de sus actividades cotidianas. Pero el cambio climático es un problema social de tan largo plazo que resulta inapropiado utilizar preferencias telescópicas personales como base para determinar las políticas. ¿Por qué deberíamos ocuparnos del bienestar de las actuales generaciones con un criterio igualitario, y en cambio aplicar un enfoque distinto cuando se trata del bienestar de generaciones que nazcan el próximo año o el año subsiguiente?

Dyson exagera aun más sus imprecisiones cuando escribe: “Siguiendo las prácticas habituales de los economistas y ejecutivos empresariales, Nordhaus considera que el descuento es necesario para alcanzar cualquier equilibrio razonable entre el presente y el futuro. A juicio de Stern, no es ético descontar, pues se discrimina entre las generaciones actuales y futuras”. Aquí da a entender no sólo que Stern se abstiene de descontar —lo cual es falso—, sino además que se aleja unilateralmente de las *prácticas habituales de los economistas*.

Es evidente que Nordhaus en parte propone la *discriminación puramente cronológica* porque supone que las tasas de retorno del mercado revelan una preferencia social por las compensaciones futuras frente a las actuales². A lo largo de todo un siglo, los teóricos de la economía, desde

² Técnicamente, para descomponer las tasas de descuento tanto Stern como Nordhaus utilizan lo que se conoce como ecuación de Ramsey. La diferencia radica en que Stern estructura su tasa de descuento a partir de primeros principios para obtener una cifra de descuento acumulado; Nordhaus procede a la inversa. Comienza por la respuesta —5,5% que deriva de los mercados— y opera hacia atrás para llenar los términos de la ecuación a fin de “explicar” esa cifra. Sólo puede hacerlo aplicando un descuento puramente cronológico improbablemente alto, ya que los términos que sólo se relacionan con los diferenciales de ingresos no lo llevarían a obtener un 5,5% con supuestos razonables.

Marshall y Pigou hasta Arrow y Mirrlees, han reconocido que este vínculo lógico es erróneo, excepto bajo circunstancias improbables, como que todos los mercados funcionen a la perfección y que todos los consumidores se encuentren representados³. Otros economistas, desde Ramsey hasta Solow, Keynes y Sen, rechazan el *descuento puramente cronológico* por considerarlo un mecanismo arbitrario carente de una base ética que pueda inspirar la elección de políticas públicas a largo plazo⁴. Es Nordhaus⁵, y no Stern⁶, quien se aleja de “las prácticas habituales” de algunos de los más distinguidos economistas y filósofos.

Por último, si efectivamente invirtiésemos de manera convencional a tasas de mercado y más adelante intentáramos “mitigar” los daños ambientales futuros, los costos de la acción subirían bruscamente porque la acumulación de gases de efecto invernadero —según las actuales estimaciones

³ De hecho, los mercados de capital están plagados de distorsiones. Cameron Hepburn en “Discounting Climate Change Damages: Working Note for the Stern Review” (Oxford University, 2006), al igual que Simon Dietz, Cameron Hepburn y Nicholas Stern en “Economics, Ethics, and Climate Change” (London School of Economics, 2007), sostienen que es difícil encontrar algún mercado que pueda entregar respuestas claras a la siguiente pregunta: “¿de qué manera nosotros, como generación, valoramos los beneficios asociados a iniciativas colectivas destinadas a proteger el clima por generaciones de aquí a cien o más años?”. Para un análisis más detallado, el lector es remitido a la reciente Conferencia Ely ofrecida por lord Stern durante el ciclo de reuniones de la American Economic Association celebrado en enero de 2008 (*American Economic Review*, Vol. 98, Nº 2, mayo de 2008).

⁴ Véase, por ejemplo, Frank Ramsey, “A Mathematical Theory of Saving”, en *The Economic Journal*, Vol. 38, No. 152 (diciembre de 1928), pp. 543–559; Arthur Pigou, *The Economics of Welfare*, cuarta edición (Londres: Macmillan, 1932), pp. 24–25; Roy Harrod, *Towards a Dynamic Economics* (Londres: Macmillan, 1948), pp. 37–40; Robert Solow, “The Economics of Resources or the Resources of Economics”, en *American Economic Review*, Vol. 64, No. 2 (mayo de 1974), pp. 1–14; James Mirrlees y Nicholas Stern, “Fairly Good Plans”, en *Journal of Economic Theory*, Vol. 4, No. 2 (abril de 1972), pp. 268–288; Sudhir Anand y Amartya Sen, “Human Development and Economic Sustainability”, en *World Development*, Vol. 28, No. 12 (2000), pp. 2029–2049.

⁵ El profesor Mohammed Dore, del Laboratorio de Cambio Climático de la Universidad de Brock, en Saint Catharines, Ontario, Canadá, lo plantea de manera sucinta en *A Question of Fudge: Professor Nordhaus on Global Policy for Climate Change* (en prensa), cuando señala: “resulta extraño que toda una tradición de teóricos de la economía del bienestar —desde Ramsay y De Graaf hasta Mirrlees— no haya influido en lo más mínimo en Nordhaus, quien sostiene que el cambio climático es la madre de todos los bienes públicos, ¡y luego se olvida del bien público en sus políticas óptimas!”.

⁶ Lord Stern ejerce actualmente la cátedra IG Patel de Economía y Gobierno en la London School of Economics, y ha dedicado toda una vida de trabajo a la economía pública. Ha publicado más de quince libros y cien artículos, y entre los años 2000 y 2003 fue economista principal del Banco Mundial. Recientemente fue elegido presidente de la European Economic Association por economistas académicos europeos. Asimismo asesora a una larga lista de líderes mundiales.

del IPCC— sería tan grande que podría provocar cambios peligrosos e irreversibles en el clima. Asimismo, los consumidores asignarían un mayor valor al medio ambiente, de modo que compensarlos por un determinado deterioro ambiental resultaría más costoso de lo que es ahora.

Los intentos por cuantificar los argumentos a favor de tomar medidas sobre el cambio climático deben considerar la completa gama de riesgos determinados por los últimos descubrimientos científicos y utilizar un enfoque económico que refleje sistemáticamente dichos riesgos⁷. Es lo mínimo que se merecen las generaciones futuras. Desgraciadamente, el enfoque que adoptan el artículo de Dyson y el libro de Nordhaus no logra reflejar esos riesgos completamente.

Leigh Sullivan:

En el excelente comentario que Freeman Dyson escribió sobre los libros de William Nordhaus y Ernesto Zedillo dedicados al calentamiento global se les reprocha a los autores no haber considerado los métodos de “contención de bajo costo” como una política viable para combatir el cambio climático. Dyson arguye con elegancia que el desarrollo genético de “árboles captadores de carbono”, capaces de “convertir la mayor parte del carbono que absorben de la atmósfera en una sustancia químicamente estable que sepultarían bajo tierra”, pondría en nuestras manos el destino del carbono atmosférico que causa el calentamiento global. Dyson considera probable que esa vegetación captadora de carbono esté disponible dentro de los próximos veinte años, y tiene la certeza de que ello ocurrirá de aquí a cincuenta años. Para entonces, nuestra comprensión del genoma vegetal debería haber avanzado lo suficiente como para poder manejar los procesos bioquímicos de las plantas.

Sin embargo, quisiera señalar que no es preciso que esperemos ni siquiera dos décadas para usar la vegetación “captadora de carbono” a fin de mitigar los efectos del calentamiento global. Hoy en día contamos con

⁷ Véase Simon Dietz, Chris Hope, Nicholas Stern y Dimitri Zenghelis, “Reflections on the Stern Review (1): A Robust Case for Strong Action to Reduce the Risks of Climate Change”, en *World Economics*, Vol. 8, No. 1 (2007), pp. 121–168; como asimismo Dennis Anderson, Simon Dietz, Nicholas Stern, Chris Taylor y Dimitri Zenghelis, “Right for the Right Reasons: A Final Rejoinder on the Stern Review”, en *World Economics*, Vol. 8, No. 2 (2007), pp. 229–258.

LEIGH SULLIVAN. Director de Southern Cross GeoScience, Southern Cross University, Lismore, Nueva Gales del Sur, Australia.

los conocimientos biotecnológicos necesarios (véase, por ejemplo, Jeffrey F. Parr y L. A. Sullivan, “Soil Carbon Sequestration in Phytoliths”, en *Soil Biology and Biochemistry*, Vol. 37 (2005), pp. 117–124). Durante varios milenios las comunidades de vegetación natural, al atrapar, a medida que crecen, el carbono dentro de esferas microscópicas de sílice presentes en sus hojas, han estado eliminando cada año, de un modo seguro, cientos de millones de toneladas de dióxido de carbono de la atmósfera. Dichas esferas de sílice contenidas en las plantas —llamadas “fitolitos” o “piedras vegetales”— son sumamente durables y persisten mucho después de que otros compuestos de carbono de las plantas se han desintegrado y retornado a la atmósfera. Como resultado de lo anterior, el carbono atrapado dentro de estos fitolitos es muy estable frente a la descomposición.

Muchos de nuestros principales cultivos agrícolas (por ejemplo, los basados en gramíneas, como el trigo o la caña de azúcar) tienen una capacidad para captar carbono muy superior a la de estas comunidades vegetales naturales (véase, por ejemplo, www.goldschmidt2007.org/abstracts/A985.pdf). Ello le confiere a la agricultura el potencial para desempeñar un importante papel en el control del nivel de carbono atmosférico. Es más, los distintos cultivares dentro de especies de monocultivo también varían considerablemente en cuanto a su capacidad para secuestrar el carbono en el sílice vegetal, por lo que la adopción de esta solución biotecnológica de muy bajo costo involucra sólo mínimos cambios en el actual uso de la tierra. Lo anterior nos lleva a la sorprendente conclusión de que las decisiones relativamente sencillas sobre qué cultivar, que día a día adoptan los agricultores en sus campos y dehesas, tienen un enorme impacto acumulativo en la cantidad de carbono secuestrado de manera segura en los suelos agrícolas de todo nuestro planeta.

En suma, no tenemos que esperar decenios a que el desciframiento del genoma vegetal conduzca al desarrollo de una vegetación captadora de carbono que permita moderar el cambio climático, pues nuestro actual nivel de comprensión del genoma vegetal resulta suficiente. De algún modo contra toda lógica, dados los frecuentes debates políticos en torno al imperativo de mitigar el cambio climático, uno de los principales obstáculos que impiden la adopción de vegetación captadora de carbono es la falta de políticas a nivel nacional e internacional que incentiven a los dueños de la tierra a escoger y explorar cultivos captadores de carbono más eficaces.

Réplica de Freeman J. Dyson:

1. A todos los autores: Estas cartas representan el contenido de muchas otras, algunas de las cuales manifiestan una abierta discrepancia y otras manifiestan acuerdo, no sin algunas reservas, con lo señalado en mi artículo. Quisiera pedir disculpas a las personas cuyas cartas no han sido reimprimas en este espacio. Si bien mis réplicas están dirigidas a aquellos cuyas respuestas sí son reproducidas en estas páginas, resultan igualmente aplicables a los demás. Como científico sé que todas las opiniones, incluida la mía, pueden estar equivocadas. Expreso mis puntos de vista con firmeza porque creo que son correctos, pero en ningún caso tengo pretensiones de infalibilidad. Haciendo mías las palabras de Oliver Cromwell, los insto a considerar la posibilidad de estar equivocados. Un principio que todos deberíamos aceptar.

2. A Dimitri Zenghelis: Su carta corresponde a una enunciación de la doctrina Stern, con la que esencialmente estoy en desacuerdo, y respecto de la cual remito a los lectores a los argumentos expuestos por William Nordhaus. La doctrina Stern se basa en una visión sombría del futuro. La principal razón por la que me opongo a ella es que el primer decenio del siglo XXI ha alterado de manera irreversible el curso de la humanidad y la ha encaminado hacia un futuro esperanzador. En este decenio, China e India han decidido que el dinero es más importante que la ideología. Decidieron enriquecerse. Se trata de una resolución similar a la adoptada por Gran Bretaña en el siglo XVIII. Los gobernantes de Gran Bretaña decidieron que el dinero era más importante que la religión.

El trasfondo intelectual de estas decisiones se describe en el libro *The Passions and The Interests*, escrito por el economista Albert Hirschman, quien por muchos años fue mi colega en el Instituto de Estudios Avanzados de Princeton. En el siglo XVIII, “las pasiones” se referían a las creencias teológicas que motivaron las guerras religiosas libradas en el siglo XVII. En el siglo XXI, “las pasiones” aluden a las creencias ideológicas que inspiraron las guerras nacionalistas del siglo XX. A lo largo de todos estos siglos, “los intereses” fueron la supremacía del comercio y las manufacturas que enriquecen a los países.

La decisión de enriquecerse no significó que la pobreza desapareciera de Gran Bretaña, o que vaya a extinguirse en China y en la India. Nos indica que China y la India, al igual que Gran Bretaña tres siglos atrás, se transformarán en países ricos que ejercerán una influencia preponderante sobre el resto del mundo. Asia, que constituye el centro de gravedad de la población mundial, de ahora en adelante será un continente más rico que

pobre. Por eso la tasa de descuento de 4% anual prevista por Nordhaus para la economía mundial en el siglo XXI parece razonable.

La diferencia entre la visión del futuro de lord Stern y la mía es la diferencia entre la pasión y el interés, entre el estancamiento que se impone ideológicamente y el libre crecimiento. Mientras a lord Stern le gustaría que nos sometiéramos a sus pasiones, yo quisiera que obedeciéramos a nuestros intereses. No me parece que el estancamiento, que resultaría de las onerosas medidas de control propuestas por lord Stern para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, tenga sentido ni en el ámbito de la economía ni en el de la climatología. Tanto en las sociedades humanas como en los sistemas climáticos, los períodos de estancamiento siempre han alternado con períodos de cambios drásticos. Un futuro de permanente estancamiento no es factible ni deseable. Hasta no hace mucho China había padecido un estancamiento que se extendió por varios siglos, y ahora, con toda razón, está resuelta a dejar de sufrir penurias. Les recomiendo prestar atención a la última oración del libro de Hirschman: “Esto es probablemente lo único que podemos pedirle a la historia, y en particular a la historia de las ideas: no zanjar el asunto, sino elevar el nivel del debate”.

3. A William Nordhaus: Estoy complacido de que concuerde con la mayor parte de lo señalado en mi comentario y que no estime que sus opiniones han sido burdamente tergiversadas. Su principal reparo, formulado en la última sección de su carta, es que yo sólo consideré el cultivo en gran escala de árboles captadores de carbono como una posible “alternativa de contención de bajo costo” para contrarrestar los efectos del calentamiento global. Usted se opone a las plantaciones de esos árboles en gran escala porque invaden tierras agrícolas y obstaculizan la producción de alimentos, amén de producir otros efectos ecológicos nocivos. Decidí referirme al tema de los árboles captadores de carbono porque representan una de las posibles alternativas que usted mencionó en la página 19 de su libro. Opté por suponer que sólo la cuarta parte de la vegetación terrestre sería sustituida por variedades captadoras de carbono de las mismas especies, de manera que los reemplazos pudieran efectuarse sin invadir tierras agrícolas o bosques con valor comercial. La vegetación reemplazada podría corresponder a extensiones de chaparrales y a tierras agrícolas abandonadas, que en la actualidad no están destinadas a la producción de alimentos o de madera. También observé que en los reemplazos con árboles captadores de carbono se mantendría la misma diversidad ecológica y el mismo hábitat para la vida silvestre asociados a las especies sustituidas. Esta intervención no se asemejaría a la iniciativa por la que las plantaciones de maíz son

desviadas desde la producción de alimentos hacia la producción de etanol por causa de los subsidios estatales a este combustible, de los cuales usted abomina con toda razón.

Dos posibles “tecnologías de contención de bajo costo” que no mencioné en mi reseña, ya que usted no aludió a ellas en su libro, son el fitoplancton captador de carbono en los océanos y la inducción de nevadas en la Antártida oriental. Cualquiera de las dos podría ser una alternativa preferible a la plantación de árboles captadores de carbono. Fitoplancton es el nombre con que oficialmente se designa a las plantas flotantes microscópicas que viven en la capa oceánica iluminada por el sol. El fitoplancton captador de carbono podría ser modificado genéticamente para absorber el dióxido de carbono del océano y convertir el carbono en pequeños gránulos o “pellets” que se hundirían en el fondo oceánico, donde permanecerían indefinidamente. Ellos eliminarían el dióxido de carbono del océano, el cual sería reemplazado por dióxido de carbono proveniente de la atmósfera. El fitoplancton modificado genéticamente podría ser más barato y políticamente más aceptable que los árboles modificados genéticamente. El fitoplancton podría cumplir, asimismo, otras dos útiles funciones: aumentar la población de peces de valor comercial y disminuir el grado de acidez del océano.

La inducción de nevadas en la Antártida oriental sería un buen método para impedir que el nivel de los océanos, que ha estado aumentando desde fines del período glacial más reciente, hace 12.000 años, continúe elevándose. Si bien la mayor parte de este fenómeno no es atribuible a actividades humanas, un catastrófico ascenso adicional de 15 metros sería una de las posibles consecuencias más desfavorables de las actividades humanas durante los próximos dos siglos. Una subida de 15 metros sería el resultado de un completo derretimiento del hielo en Groenlandia y en la Antártida occidental originado por el calentamiento global. Ese derretimiento es improbable pero no imposible. Afortunadamente, la Antártida oriental es una zona mucho más fría y vasta que Groenlandia y que la Antártida occidental, y su casquete glaciar no está en peligro de retirarse. Un anticiclón permanente de altas presiones sobre la Antártida oriental permite que el aire sobre el continente se mantenga seco y las nevadas sean escasas. Ese mismo anticiclón mantiene un intenso flujo de aire húmedo desde el Oeste, el cual circula por el océano Antártico.

Para inducir la caída de nieve sobre la Antártida oriental es preciso que traslademos el núcleo del anticiclón desde el centro del continente hacia los bordes del mismo. Ello podría lograrse desplegando una gigantesca batería de cometas o globos sujetos con amarras, de modo de bloquear en un solo sector el flujo de aire desde el oeste. Este bloqueo provocaría un

alza local de la presión atmosférica. El núcleo del anticiclón se trasladaría hacia la zona de bloqueo, y una fracción de los vientos del Oeste que circulan en el lado opuesto de la Antártida se desplazaría desde el océano hacia el continente. Las cometas o los globos también podrían utilizarse para generar enormes cantidades de energía eléctrica que se aprovecharía en otros proyectos de ingeniería planetaria. Con generadores eléctricos o sin ellos, el flujo de aire húmedo desde el mar a una velocidad de pocos kilómetros por hora produciría nevadas cuya intensidad promedio equivaldría a unos cuantos metros de hielo anuales sobre la superficie de la Antártida oriental. Todo el hielo añadido al continente sería sustraído de las aguas oceánicas. Esa cantidad de nieve sería suficiente para contrarrestar el aumento en el nivel de los océanos derivado del derretimiento total de Groenlandia y de la Antártida occidental dentro de dos siglos. Año a año podríamos aumentar o disminuir la altitud de los cometas y ajustar el flujo del aire húmedo por todo el continente para así mantener los océanos en un nivel preciso y constante.

El fitoplancton captador de carbono y la inducción de nevadas constituyen proyectos extravagantes. Al igual que los sueños acariciados por otras ingeniosas mentes en el pasado, probablemente serán reemplazados por ideas mejores y tecnologías más novedosas mucho antes de que resulten necesarios. Ellos ilustran el principio general de que si permitimos que continúe el crecimiento económico, siempre dispondremos de antídotos hasta para las consecuencias más desastrosas del cambio climático. El futuro de la tecnología desde ahora hasta más allá de cincuenta años es completamente impredecible. Ésa es otra razón de peso para aplicar a los costos de los desastres futuros la tasa de descuento de 4% anual que usted recomienda.

4. A Leigh Sullivan: Me complace enterarme de que las plantas captadoras de carbono ya existen y no hay que inventarlas. Sin embargo, ni en su carta ni en los trabajos que usted cita se señala la cantidad de carbono que pueden captar dichas plantas. El quid del asunto es de carácter cuantitativo. La cantidad de carbono secuestrada por las comunidades vegetales naturales es ampliamente menor que la cantidad de carbono que absorben. Aun cuando mis conocimientos sobre agricultura o sobre fisiología vegetal son muy rudimentarios, mi estimación es que los más eficaces captadores naturales de carbono se quedan cortos por un factor de 10. Si este cálculo resulta acertado, entonces todavía se requiere avanzar mucho más en el estudio de la ingeniería genética antes de que se pueda contar con especies capaces de captar el carbono en cantidades suficientes para contrarrestar

los efectos del uso de combustibles fósiles. Esta observación es igualmente válida para el fitoplancton captador de carbono. Para neutralizar las consecuencias del empleo de combustibles fósiles, el fitoplancton también debe secuestrar un alto porcentaje del carbono que absorbe.

5. A todos los autores y lectores: Les agradezco que me hayan brindado la oportunidad de analizar el problema del calentamiento global sin necesidad de entrar en polémicas ni en acusaciones. Si se pretende hallar soluciones razonables para los problemas, es preciso escuchar todas las opiniones y tratar a todos los participantes con respeto. ☐

SINDICATOS Y NEGOCIACIÓN COLECTIVA*

Francisca Dussillant

Este artículo tiene por objetivo presentar el estado del arte de la investigación académica sobre sindicatos, centrándose específicamente en el rol negociador de éstos. La información recopilada se complementa con análisis y datos sobre el estado del sindicalismo en Chile, comparándolo con el contexto latinoamericano e internacional.

Palabras clave: negociación colectiva, sindicatos, huelgas, densidad sindical, cobertura negociadora, desempleo.

Recibido: agosto de 2008. *Aceptado:* octubre de 2008.

Introducción

La discusión sobre sindicalismo y negociación colectiva ha adquirido preeminencia en el debate nacional de los últimos tiempos. El objetivo de este artículo es ilustrar el estado actual de la investigación sobre sindicatos y negociación colectiva y, de este modo, aportar antecedentes para la discusión y propuestas de política.

FRANCISCA DUSSAILLANT LEHMANN. Ph.D. en Economía e Ingeniero Civil Industrial, Universidad Católica de Chile. Investigadora del Centro de Estudios Públicos. Email: fdussillantl@cepchile.cl

* Mis agradecimientos a Harald Beyer por sus valiosos comentarios. Cualquier error u omisión es, por supuesto, de mi responsabilidad.

Estudios Públicos, 112 (primavera 2008).

En la primera sección entregaremos una visión global de los roles que cumplen los sindicatos, uno de los cuales es el de la negociación, del que nos ocuparemos principalmente durante el resto del artículo. En la segunda sección se describe la evolución de la densidad sindical en Chile y el mundo. Luego, en la tercera, se complementa esa información con datos sobre cobertura de las negociaciones colectivas. En la cuarta sección se describen las estructuras negociadoras (grados de centralización o coordinación) y, posteriormente (quinta sección) se discute la teoría económica y la evidencia empírica de la incidencia de esas estructuras de negociación colectiva en el desempeño macroeconómico de los países. Se examinan también aquí algunas regulaciones, como la que norma el reemplazo de trabajadores en huelga, y sus efectos. La sexta sección se centra específicamente en las huelgas y sus determinantes, y en la séptima se presenta evidencia sobre negociación colectiva y huelgas en nuestro país y en el contexto latinoamericano. Finalmente, en la octava sección, se discute el efecto que los sindicatos tienen en los salarios y se analiza la teoría y evidencia económica respecto de los mecanismos que utilizan las empresas para financiar los incrementos salariales negociados.

1. Las tres caras de los sindicatos: negociación, política y voz

Los sindicatos cumplen varios roles en su representación de los trabajadores. El primero y más distintivo de ellos es el de la negociación de contratos con sus empleadores. Estos acuerdos de negociación colectiva normalmente cubren los salarios y, en las economías más ricas, incluyen también otros aspectos laborales, como horas y días de trabajo, beneficios suplementarios, procedimientos de despido, organización del trabajo y procedimiento de reclamos (Pencavel, 2007). Al negociar los salarios, los sindicatos elevan los salarios (y otros componentes de compensación total) sobre el nivel que resultaría de no haber mediado negociación¹.

Los sindicatos también cumplen un rol como grupo de presión frente al gobierno. Ya que el bienestar de los miembros de un sindicato es a menudo afectado por las acciones legislativas, ejecutivas y judiciales del gobierno, los sindicatos sirven los intereses de sus trabajadores ejerciendo influencia en la política gubernamental. Ejemplos de la labor política sindical son la formación de alianzas con partidos, o la petición formal a sus miembros y adherentes para votar por personas o legislaciones en particular. Los

¹ Este aumento salarial tiene, por supuesto, que financiarse de alguna forma. Más adelante se presenta una discusión sobre este tema en particular, en la sección 8: Negociación colectiva y salarios.

sindicatos también pueden utilizar sus ingresos para hacer campaña por variadas personas o estatutos y reglamentos.

El tercero y último rol de los sindicatos tiene que ver con éstos como agentes del empleador en su lugar de trabajo. Los contratos de trabajo en general no contienen detalles específicos de lo que se espera que cada trabajador haga y lo que éste legítimamente puede rehusar hacer. La vaguedad de la mayoría de los contratos de trabajo provoca discusiones sobre si sus términos han sido violados. Esto hace necesario algún tipo de supervisión o reglamentación, que puede ser provista, entre otros, por el sindicato. En otras palabras, el sindicato proporciona una “voz” a los trabajadores para expresar sus valores y preferencias. En ausencia de esta organización, las preferencias de los trabajadores se manifestarán a través de otros mecanismos, como el de “salida”, esto es, por medio de renunciar al empleo y buscar trabajo en otra parte. Cuando en los lugares de trabajo existen bienes públicos, tales como la seguridad y otras complementariedades entre trabajadores, un mecanismo de “voz” puede producir eficiencias que contrastan con empresas que no tengan dicha organización formal para los trabajadores (Pencavel, 2007).

El objetivo de este artículo es profundizar en lo que la literatura económica nos dice respecto del primero de los roles aquí mencionados: el de la negociación colectiva. Además de mostrar el estado del arte de la investigación económica sobre negociación colectiva, se aprovechará para presentar datos estadísticos relevantes a los temas que se van tratando. A lo largo del trabajo se ilustra la situación internacional de los sindicatos y la negociación colectiva; sin embargo, el principal énfasis está en la presentación de datos referentes a nuestro país. De esta manera, se espera que el lector pueda situar la realidad chilena dentro del contexto internacional.

2. La densidad sindical y su evolución en el tiempo

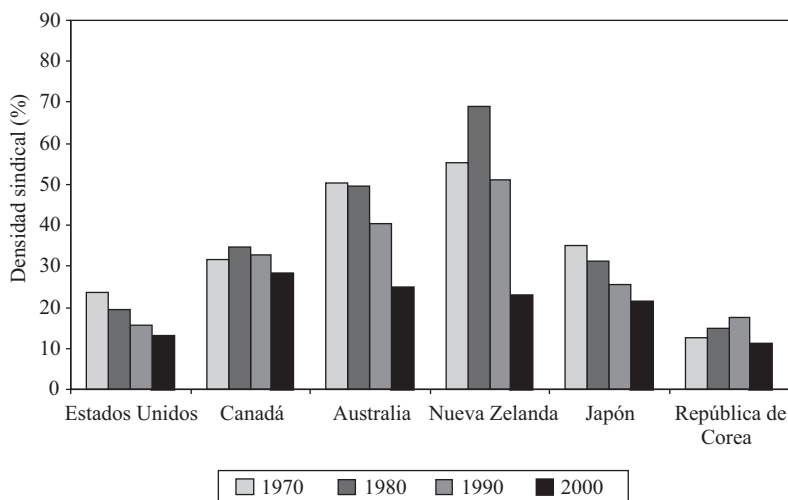
La densidad sindical es la proporción de trabajadores de un país que pertenece a un sindicato. La mejor manera de calcular este índice es dividir el número de trabajadores que pertenecen a un sindicato por el número de trabajadores *sindicalizables*. Estos últimos son aquellos trabajadores para los cuales adherir a un sindicato es una opción real. En general, no todos los trabajadores en una economía son *sindicalizables*. Las regulaciones laborales generalmente restringen la posibilidad de acceso a sindicatos, lo que depende del tamaño de las empresas empleadoras y del estatus contractual del individuo. Sin embargo, las legislaciones laborales varían mucho de país a país y en general es prácticamente imposible discernir el tamaño

real del grupo de los *sindicalizables*. Es por ello que a lo largo de este artículo se considerará como grupo de referencia a la fuerza de trabajo asalariada² (y en caso contrario se harán las aclaraciones correspondientes).

Visser (2006) reporta la evolución de las densidades sindicales desde los setenta en adelante para varios países, véanse los Gráficos N° 1-4, contruidos con esos datos.

Los Gráficos N° 1-4 nos demuestran el hecho ampliamente documentado (véase, por ejemplo, Pencavel, 2007) de que la densidad sindical ha caído en la mayor parte de los países desarrollados. Una situación similar ocurre con los países en desarrollo y los subdesarrollados³. Los datos de

GRÁFICO N° 1: EVOLUCIÓN DE LA DENSIDAD SINDICAL

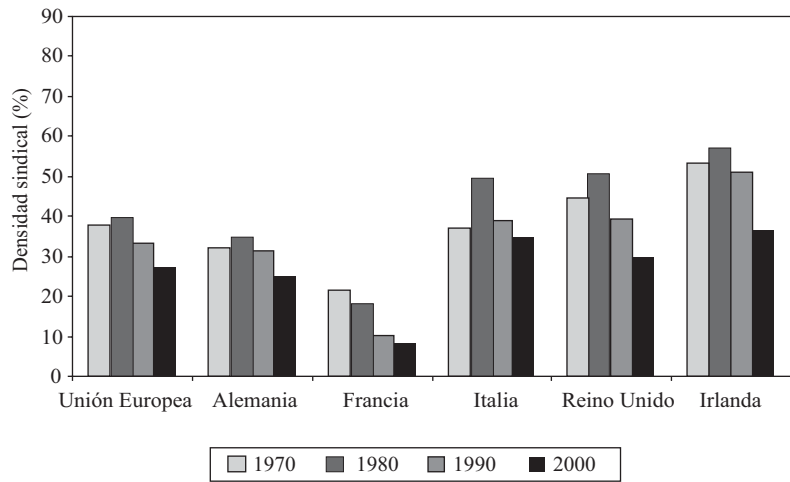


Fuente: Construcción propia a partir de datos de Visser (2006).

² En la literatura, las estadísticas sindicales no son todas necesariamente comparables entre ellas, ya que su construcción varía de autor en autor. Una diferencia típica tiene relación con la elección del grupo de referencia: algunas veces se considera que éste incluye a toda la fuerza de trabajo; otras, que incluye sólo a los ocupados asalariados; a veces se excluye al sector público de las estimaciones, o se incluye a todos los ocupados sin importar su estatus contractual. Los problemas de comparabilidad son discutidos por Visser (2003) y Visser (2006). En todo caso, como ya se señaló, para los efectos de este trabajo se reportarán en lo posible las estadísticas de densidad respecto de los ocupados asalariados, incluyendo al sector público.

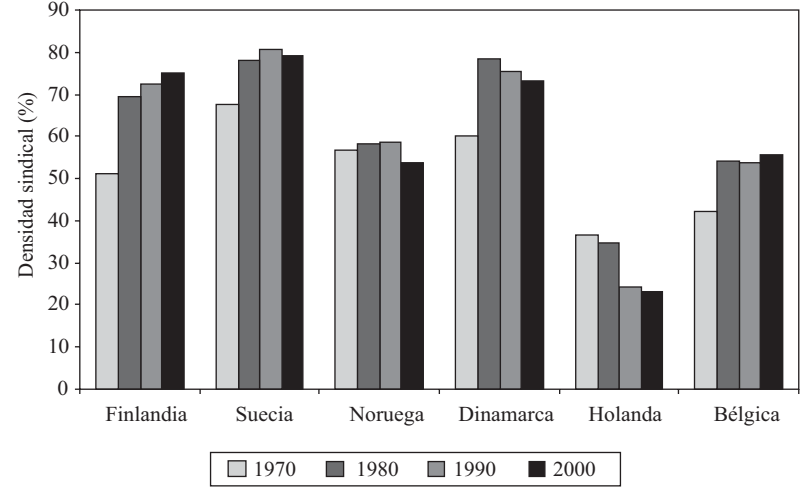
³ Visser (2003) muestra la evolución de la densidad sindical en gran número de países de todos los niveles de desarrollo.

GRÁFICO Nº 2: EVOLUCIÓN DE LA DENSIDAD SINDICAL



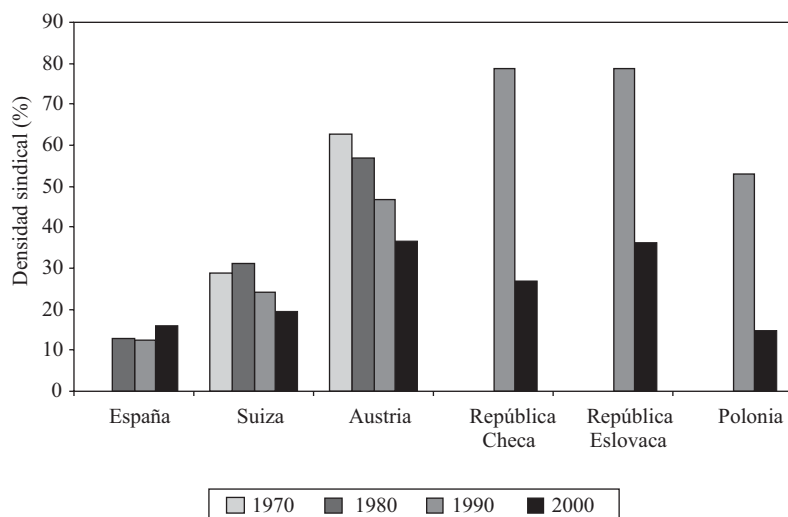
Fuente: Construcción propia a partir de datos de Visser (2006).

GRÁFICO Nº 3: EVOLUCIÓN DE LA DENSIDAD SINDICAL



Fuente: Construcción propia a partir de datos de Visser (2006).

GRÁFICO Nº 4: EVOLUCIÓN DE LA DENSIDAD SINDICAL



Fuente: Construcción propia a partir de datos de Visser (2006).

los gráficos previos muestran que prácticamente todos los países ahí considerados presentaban en 2000 una densidad mucho menor que en las décadas anteriores. Las únicas excepciones se dan en países del norte europeo, en especial Finlandia, que ha visto crecer su densidad sindical en más del 20% desde 1970. Sin embargo, cifras más recientes para este último país indicarían que la densidad sindical también comenzó a decrecer en éste: Bockerman y Uusitalo (2005) calculan una caída en la densidad sindical finlandesa de cerca de 10 puntos en menos de una década.

En general, una explicación de las altas densidades sindicales en los países del norte europeo —específicamente Suecia, Finlandia y Dinamarca— radica en que en éstos los sindicatos son los que manejan el seguro de desempleo (lo que en la literatura se llama el sistema Ghent, que también existe en Bélgica). Una de las consecuencias de este diseño es que los individuos se ven incentivados a inscribirse en el sindicato⁴. De hecho,

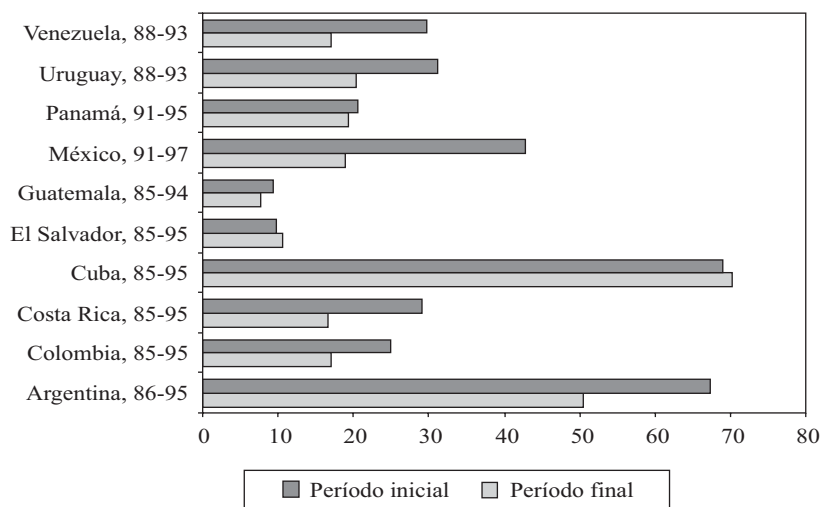
⁴ En general las personas que no pertenecen al sindicato tienen derecho a inscribirse en el seguro de cesantía y obtener todos sus beneficios. Sin embargo, algunos autores (véase Bockerman y Uusitalo, 2005 y Scruggs 2002) argumentan que frente a cualquier decisión discrecional, los sindicatos tenderían a beneficiar a sus afiliados por sobre los “outsiders”. Eso lo perciben los trabajadores y por ende deciden inscribirse en el sindicato.

Bockerman y Uusitalo (2005) argumentan que el declive reciente en la tasa de sindicalización finlandesa se debe en gran parte a que se introdujeron en el mercado alternativas de seguro de desempleo desligadas de sindicatos. Otra consecuencia de este diseño que ata seguro de desempleo con sindicatos es que estos últimos internalizan el efecto que las negociaciones salariales tienen en el desempleo, ya que una mayor tasa de desempleo representa un costo real para el sindicato. Eso hace que las demandas salariales de los sindicatos estén más acordes con la realidad económica del país y de las empresas. Todo lo anterior produce que las empresas sindicalizadas sufran una menor presión en sus costos y por ende tengan una mayor probabilidad de supervivencia.

En América Latina la situación es similar a la de la mayor parte de los países desarrollados: nos encontramos con una densidad sindical en franco declive en todos los países, menos en Cuba y El Salvador (aunque en este último la densidad sindical es baja, del orden del 10%). El Gráfico N° 5 presenta estimaciones de densidad sindical en varios países latinoamericanos.

En el caso chileno, la evolución de la densidad sindical no se diferencia demasiado de la de sus pares en Latinoamérica o el resto del mundo.

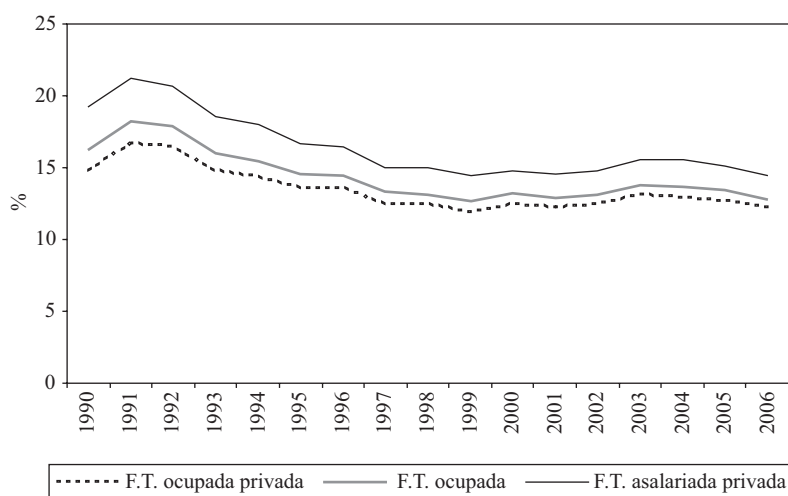
GRÁFICO N° 5: DENSIDAD SINDICAL



Fuente: Construcción propia a partir de datos de Visser (2003).

El Gráfico N° 6 muestra la evolución de la densidad sindical en Chile a partir de 1990 e incluye tres distintas estimaciones de densidad, con definiciones levemente diferentes. Una de ellas considera como universo de referencia a la totalidad de la fuerza de trabajo ocupada, otra sólo a la fuerza de trabajo ocupada en el sector privado y la última a los asalariados del sector privado. A pesar de que los indicadores difieren entre sí, la evolución de éstos en el tiempo es bastante similar: se observa un leve aumento en la sindicalización en el período posterior al régimen militar, lo que refleja las nuevas libertades adquiridas por los trabajadores al reinstaurarse la democracia. Sin embargo, este aumento es leve y el declive comienza a observarse pronto. En los últimos años la densidad sindical se ha mantenido casi constante y normalmente por debajo del 15%.

GRÁFICO N° 6: DENSIDAD SINDICAL EN CHILE

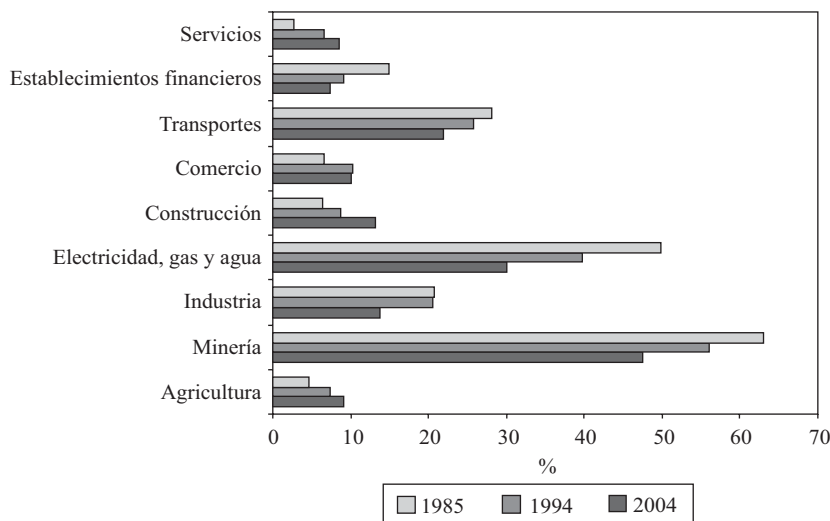


Fuente: Dirección del Trabajo, Chile.

Los cambios en la densidad sindical no han ocurrido de manera pareja en los distintos sectores de producción de nuestro país. De hecho, como se muestra en el Gráfico N° 7, algunos sectores, en especial los de servicios, construcción y agricultura, han experimentado en los últimos años un aumento en densidad sindical. Además, vemos que hay sectores que están altamente sindicalizados, por ejemplo el sector minero, con densidades muy superiores al promedio nacional.

A la luz del Gráfico N° 7 descubrimos que en todos los sectores donde una fracción relevante de los trabajadores pertenecía a sindicatos en

GRÁFICO N° 7: CHILE: DENSIDAD SINDICAL POR SECTOR
(SOBRE LA FUERZA DE TRABAJO OCUPADA)



Fuente: Construcción propia a partir de datos de Salinero (2006).

1985 (transportes, electricidad, gas y agua y minería), tenían en 2004 una densidad sindical bastante menor. Esto también ocurre en áreas como la industria y los establecimientos financieros. Los sectores donde la densidad sindical ha aumentado (servicios, comercio, construcción y agricultura) son aquellos que históricamente exhibían densidades bajas, normalmente inferiores al 10%.

La información del Gráfico N° 7 puede explicarse en alguna medida por el tamaño de las empresas en los distintos sectores. De hecho, los de electricidad, gas y agua, junto con el de minería, son los que presentan las empresas más grandes, lo que facilita la organización de sindicatos⁵. Según las estadísticas del año 2006, en el primer sector el 84,3% de los trabajadores estaba en empresas con 10 o más empleados (el 48,8% trabajaba en empresas con más de 200). En el sector minero, por su parte, el 88,4% laboraba en empresas con 10 o más trabajadores, y el 63,8% en empresas con más de 200.

⁵ En nuestro país un sindicato debe tener al menos ocho miembros, por lo que en las empresas con menos de ese número de trabajadores no hay ninguna opción de sindicalización.

Por otro lado, los sectores con menor densidad sindical muestran una estructura diferente, donde las empresas pequeñas son mayoría. Como en una empresa con menos de ocho empleados la ley no permite la creación de sindicatos, sectores con gran cantidad de estas pequeñas empresas tendrán naturalmente un nivel bajo de sindicalización. Un ejemplo se da en el sector comercio, donde más de la mitad de los trabajadores pertenecían en 2006 a empresas de menos de 10 personas. El Cuadro N° 1 presenta las estadísticas recién mencionadas.

CUADRO N° 1: TAMAÑO DE EMPRESAS POR SECTOR

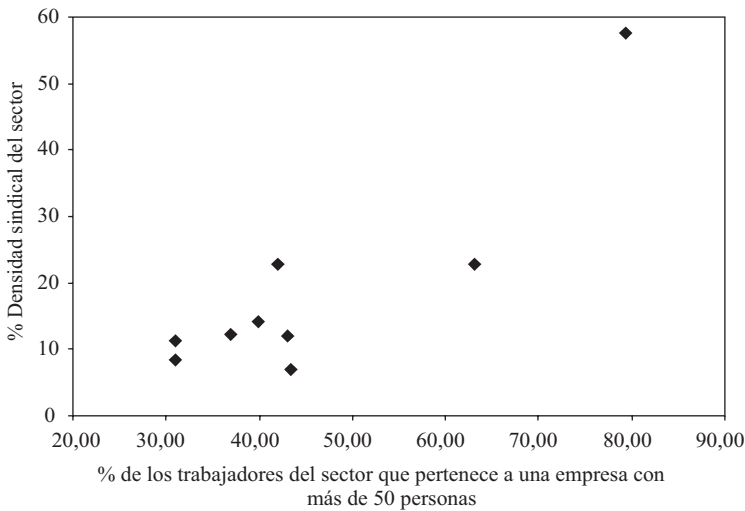
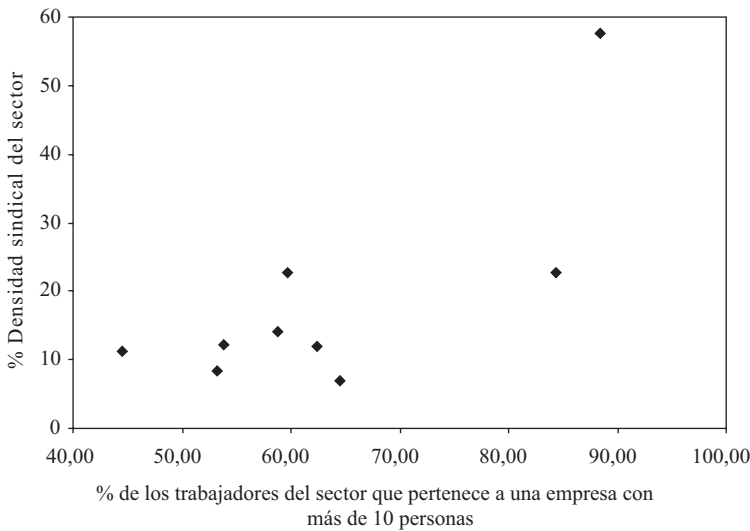
Sector	Distribución de trabajadores según tamaño de la empresa (en %)		
	Hasta 9	10 y más	200 y más
Agricultura	46,84	53,16	15,13
Minería	11,65	88,35	63,76
Industria	41,24	58,76	24,80
Electricidad, gas y agua	15,68	84,32	48,76
Construcción	37,58	62,42	21,35
Comercio	55,43	44,57	22,56
Transportes	40,27	59,73	28,08
Establecimientos financieros	35,45	64,55	29,06
Servicios	46,22	53,78	25,39

Los valores del cuadro representan la proporción de trabajadores del sector que reportan su ocupación principal en una empresa de un determinado tamaño. En el cálculo se omitió a los trabajadores que reportaron “no conocer” el tamaño de la empresa. Es muy probable que estos trabajadores omitidos pertenezcan en mayor proporción a empresas grandes.

Fuente: Elaboración propia en base a la Encuesta Casen 2006.

De hecho, la correlación entre el porcentaje de los trabajadores de un sector que pertenecen a empresas de un determinado tamaño y densidad sindical es muy alta. El Gráfico N° 8 muestra el cruce entre tamaño de empresa y densidad sindical para los distintos sectores productivos de nuestro país en 2006. Los datos de tamaño de empresa se obtuvieron de la misma forma que para el Cuadro N° 1, a partir de los datos de la Casen correspondiente a ese año. Los datos de densidad sindical para 2006 son del Ministerio del Trabajo (2008).

GRÁFICO N° 8:



Las correlaciones asociadas a los gráficos precedentes son altas: 0,76 para el que considera a individuos trabajando en empresas de 10 o más trabajadores y 0,89 para el que considera trabajadores de empresas de más de 50 trabajadores⁶. Esto termina de verificar el hecho de que el tamaño de

⁶ A su vez se realizó el ejercicio para el caso de trabajadores de empresas con 200 y más trabajadores y también se obtuvo una correlación de 0,89.

las empresas del sector es un muy buen predictor de la densidad sindical que allí se observa.

Sin embargo, el tamaño de la empresa no es el único determinante de la densidad sindical: la estructura contractual prevaleciente en el sector también será determinante en la proporción de trabajadores que puedan negociar colectivamente. Los trabajadores que tienen facultades para negociar colectivamente están más incentivados a sindicalizarse. Claramente el grupo de los asalariados (en contraposición a los trabajadores independientes) tiene una mayor propensión a negociar. Pero, dentro del grupo de los asalariados, aquellos que pertenecen al sector público están legalmente imposibilitados para ejercer la negociación colectiva. Tampoco lo pueden hacer los trabajadores con contratos de aprendizaje, con contratos de servicios transitorios o con contratos de obra, faena o servicio (véase Art. 305 del Código del Trabajo). El Cuadro N° 2 presenta la proporción de la fuerza de trabajo ocupada en cada sector que reporta en 2006 tener un contrato indefinido o de plazo fijo, es decir, el número de trabajadores cuyos contratos son compatibles con la negociación colectiva. La correlación de estas cifras con la densidad sindical en cada sector⁷ es de 0,29, es decir, positiva, pero menor que para el tamaño de empresa.

CUADRO N° 2: PROPORCIÓN DE TRABAJADORES CON CONTRATOS INDEFINIDOS O DE PLAZO FIJO

Sector	Propensión a sindicalizarse (%)
Agricultura	54,9
Minería	87,7
Industria	86,7
Electricidad, gas y agua	88,3
Construcción	51,3
Comercio	87,1
Transportes	86,6
Establecimientos financieros	90,3
Servicios	87,8

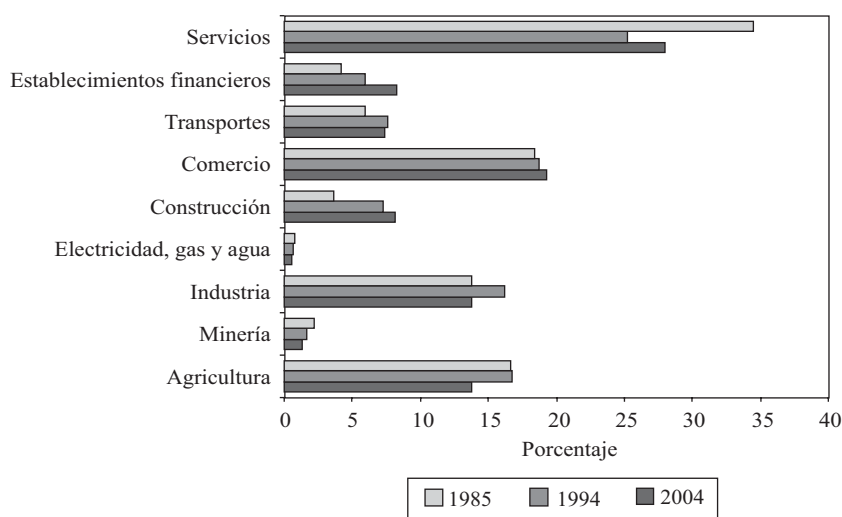
Fuente: Elaboración propia en base a la Encuesta Casen 2006.

⁷ La correlación se calculó con respecto a datos de la densidad sindical por sector para 2006 disponibles en Ministerio del Trabajo (2008)

Todo esto nos lleva a concluir que las diferencias sectoriales en densidad sindical tienen una explicación en las estructuras contractuales típicas que se dan en el sector, pero en grado aun mayor en el tamaño de las empresas prevaleciente.

Para complementar la información del Gráfico N° 7 es importante tener en cuenta el tamaño relativo⁸ de cada uno de los sectores en la economía. En el Gráfico N° 9 descubrimos que los sectores con mayor nivel de sindicalización, como la minería o el sector eléctrico, emplean a una fracción muy menor de la fuerza laboral. Con ello, los sindicatos de estos sectores cubren a una proporción relativamente baja de los trabajadores sindicalizados del país.

GRÁFICO N° 9: CHILE: PARTICIPACIÓN DE CADA SECTOR EN LA FUERZA DE TRABAJO OCUPADA



Fuente: Construcción propia a partir de datos de Salinero (2006).

Si nos detenemos en el Gráfico N° 9 descubrimos que el sector de servicios es el que emplea la mayor parte de la fuerza de trabajo en nuestro país. La participación de la fuerza de trabajo en este sector ha disminuido desde 1985 pero se mantiene en niveles superiores al 25%. Como vimos en el Gráfico N° 7, la densidad sindical en este sector es pequeña, pero ha ido

⁸ En lo que se refiere a la proporción de la fuerza de trabajo que estos sectores emplean.

aumentando en el tiempo. Esto no deja de ser relevante ya que, dada la gran población de trabajadores que pertenecen al sector servicios, cada punto porcentual de densidad sindical representa a un gran número de individuos.

Por otro lado, como ya vimos, el sector minero emplea a una fracción muy pequeña de la fuerza de trabajo, fracción que además iba en descenso al 2004 (es posible que más tarde haya aumentado debido a la reactivación reciente de la minería como consecuencia de los altos precios de los *commodities*⁹). Aun cuando la sindicalización haya cambiado significativamente en el sector, este efecto no debiera ser demasiado importante en términos de número de afiliados, por lo menos si comparamos con sectores extensos como el de servicios.

El Gráfico N° 10 sirve para ilustrar esta discusión: se muestra cómo se distribuyen los trabajadores sindicalizados en los distintos sectores de la economía, y cómo esa distribución ha ido cambiando en el tiempo. Este gráfico nos muestra claramente que la mayor parte de los trabajadores sindicalizados pertenecían originalmente a la industria, pero que hoy en día están más distribuidos entre sectores. De hecho, los sectores de servicios, comercio y transportes exhiben una proporción cada vez mayor de trabajadores pertenecientes a sindicatos. Más aún, corroborando lo que se mencionó anteriormente, el Gráfico N° 10 muestra que menos del 10% de los afiliados a sindicato pertenecen al sector minero.

El cambio observado en la industria es muy llamativo. Eso nos llevó a indagar más en profundidad cuál era la responsabilidad de este sector específico en la explicación de la caída de la densidad sindical en Chile. El análisis incluye la descomposición del cambio en la densidad sindical de la siguiente manera:

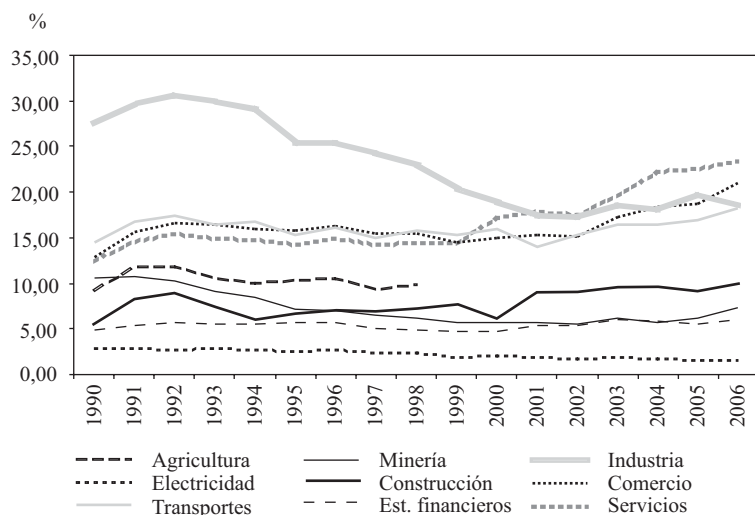
$$\Delta \text{ densidad} = \sum \text{tamaño_rel}_s \times \Delta \text{ densidad}_s + \text{densidad}_s \times \Delta \text{ tamaño_rel}_s$$

Donde *densidad* se refiere a la densidad sindical y *tamaño_rel* al tamaño relativo del sector, medido como la proporción de la fuerza de trabajo total que pertenece a éste¹⁰. El análisis se realizó con los datos del cuadro 7

⁹ Datos del Ministerio del Trabajo hablan de una densidad del 57,6% para el 2006, pero esa proporción se construyó usando otra base de comparación (ocupados menos sector público, menos familiares no remunerados, menos patrones o empleadores). Este cambio de base por sí solo conduce a cifras superiores de densidad, por lo que a partir de ella no podemos asegurar con certeza que la densidad sindical haya aumentado en el sector.

¹⁰ El signo Δ representa cambio. Para el cálculo se utilizó el valor inicial de *tamaño_rel*_s y el valor final de *densidad*_s. Cuando se hace al revés, los efectos totales son idénticos, pero su división en efecto tamaño y efecto densidad cambia levemente. Sin embargo se mantienen los resultados cualitativos.

GRÁFICO N° 10: PROPORCIÓN DE LOS AFILIADOS A SINDICATO PERTENECIENTES AL SECTOR



Fuente: Elaboración propia en base a datos de Salinero (2006).

de Salinero (2006)¹¹. Según estos datos, la caída en la densidad sindical en Chile entre 1995 y 2004, de algo más de un punto porcentual, se explica en un 123% por el comportamiento de la industria. Es decir, la caída tanto en el tamaño como en la tasa de sindicalismo de este sector explica más que la totalidad de la caída en la tasa de sindicalización en el país. Este efecto es principalmente explicado por el cambio en la tasa de sindicalización: si dejamos constante el tamaño de la industria, la sola caída en esta tasa explica el 95% de la caída en la densidad sindical a nivel país. De hecho, los movimientos en sectores como el de servicios y el de construcción por sí solos hubieran incrementado la densidad sindical en el período.

El Cuadro N° 3 contiene los resultados del ejercicio. Por ejemplo, nos muestra que el sector agricultura explica un 0,25% de la caída en el sindicalismo. De hecho, en ese sector hay dos efectos contrapuestos. La densidad sindical aumentó, y, si el tamaño del sector se hubiese mantenido constante, hubiese explicado alrededor de un -25% de la caída en la densidad sindical a nivel país¹². Pero por otro lado, el sector agricultura disminuyó su

¹¹ Los datos sobre densidad sindical ahí reportados tienen como referencia a la totalidad de la fuerza de trabajo ocupada.

¹² El signo negativo de ese porcentaje significa que los movimientos de ese sector por sí solos hubiesen producido un *aumento* de la densidad sindical del país (y no la caída que efectivamente se observó).

CUADRO N° 3: CAÍDA EN DENSIDAD SINDICAL NACIONAL EXPLICADA POR MOVIMIENTOS DE CADA SECTOR

Sector	Efecto densidad (%)	Efecto tamaño (%)	Efecto total (%)
Agricultura	-25,18	25,43	0,25
Minería	12,06	11,84	23,9
Industria	94,99	28,27	123,26
Electricidad, gas y agua	5,86	4,99	10,86
Construcción	-22,63	-8,31	-30,93
Comercio	6,27	-4,15	2,12
Transportes	26,74	3,60	30,34
Establecimientos financieros	8,90	14,26	-5,36
Servicios	-35,89	-18,55	-54,43
Total	71,13	28,87	100

Fuente: Elaboración propia en base a datos de Salinero (2006).

tamaño relativo, por lo que ese efecto en densidad se vio completamente contrarrestado.

Otra cosa interesante que se desprende del Cuadro N° 3 es que más de un cuarto de la caída en densidad sindical entre 1994 y 2004 se explica solamente por los cambios de tamaño de los distintos sectores productivos. De hecho, si al *efecto densidad* en la industria le agregamos los efectos de redistribución productiva (*efectos tamaño*) descubrimos que eso explicaría un $95+29=124\%$ de la caída en la densidad sindical del período.

La caída de la densidad sindical en la industria tiene una explicación en el notable incremento de la competitividad del sector debido a los tratados de libre comercio y al proceso de globalización en general. Justamente el sector industrial es el que más afectado se ve por estas presiones. La siguiente sección se refiere en detalle a este argumento.

¿Por qué ha disminuido la densidad sindical en los últimos tiempos?

Una de las explicaciones más plausibles para la caída en la densidad sindical está desarrollada en Pencavel (2007). Su argumento se resume en que los mercados de bienes en el mundo desarrollado se han puesto cada vez más competitivos y, por lo tanto, son cada vez menos capaces de acomodar las actividades de fijación de salarios de los sindicatos.

Lo que sucede es que un mercado de bienes competitivo ofrece un ambiente menos propicio para las actividades de negociación de precios

que un ambiente monopolístico, oligopólico o protegido por el Estado. Esta desventaja de costos sólo se evita si *todas* las firmas en una industria competitiva están sindicalizadas. Pero eso ocurre raramente cuando no hay apoyo gubernamental a los sindicatos. Cuando no existen las rentas monopolísticas, y no hay financiamiento estatal hacia empresas privadas, la presión salarial de los sindicatos ya no puede ser absorbida por estos ingresos sobrenormales. Entonces, una firma competitiva que paga salarios negociados por sindicatos debe rebajar costos en otras áreas para evitar pérdidas en su participación de mercado (y eventualmente su desaparición). En muchas ocasiones estas empresas restringen su nivel de empleo de manera importante. En otras palabras, las funciones de demanda laboral para monopolios o para la totalidad de una industria son menos elásticas al salario que en el caso de una empresa competitiva aislada. En ese sentido, sindicatos y monopolios de mercado pueden coexistir durante más tiempo.

Pencavel (2007) menciona tres razones por las cuales los mercados de bienes se han puesto más competitivos:

- La primera es el *aumento del comercio internacional* tanto entre naciones desarrolladas como con naciones emergentes. Esta aparición de mercados de bienes *internacionales* se traduce en un aumento en el número de competidores reales y potenciales. Como la demanda de trabajo surge de la demanda de producto, una mayor competencia en el mercado del producto lleva a una mayor elasticidad salario de la demanda de trabajo.
- La segunda razón es el aumento de la movilidad tanto del factor trabajo como del factor capital. Esto ha ocurrido debido a los menores precios del transporte y mayor información sobre diferentes posibilidades y alternativas. Esto implica que la oferta de factores es más elástica, es decir, frente a un aumento en su precio, la reacción en la cantidad disponible es mayor.
- La tercera razón está en el cambio tecnológico, incluyendo los avances en el sector computacional. Muchas prácticas se han transformado y la producción se ha hecho más barata. Esto hace que las empresas ya establecidas pierdan sus ventajas frente a los eventuales entrantes. La importancia de las economías de escala en muchas actividades ha disminuido y eso ha promovido la descentralización.

En los países desarrollados, esta mayor competencia y globalización ha llevado a un incremento en la informalidad en el mercado laboral. Las relaciones informales son una forma de evitar los a veces excesivos costos de contratación, y a veces de eludir regulaciones sobre salario mínimo, im-

puestos o aportes a la seguridad social. Visser (2003) destaca que el tamaño del sector informal en los años 1990 creció a expensas del sector formal en prácticamente todos los países en desarrollo. Este fenómeno se suma a los anteriormente descritos como explicativo de la decreciente tasa de sindicalización: para un trabajador informal la opción sindical es prácticamente imposible, especialmente en lo que se refiere a la negociación colectiva de los términos de su (inexistente) contrato.

3. La cobertura de negociación

La densidad de membresía sindical no nos cuenta toda la historia sobre el nivel y calidad de la sindicalización en una economía. Otros indicadores de presencia sindical son complementarios y relevantes. Entre ellos está la cobertura de la negociación, es decir, la proporción de los trabajadores que quedan cubiertos por los contratos negociados por algún sindicato. Otros indicadores interesantes incluyen la percepción pública de sindicatos y líderes sindicales, y la presencia sindical en comités asesores y consultores y en comités legislativos.

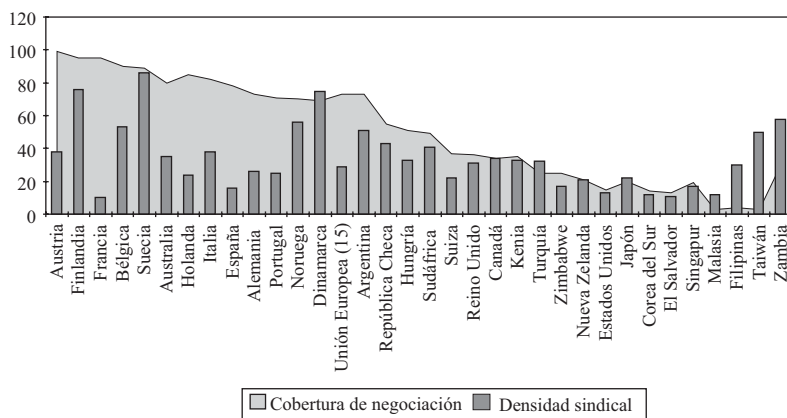
La densidad sindical es una buena medida de la presión negociadora de los sindicatos. Sin embargo, los otros índices, en especial la cobertura sindical, reflejan de mejor manera la efectividad de los sindicatos para afectar las condiciones del mercado laboral. Como veremos a continuación, densidad y cobertura sindical sólo están imperfectamente correlacionadas: ambos indicadores presentan diferencias considerables.

Para tener una idea de la poca correlación entre cobertura y densidad, el Gráfico N° 11 muestra ambos índices para un grupo de economías. Ya que no hay datos anuales para cada país, los índices de distintos países corresponden a algún año entre el 95 y el 2000. Mayor información sobre los índices en cuestión se encuentra en Visser (2003).

Como podemos ver, son muy pocos los países en los que la cobertura negociadora y la densidad sindical son equivalentes. Sólo en Canadá y Nueva Zelanda ambos índices se corresponden exactamente. Hay países en los que no todos los sindicatos pueden o quieren negociar, por lo que la cobertura es menor que la densidad de membresía. Por otro lado, en otras economías existen estatutos de extensión de contratos en los que la cobertura de éstos se extiende a todos los trabajadores de la empresa o sector, beneficiando a trabajadores que no pertenecen a ningún sindicato.

De hecho, si miramos dos países con cobertura sindical similar, como Bélgica (53%) y Taiwán (50%), nos damos cuenta de que sus realidades son muy distintas en lo que se refiere a cobertura de negociación.

GRÁFICO N° 11: DENSIDAD SINDICAL Y COBERTURA DE NEGOCIACIÓN EN ALGUNAS ECONOMÍAS



Fuente: Visser (2003).

Efectivamente, en Bélgica el 90% de los trabajadores está cubierto por contratos colectivos, mientras que en Taiwán sólo el 3%.

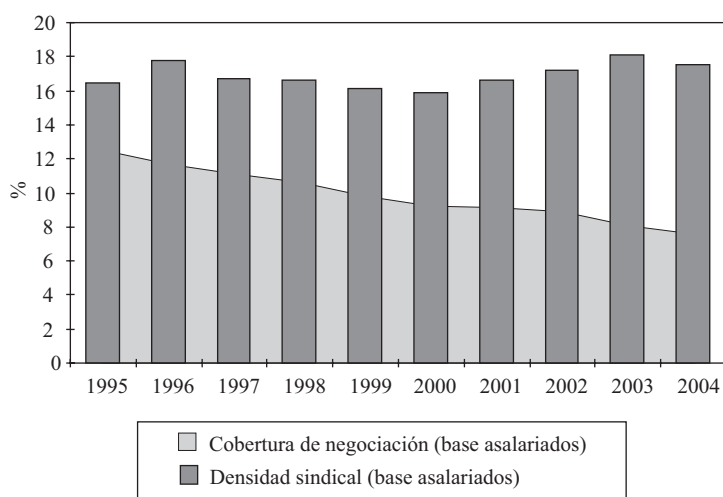
La extensión de los contratos colectivos hacia trabajadores no pertenecientes a sindicatos, costumbre que como ya vimos prevalece en algunos de los países estudiados, tiene una serie de consecuencias en el poder de negociación de los sindicatos y de las empresas involucradas. En ausencia de extensión de contratos, los trabajadores deben enfrentar la competencia de sus pares no sindicalizados que pudieran disputar sus puestos de trabajo pidiendo un salario inferior al del contrato negociado por el sindicato, por lo que las demandas salariales de éste tienden a moderarse. Esa competencia desaparece con la extensión de los contratos, lo que genera resultados a veces perjudiciales para la economía, como un mayor desempleo de trabajadores de baja calificación. Por el lado de las empresas, algunos autores (Ishiguro y Zhao, 2004; Roberts *et al.*, 2000, entre otros¹³) argumentan que las cláusulas de extensión de contrato son bienvenidas por las empresas oligopólicas ya que son un medio de disuasión a la entrada de potenciales competidoras.

¿Cómo se sitúa Chile en este contexto? A pesar de que en nuestro país algunos contratos se extienden a los no miembros de sindicatos, la cobertura negociadora es inferior a la densidad sindical. Esto se debe princi-

¹³ En los artículos citados se encuentran las referencias a las investigaciones teóricas y empíricas de esa línea de investigación.

palmente a que no todos los sindicatos de nuestro país tienen facultades para negociar. Por ejemplo, los sindicatos que reúnen a trabajadores independientes, o a aquellos con contratos temporales o de obra o faena no tienen acceso a la negociación colectiva. A continuación presentamos la evolución tanto de la densidad sindical como de la cobertura de negociaciones en Chile. Los indicadores del Gráfico N° 12 tienen como universo de referencia la fuerza de trabajo asalariada¹⁴. Como podemos ver, aun cuando en nuestro país la densidad sindical se ha mantenido relativamente constante desde 1995, la cobertura de negociación cayó en más de dos puntos porcentuales en la década estudiada. De hecho más atrás en el tiempo, en especial los primeros años de los noventa, la cobertura de negociación era aun mayor, con un *peak* de 14,4% en 1992¹⁵.

GRÁFICO N° 12: DENSIDAD SINDICAL Y COBERTURA DE NEGOCIACIÓN EN CHILE



Fuente: Construcción propia a partir de datos Tablas 1 y 12, Salinero (2006).

¹⁴ Nótese que la densidad salarial aparece levemente diferente de la reportada en el Gráfico N° 6. Esto se debe a que el universo sobre el que se calcula la densidad en el Gráfico N° 12 es la totalidad de los asalariados (incluyendo el sector público), lo que difiere de las tres definiciones del Gráfico N° 6.

¹⁵ Esos datos no se reportan en el Gráfico N° 12 debido a que tenemos información sobre densidad sindical en base al total de asalariados sólo a partir de 1995. Pero la información de la cobertura sindical (en la misma base) contenida en Salinero (2006) muestra la cobertura a partir de 1985.

4. Estructura de negociación

Muchos estudios utilizan como índice relevante la *estructura de negociación* existente en una economía. Este índice describe el nivel en que ocurre la negociación colectiva. Según esta clasificación, los países se dividirían en tres tipos: aquellos con sistemas de negociación *descentralizados*, *intermedios* o *centralizados*. En los primeros las negociaciones colectivas se realizan a nivel de planta, entre el empleador y los representantes de sus empleados. Ejemplos de países en esta categoría son Japón y Estados Unidos. Por otra parte, es normal encontrar en Europa continental ejemplos de estructura de negociación colectiva *intermedia*. En estos casos se establece la negociación a nivel de industria, entre el sindicato interempresas y la asociación de empleadores del sector. La estructura *centralizada* es típica de países escandinavos y en ella la negociación se produce entre federaciones nacionales de empleados y empleadores.

Sin embargo, países con la misma estructura de negociación pueden diferir significativamente en lo que se refiere a *coordinación*. En general es esta última medida la que será determinante en los resultados macroeconómicos a nivel nacional (Flanagan, 2003). La *coordinación* puede definirse como el nivel en el que las decisiones tomadas por sindicatos y empleadores han sido concertadas con una visión amplia por las partes involucradas. Lo anterior implica que ambas partes no sólo miran sus intereses inmediatos sino también los efectos de sus demandas en el sistema empresa-trabajador-economía como un todo indivisible. Una definición de coordinación bastante aceptada en la literatura la entrega Scarpetta (1996): “coordinación se refiere al grado en que los sindicatos y las asociaciones de empleadores toman decisiones en forma concertada en los diferentes niveles de negociación (nacional, sectorial o empresa), de manera de promover una estrategia mutuamente beneficiosa” (mi traducción).

La coordinación es más probable cuando la negociación es centralizada, pero hay instancias en que las estructuras descentralizadas funcionan con altos grados de coordinación. Un ejemplo de esto último es el japonés, donde la coordinación surge debido a que asociaciones de empleadores y centros sindicales nacionales proveen a las firmas de guías y directivas. Otro ejemplo de estructura sindical descentralizada pero coordinada surge cuando un convenio de negociación colectiva emula a otro previo (negociación por modelo). En Latinoamérica en general el grado de coordinación es muy bajo, debido a la relación históricamente confrontacional entre las partes involucradas en la negociación. Freeman (2007) resume muy bien la situación: “cuando uno habla con un economista latinoamericano, a menu-

do se advierte un profundo recelo respecto a lo que pueden hacerle los sindicatos a la economía. Cuando uno habla con un economista escandinavo no se advierte ese recelo, en parte porque los sindicatos regularmente consultan con los mejores macroeconomistas y toman decisiones considerando el contexto macroeconómico” (mi traducción).

El Cuadro N° 4 presenta los grados de centralización y coordinación en países de la OECD.

La negociación salarial descentralizada, a nivel de firma, ha sido comúnmente considerada como proempleo, al evitar excesivas reivindicaciones salariales que conducirían a una disminución de la participación de mercado de las empresas sindicalizadas, con efectos perjudiciales para el empleo. Por otro lado, los sistemas de negociación muy centralizados o coordinados inducen a las partes a internalizar los efectos perjudiciales que la excesiva presión salarial tiene en la macroeconomía. La negociación centralizada también puede facilitar pactos sociales implícitos o explícitos por los cuales los sindicatos aceptan refrenar sus demandas salariales a cambio de concesiones políticas del gobierno (como aumentos en los salarios mínimos, fueros salariales, etc.). Estas consideraciones sugieren que la relación entre el desempleo y el grado de centralización tenga “forma de montículo” (*hump shape*), es decir, el desempleo primero aumenta con el grado de descentralización y luego comienza a disminuir, alcanzando un máximo en economías con niveles de centralización intermedia. Así, países en donde las negociaciones se realizan a nivel sectorial, sin coordinación a mayor nivel, producirían los peores resultados macroeconómicos, ya que no se beneficiarían ni de la internalización de las externalidades negativas ni de la disciplina de mercado que prevalece en ambientes descentralizados (Brandt *et al.* 2005). El origen de esta teoría está en el trabajo de Calmfors y Driffill (1988).

La negociación colectiva de nivel intermedio puede tener efectos particularmente perjudiciales en presencia de extensiones de los contratos de negociación colectiva a la totalidad del sector en cuestión, ya que entonces se reduce el ámbito para la competencia de demandas salariales que pudieran producir resultados más moderados. Todo lo anterior puede resultar en el desempleo de un número de trabajadores de baja capacitación. De manera similar, la insuficiente flexibilidad salarial a nivel regional genera un alto desempleo en algunas zonas geográficas, sobre todo cuando la movilidad territorial es limitada. La tendencia de los sistemas de negociación centralizada y coordinada de convenir salarios y condiciones laborales para todos los trabajadores sin diferenciar por zona geográfica puede también tener consecuencias negativas en el empleo.

CUADRO N° 4: CENTRALIZACIÓN Y COORDINACIÓN DE LA NEGOCIACIÓN EN PAÍSES DE LA OECD DESDE 1970

	Centralización			Coordinación		
	1970-74	1985-89	1995-2000	1970-74	1985-89	1995-2000
Australia	4	4	2	4	4	2
Austria	3	3	3	5	4	4
Bélgica	4	3	3	4	(4)	(4,5)
Canadá	1	1	1	1	1	1
República Checa	..	..	1	..	..	1
Dinamarca	5	3	2	5	(4)	(4)
Finlandia	5	5	5	5	5	5
Francia	2	2	2	2	2	2
Alemania	3	3	3	4	4	4
Hungría	..	..	1	..	..	1
Irlanda	4	(2,5)	4	4	(2,5)	4
Italia	2	2	2	2	2	4
Japón	1	1	1	4	4	4
Corea	1	1	1	1	1	1
Holanda	3	3	3	3	4	4
Nueva Zelanda	3	3	1	4	4	1
Noruega	(4,5)	(4,5)	(4,5)	(4,5)	(4,5)	(4,5)
Polonia	..	..	1	..	..	1
Portugal	5	3	4	5	3	4
República de Eslovaquia	..	..	2	..	..	2
España	5	(3,5)	3	5	(3,5)	3
Suecia	5	3	3	4	3	3
Suiza	3	3	2	4	4	4
Reino Unido	2	1	1	(3)	1	1
Estados Unidos	1	1	1	1	1	1
Promedio OECD (no ponderado)	3,1	2,5	2,2	3,5	2,9	2,6
Coefficiente de variación	48	46	54	41	47	55

.. Datos no disponibles.

a) *Centralización:*

- 1= Predominantemente a nivel de planta y de compañía.
 2= Combinación de nivel industria y nivel de planta/compañía, con una importante proporción de los trabajadores de la compañía cubiertos por la negociación.
 3= Predominantemente a nivel de industria.
 4= Predominantemente a nivel de industria, pero con repetidos casos de acuerdos a nivel central.
 5= Los acuerdos de nivel central son de primordial importancia.

b) *Coordinación:*

- 1= Negociación fragmentada a nivel de compañía/planta, escasa o inexistente coordinación por asociaciones de nivel superior.
 2= Negociación fragmentada a nivel de compañía/planta, escaso o inexistente establecimiento de patrones.
 3= Negociación a nivel de industria con irregular establecimiento de patrones o modelos y un nivel moderado de coordinación entre los principales actores en la negociación.
 4= a) Coordinación informal de la industria y negociaciones a nivel de firmas por (múltiples) asociaciones “cumbre” (*peak associations*).
 b) Negociación coordinada por confederaciones “cumbre”, incluyendo negociaciones patrocinadas por el gobierno (acuerdos tripartitos, pactos sociales), o imposición gubernamental de programas salariales.
 c) Regular establecimiento de patrones de negociación asociados a una alta densidad sindical y/o coordinación en la negociación por firmas grandes.
 d) Arbitraje gubernamental de salarios.
 5= a) Coordinación informal de la negociación a nivel industria mediante confederación de sindicatos.
 b) Negociación coordinada por confederaciones “cumbre” o imposición gubernamental de programas de aumento (o congelamiento) salarial, con obligación de paz.
 c) Ningún dato para 1970-89 fue atribuido a países de la OECD de la Europa central y del este (originalmente economías de “comando central”. Cifras entre paréntesis son promedios para el período en casos en que por lo menos dos años difieren del valor modal.

Fuente: OECD Employment Outlook (2006), Capítulo 3.

Existe algún respaldo empírico a la teoría de la “forma de montículo” en la relación empleo-grado de centralización de la negociación. Un ejemplo lo entrega Scarpetta (1996). Sin embargo, otros autores han encontrado poca evidencia de esta relación. Para una revisión de la literatura al respecto, véase Flanagan (1999). Flanagan (2003) argumenta que la relación entre empleo y estructura negociadora es lineal (y no con forma de “montículo”) cuando se utilizan índices de *coordinación* en el estudio. En ese caso se obtiene que a mayor coordinación, menor desempleo. Cuando se usan medidas de *centralización* nos encontramos con la forma de “montículo”, donde los mayores niveles de desempleo se dan para niveles de centralización intermedios.

Algunas investigaciones recientes que intentan dilucidar la pregunta de cuál es la relación entre desempleo y centralización/coordinación de la negociación colectiva son Bassanini y Duval (2006), Baker, Glyn, Howell y Schmitt (2002), Di Tella y MacCulloch (2005), Nickell, Nunziata y Ochel (2005), International Monetary Fund (2003), Nunziata (2003), Bertola, Blau y Kahn (2002a), Fitoussi, Jestaz, Phelps and Zoega (2000), Jimeno y Rodríguez-Palenzuela (2002), Belot y Van Ours (2001), Blanchard y Wolfers (2000), Elmeskov, Martin y Scarpetta (1998), Nickell (1997, 1998), Scarpetta (1996). En general, estos estudios concluyen ya sea que a mayor coordinación menor desempleo de equilibrio, o validan la hipótesis no monotónica para coordinación.

Es importante tener especial cuidado con la literatura que estudia la relación entre coordinación o centralización con desempeño económico. Flanagan (2003) y Pencavel (2007) alertan sobre deficiencias técnicas importantes en algunos trabajos que buscan establecer ese tipo de relaciones. Las estimaciones son a menudo sensibles a pequeños cambios en la composición de las muestras, medición de las variables e inclusión y exclusión de otras variables (Flanagan, 1999). La medición de características institucionales como la centralización y coordinación es una de las principales dificultades que enfrentan los investigadores. Frente a esto, muchos simplemente ordenan a los países según su mayor o menor grado de centralización o coordinación y utilizan el ranking como indicador. Esto es difícil de defender: al hacerlo, se están suponiendo similitudes inexistentes entre países adyacentes y/o diferencias entre países no adyacentes que pueden no ser tan importantes. Pencavel (2007) es muy insistente en este punto: cuando una variable se mide como ranking, es difícil interpretar el significado del coeficiente de regresión asociado a ésta, a menos que los sistemas de negociación estén igualmente espaciados en la escala ordinal. Por ejemplo, si consideramos el ranking de países según grado de centralización utilizado

por Calmfors y Driffill (1988), notamos que su variable coloca a Canadá y Estados Unidos como primero y segundo¹⁶, respectivamente, y a Australia y Francia como séptimo y octavo, respectivamente. La utilización de esta variable en un contexto de regresión implica que el aumento en la centralización al desplazarse desde Canadá a Estados Unidos es el mismo que al desplazarse desde Francia a Australia. Pero los sistemas de Canadá y Estados Unidos son muy similares y los de Francia y Australia muy diferentes, por lo que es sumamente difícil comprender el significado que se le pueda asignar al planteamiento de que la diferencia entre el primer par de países es igual a la del segundo (Pencavel 2007). Aún más: supongamos que una reforma de las relaciones industriales en Nueva Zelanda conduce a una negociación colectiva menos centralizada. Esta reforma altera la clasificación no sólo de Nueva Zelanda, sino que necesariamente de algunos otros países cuyos sistemas no han cambiado en absoluto. Las relaciones que se hayan estimado con variables ordinales sugerirán (erróneamente) que las reformas de Nueva Zelanda afectarían los rendimientos macroeconómicos de esos otros países, ya que el ranking de al menos algunos de éstos necesariamente habrá tenido que variar.

Pencavel (2007) se detiene extensamente a describir las falencias técnicas de los estudios que pretenden relacionar desempeño económico con nivel de centralización o coordinación de sus relaciones industriales. Además del problema de variable ordinal recientemente discutido, sus críticas se detienen en otros cuatro puntos.

El primero de ellos se refiere a la endogeneidad de la estructura de negociación colectiva respecto de los indicadores económicos utilizados como variable independiente en las regresiones. Los países escogen sus estructuras de negociación colectiva no menos que su rendimiento macroeconómico, por lo que ambas variables deben modelarse como determinadas conjuntamente. Por ejemplo, se ha pensado a veces que países que presentan políticamente una baja tolerancia al desempleo son aquellos que ven favorablemente la representación sindical y la negociación colectiva centralizada.

La otra crítica se refiere a que los estudios se concentran en algunos pocos aspectos del sistema de negociación colectiva —especialmente el grado en el cual la negociación colectiva está centralizada y coordinada— e ignoran otros que podrían ser importantes, como por ejemplo el grado de competencia en el mercado de productos, el grado en el que los mercados laborales no sindicalizados son competitivos y sirven como un control de la

¹⁶ Los autores utilizan números bajos para representar los sistemas descentralizados y números altos para los sistemas centralizados.

fijación monopólica de salarios en el sector sindicalizado, y la frecuencia con que el Estado es parte en la resolución de las disputas laborales.

También es criticable que, al buscar una correlación entre desempeño macroeconómico y estructura negociadora, muchos estudios no controlen por la conducta monetaria y fiscal. Diferencias entre países en aspectos totalmente disímiles del nivel de centralización o coordinación de la negociación colectiva podrían estar distorsionando los resultados. Pencavel argumenta que los valores de variables de política monetaria y fiscal probablemente estén correlacionados con la estructura de la negociación colectiva. Por ejemplo, en algunos países los gobiernos adoptan políticas monetarias y fiscales acomodativas para neutralizar los efectos aumentadores del desempleo de las políticas de presión salarial de los sindicatos, de modo que, allí donde los sindicatos tienen poder para elevar los salarios, a los gobiernos se les presenta el dilema de cuán acomodativas deberían ser sus políticas monetarias y fiscales.

La última nota de cautela respecto de estos estudios tiene que ver con los grados de libertad. Usualmente, veinte o menos países constituyen el espacio muestral y, ya que las medidas de negociación colectiva cambian lentamente en la mayoría de los casos, es poca la información que se puede obtener agregando diferentes períodos. Luego de mantener constantes los efectos de otras variables, son pocos los grados de libertad restantes para sacar conclusiones acerca de los sistemas de negociación colectiva.

Así, la sensación entre los estudiosos de los sindicatos es que el debate sobre los efectos de la centralización o la coordinación en el desempeño macroeconómico no está todavía zanjado. Debido a la imposibilidad o dificultad de controlar por los factores relevantes, la investigación ha producido resultados inconstantes que aún impiden arribar a un consenso en estas áreas. Por lo tanto, aún no corresponde hacer recomendaciones de política que favorezcan alguna estructura en particular.

A pesar de las anteriores reservas respecto de la calidad de la investigación que ha buscado relacionar variables de desempeño económico, como desempleo, con la estructura de negociación colectiva, vale la pena resumir, al menos de manera general, algunas conclusiones iniciales a partir de esta investigación empírica. Aidt y Tzannatos (2002) reúnen toda la literatura existente hasta la publicación de su libro en 2002 y generan una serie de conclusiones a partir de ella. Hay que tener en cuenta sin embargo que su trabajo se hace cargo sólo parcialmente de establecer la validez técnica de cada una de las investigaciones consideradas. Los autores indican que la evidencia sugeriría, aunque de manera frágil, que la coordinación en la negociación colectiva tuvo impactos beneficiosos en el desempeño macroeconómico en los años 70 y 80. Sin embargo, en los 90 esta evidencia

tiende a desaparecer para la mayor parte de los indicadores de desempeño macroeconómico. Sus conclusiones más específicas se pueden resumir en los siguientes puntos:

1. Los países con sistemas de negociación colectiva altamente coordinados tienden a presentar un menor nivel y persistencia del desempleo, menor desigualdad de ingreso y dispersión salarial y una menor incidencia y duración de las huelgas, comparados con países con estructuras negociadoras semicoordinadas (por ejemplo, negociación a nivel de industria) o descoordinada (por ejemplo, negociación a nivel de firma). En términos del crecimiento de la productividad y flexibilidad de los salarios reales, los países con negociación colectiva altamente coordinada tienen un desempeño levemente superior al de los países con negociación semicoordinada pero no se diferencian de los países con negociación colectiva descoordinada. Todo esto tiende a dar algún apoyo a la hipótesis de la relación en forma de “montículo” entre el grado de coordinación y el desempleo, pero sólo para los años 70 y 80. En los 90, las diferentes estructuras negociadoras no se asociaron con los diferentes resultados de la mayor parte de los indicadores económicos. Las dos excepciones son la desigualdad de ingresos y la dispersión salarial, que son comparativamente bajos en países con negociación colectiva altamente coordinada durante todo el período.
2. Aunque entre 1960 y 1990 los países coordinados y descoordinados tienden a estar asociados con desempleo menor y menos persistente y mayor crecimiento de la productividad que los semicoordinados, la evidencia para la hipótesis del “montículo” es muy débil sobre todo en los años 90.
3. Respecto del impacto en la inflación y empleo parece haber poca diferencia entre los distintos niveles de coordinación de la negociación colectiva.
4. Una alta densidad sindical y alta cobertura de los contratos colectivos no se asocian a un mal desempeño en términos del desempleo, siempre y cuando estén complementadas con un alto nivel de coordinación (especialmente entre los empleadores).
5. Cuando hay coordinación de la negociación colectiva informal (consultas informales entre firmas y/o sindicatos, o negociación por patrón) se tienden a mitigar las desventajas potenciales (referidas a mayor desempleo relativo) asociadas con estructuras negociadoras semicoordinadas. Estos arreglos informales para la coordinación pueden surgir en países con densidad y cobertura sindical relativamente bajas.

6. Para lograr un bajo nivel de desempleo, la coordinación entre los empleadores es más importante que la coordinación entre empleados. Esto sugiere que las confederaciones de empleadores son más efectivas que las confederaciones de sindicatos para controlar salarios a la deriva (*wage drift*).
7. Los países que tienen sindicatos rivales (multisindicalismo) y muchas confederaciones sindicales, tienden a tener un peor desempeño (en lo que se refiere a desempleo e inflación) que otros países.
8. Los efectos de la coordinación se ven comprometidos o acentuados según sea la orientación política del gobierno. Resultados económicos buenos (de crecimiento) pueden surgir ya sea cuando sindicatos fuertes y centralizados se complementan con gobiernos fuertes de izquierda o cuando sindicatos débiles y descentralizados se complementan con un gobierno de derecha. La no ocurrencia de esto, es decir cuando se tiene sindicatos débiles en gobiernos de izquierda o sindicatos fuertes en gobiernos de derecha, puede llevar a desempleos económicos pobres.

A pesar de las conclusiones presentadas en los puntos previos, Aidt y Tzannatos (2002) reconocen que la evidencia de la investigación de los efectos macroeconómicos de la estructura de negociación colectiva presenta en general resultados frágiles y débiles, por lo que no es posible hacer grandes generalizaciones sobre el desempeño de determinadas instituciones laborales. Ellos insisten en que no es posible establecer la relación entre la negociación colectiva y el desempeño económico sin tener en cuenta el ambiente económico y político en que la negociación colectiva se lleva a cabo. *Es por lo tanto fundamental no suponer que si una determinada institucionalidad de la negociación colectiva funciona bien en un determinado ambiente, ésta funcionará de la misma manera en otro.* Con esta salvedad en mente, la lista recientemente presentada, que resume los resultados de la literatura, puede servir como punto de partida para estudios más específicos de reforma laboral.

5. Teoría y evidencia sobre negociación colectiva

Numerosos estudios teóricos y empíricos han buscado explicar mediante modelos teóricos el proceso de negociación colectiva y las razones por las cuales en algunas ocasiones este proceso deriva en huelga. En general los modelos recurren a información incompleta y/o asimétrica por parte de las partes negociadoras. Los principales trabajos en esta línea son

Ashenfelter y Johnson, (1969), Kennan (1980), Reder y Neumann (1980) y Cramton y Tracy (2003), entre otros¹⁷.

El proceso de negociación prevaleciente en muchos países es como sigue: frente al eventual vencimiento de un contrato colectivo, las partes involucradas deben renegociar. Si la negociación lleva a acuerdo, se firma un nuevo contrato y las partes se rigen por él a partir del momento en que el anterior vence. Si no ocurre así y al vencimiento del contrato antiguo no se ha logrado un nuevo acuerdo, entonces el sindicato tiene dos opciones: continuar con la negociación de manera pacífica, esperando llegar a un acuerdo (posiblemente con efectos retroactivos), o declarar una huelga. En el primer caso (o *extensión pacífica* de la negociación) el contrato antiguo se extiende por el período de negociación extraordinario.

Cramton y Tracy (2003) argumentan que los sindicatos a menudo encuentran ventajosa la posibilidad de presionar a la firma mientras continúan trabajando. Es importante subrayar que durante el período de *extensión pacífica* de la negociación hay una serie de ineficiencias que incentivan al empleador a intentar llegar a acuerdo rápidamente. De hecho, durante ese período los trabajadores ven de su interés trabajar con un nivel de productividad mínimo (pero siempre dentro de las estipulaciones del contrato antiguo). Si las firmas esperan trabajadores que cooperen en producir de manera eficiente, no lo lograrán hasta que la negociación haya llegado a su fin. Además, los clientes y proveedores pueden estar reacios a negociar nuevos contratos mientras la negociación colectiva al interior de la empresa no haya llegado a buen término. Por último, es posible que un nuevo contrato contenga reglas que mejoren la eficiencia respecto de las contenidas en el contrato antiguo.

Teniendo en consideración el esquema anterior, a continuación nos detendremos a estudiar el efecto de diferentes políticas en los resultados de la negociación. En particular, nos interesa lo que dice la teoría y la evidencia empírica sobre el efecto de una política de reemplazo de trabajadores en huelga, y sobre un período de *enfriamiento obligatorio* (en el que hay prohibición de irse a huelga) posterior al vencimiento del contrato.

a) Política de reemplazo

Una de las políticas más controvertidas en las últimas décadas se refiere a la opción de reemplazar temporalmente a los trabajadores en caso de huelga. Se supone que una firma que tiene el reemplazo como opción

¹⁷ Dussailant (2008) entrega un resumen y discusión de esta literatura.

puede esperar acuerdos salariales inferiores que en el caso en que el reemplazo está prohibido. Esto sucede por dos razones (Cramton y Tracy 2003). Primero, la posibilidad de reemplazo hace menos atractivo para el sindicato el irse a huelga. En presencia de política de reemplazo el sindicato optará más frecuentemente por una *extensión pacífica* del período de negociación, lo que conducirá a acuerdos salariales inferiores. Aun en caso de optar por la huelga, al sindicato le conviene bajar sus pretensiones salariales para así disminuir el incentivo de la firma a aplicar efectivamente el reemplazo de sus trabajadores en paro. Si la firma incurre en costos de reemplazo (por ejemplo, costos de contratación y capacitación de los reemplazantes), entonces los costos para la empresa de una disputa de larga duración son inferiores a los costos de una disputa de corta duración (en la que no opta por reemplazar a los huelguistas). Esto lo reconoce el sindicato que, por tanto, ve de su interés que la huelga tenga corta duración. Todo lo anterior nos lleva a concluir que políticas de prohibición del reemplazo temporal conducirían a una mayor incidencia de huelgas, que tendrían una duración mayor y que terminarían en acuerdos salariales superiores.

La evidencia empírica sobre los efectos de la prohibición de reemplazo en la duración, incidencia y monto del salario acordado es dispar. Cramton *et al.* (1999) encuentran que en Canadá la implementación de prohibiciones de reemplazo produjo un aumento del 12% en la incidencia de huelgas, un aumento de 24 días en la duración de éstas y acuerdos salariales superiores en 4,4%. Gunderson, Kervin y Reid (1989) informan de efectos positivos pero no significativos en incidencia. Gunderson y Melino (1990) estiman un aumento de 7 días en la duración de las huelgas. Budd (1996) no encuentra resultados significativos ni en la incidencia ni en la duración ni en el acuerdo salarial. Finalmente, para Estados Unidos, Cramton y Tracy (1998) reportan que a mayor probabilidad de reemplazo, menor es la incidencia de huelgas.

Cramton *et al.* (1999) calculan que en Canadá una prohibición de reemplazo aumentaría significativamente el costo esperado de las negociaciones colectivas para los sindicatos. Sin embargo, se calcula que esta prohibición también aumentaría la ganancia salarial esperada por contrato en un nivel aún mayor. Así, el importante aumento salarial más que neutralizaría el aumento de los costos de negociación que debe asumir el sindicato, implicando una ganancia neta para éste. Las empresas quedarían significativamente peor con una prohibición al reemplazo, con una pérdida estimada que supera a la ganancia neta estimada para los sindicatos. Estos resultados se resumen en el Cuadro N° 5 que se presenta más adelante.

b) Período de enfriamiento obligatorio

En algunas provincias canadienses, en diversas épocas se ha impuesto un período de “enfriamiento” obligatorio posterior a la expiración del contrato. En este período el sindicato sólo puede mantenerse en *extensión pacífica*, ya que la posibilidad de huelga no es legal. En la práctica estos *períodos de enfriamiento* duran menos de tres semanas, por lo que la predicción teórica es que no tendrían un impacto demasiado importante en frenar la posibilidad de huelga o afectar el nivel de los acuerdos salariales (Cramton y Tracy, 2003).

En su investigación empírica sobre el efecto de los *períodos de enfriamiento* obligatorios en distintas zonas de Canadá, Cramton *et al.* (1999) no encuentran una relación significativa entre éstos y la duración o incidencia de las huelgas. Sin embargo, encuentran que 10 días de *período de enfriamiento obligatorio* se asocian con acuerdos salariales menores en un 4,2%. Gunderson, Kervin y Reid (1989) también documentan la falta de efectos de estos períodos en la incidencia de huelgas.

El Cuadro N° 5 presenta los resultados de Cramton *et al.* (1999) sobre la política de períodos de enfriamiento en Canadá. Al parecer, la inclusión de estos períodos inclina la distribución de las rentas hacia las firmas. Cada semana de enfriamiento obligatorio se estima cuesta a los sindicatos 2,6 millones de dólares canadienses por contrato de negociación. Por otro lado la firma gana una suma similar.

CUADRO N° 5: ESTIMACIONES DEL IMPACTO DE POLÍTICAS LABORALES

	Millones a junio de 1993 C\$/Contrato					
	Porcentaje de cambio salarial	Cambio en duración incondicional (días)	Costo de la huelga	Ganancia salarial	Ganancia neta sindicatos	Ganancia neta firma
Período de enfriamiento (semanas)	-2,9	-0,3	-0,04 (0,04)	-2,62** (0,97)	-2,60** (0,97)	2,64** (0,97)
Prohibición de reemplazo	4,4	15,1	1,93** (1,01)	3,88** (1,66)	2,91* (1,74)	-4,84** (1,74)

Errores estándares entre paréntesis.

** Significativo al 5%.

* Significativo al 10%.

Para mayor información véase Cramton *et al.* 1999.

6. Huelgas

Una huelga es la suspensión de la producción mientras los trabajadores y su empleador discuten sobre cómo dividir el excedente que surge de su relación (Kennan, 2008).

Kennan (2008) argumenta que el valor del trabajo que realiza un empleado es generalmente mayor que el salario que éste recibe: un nivel de productividad inferior al salario sería inviable para la empresa. Esto genera un excedente que debe ser repartido entre el empleador y el trabajador. El proceso de negociación sirve para determinar cómo se hará esta repartición. Cuando la negociación no rinde los frutos esperados, los trabajadores pueden optar por suspender sus actividades, es decir, declarar la huelga. En un ambiente ideal de competencia, el excedente es prácticamente inexistente, ya que cada empleador compite con muchos otros empleadores por el trabajador, aumentándole el salario hasta que éste se iguale al valor de su trabajo, y cada trabajador compite con muchos otros trabajadores bajando el salario demandado hasta que éste se iguale con el valor, para el trabajador, de usos alternativos de su tiempo. En este contexto, un trabajador que pide salario superior es reemplazado por uno equivalente que está dispuesto a aceptar el salario competitivo, y un empleador que quiere pagar salarios inferiores a la productividad es reemplazado por otro que sí está dispuesto a pagar el salario competitivo. Con ello, las huelgas sólo ocurren en mercados laborales imperfectos donde existe un excedente por el que vale la pena pelear. Incluso en ese contexto no es fácil explicar por qué ocurren las huelgas. Pudiendo haber un acuerdo pacífico que ahorrase a ambas partes los costos de una huelga, no se entiende por qué se llega al punto de declararla. A esto a veces se llama la “paradoja de Hicks”, ya que la dificultad teórica de producir una teoría completa de las huelgas fue articulada primero por Hicks (1932).

Existe una teoría moderna de las huelgas que intenta dar explicación al fenómeno mediante modelos en los que la información imperfecta y/o asimétrica juegan un rol preponderante (véase por ejemplo, Ashenfelter y Johnson, 1969, y Cramton y Tracy, 2003, y una discusión de la literatura en Dussailant, 2008).

Empíricamente, las huelgas son poco comunes, hoy en día representan menos de un día de trabajo por trabajador por año en la mayor parte de las economías. Hay evidencia de que éstas tienden a ocurrir más a menudo en el *peak* del ciclo económico, aunque su duración tiende a caer cuando la economía está fuerte. La actividad huelguística está evidentemente influenciada por las normas legales existentes y en particular por las que regulan el reemplazo de los trabajadores en huelga.

Es importante tener en cuenta que la frecuencia y naturaleza de las huelgas dependen de cómo se organiza la negociación colectiva y que estas diferencias tienen un impacto en el desempeño económico. La evidencia sobre el impacto de la coordinación en la negociación es clara: a mayor coordinación, menor cantidad de huelgas (Aidt y Tzannatos, 2002). Esto sugiere que un sistema de negociación coordinado puede producir paz social ya sea porque la coordinación ayuda a institucionalizar una norma distributiva o porque mejora los flujos de información y por lo tanto reduce el riesgo de que una huelga ocurra debido a errores por parte de los trabajadores en su apreciación de la rentabilidad de la firma.

La relación entre frecuencia de huelgas y desempeño económico está también bastante clara (véase, por ejemplo, Aidt y Tzannatos 2002). Cameron (1984) estudió la relación entre el número de días de trabajo perdidos debido a huelgas en el período 1965-81 en 18 países industriales y varias medidas de desempeño económico. Encuentra que los países con un alto nivel de actividad huelguística se asocian con alta inflación, altos niveles de desempleo y un crecimiento salarial rápido.

a) Ciclos y huelgas

La literatura que analiza la relación entre la incidencia y duración de las huelgas y el ciclo económico es abundante (Kennan, 2008). Las investigaciones iniciales en el área concluyen que las huelgas son más frecuentes cuando las condiciones económicas son buenas. Aunque esta conclusión es respaldada por mucha evidencia, su interés es limitado, ya que agrupa todo tipo de huelgas, incluyendo disputas menores que ocurren durante la vigencia de un contrato de trabajo. Investigación más reciente ha intentado determinar si las condiciones económicas afectan la incidencia de las huelgas asociadas a la negociación de nuevos contratos. Esta investigación en general se ha realizado respecto de sindicatos en Estados Unidos y Canadá, ya que ellos generalmente negocian contratos por períodos definidos por lo que se conoce el número de contratos que potencialmente podrían conducir a huelgas, y esto facilita la medición de la incidencia de éstas.

Los resultados empíricos de esta literatura están muy bien resumidos en Card (1990), y los resultados más recientes se nombran y discuten en Cramton y Tracy (2003). Sorprendentemente, la evidencia apunta a que la incidencia y duración de las huelgas se mueven en direcciones opuestas durante el ciclo. La incidencia de las huelgas es procíclica, aunque la relación entre huelgas y las condiciones económicas generales no es lo suficientemente fuerte como para dominar otras fuentes de variación, por lo que

se necesita una serie de tiempo larga para establecer este resultado. En ese sentido, Cramton y Tracy (2003) consideran que aun cuando la evidencia tiende a favorecer la hipótesis procíclica, no es posible aún aventurarse a considerar esta conclusión como definitiva. ¿Cómo se explica teóricamente una incidencia de huelgas procíclica? Cramton y Tracy (2003) argumentan que las mejores perspectivas de empleo mejoran la posición negociadora de los sindicatos y por lo tanto hay una mayor probabilidad de que, al finalizar el conflicto, el pago recibido por concepto de los días no trabajados durante la huelga sea superior al pago que obtienen los trabajadores durante una *extensión pacífica* de la negociación (que normalmente corresponde al salario pactado en el contrato previo). Entonces, durante períodos de bonanza las huelgas son relativamente más atractivas que las *extensiones pacíficas*. El argumento de Cramton y Tracy también predeciría un aumento en la incidencia de las huelgas en casos de inflación no compensada durante el contrato previo. La presencia de inflación no compensada deteriora el salario real bajo el cual se produciría una *extensión pacífica* de la negociación, por lo que nuevamente tenemos un caso en el que, en términos relativos, la huelga se hace más atractiva.

Aunque hay menos investigación relacionada con los movimientos cíclicos en la duración de las huelgas, hay evidencia sólida de que éstas se mueven de manera contracíclica (Kennan 2008). Cramton y Tracy (2003) también se hacen cargo de este hecho estilizado.

7. Negociación colectiva y huelgas: Chile en el contexto latinoamericano

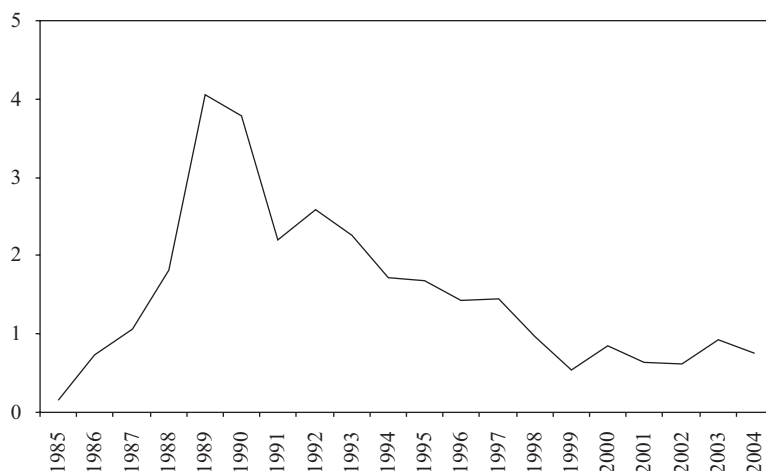
Esta sección pretende entregar algunos datos del alcance de la negociación colectiva en nuestro país, junto con información sobre incidencia y duración de las huelgas. Primero nos detendremos en las negociaciones sin discriminar en si derivaron o no en alguna disputa. Luego nos centraremos en la evaluación de las estadísticas de huelgas propiamente tales.

a) Instrumentos colectivos¹⁸: Resultados de la negociación

El Gráfico N° 13 presenta el promedio de aumento salarial inicial que se logró cada año con los nuevos instrumentos colectivos suscritos.

¹⁸ Se entregan aquí las estadísticas relacionadas con los resultados de negociaciones colectivas en el sentido más amplio. Así, dentro de los “instrumentos” colectivos incluimos contratos (formales), convenios (informales) o fallos arbitrales. Las partes de la negociación son las empresas y un grupo negociador que puede corresponder a un sindicato o simplemente a una coalición de trabajadores.

GRÁFICO N° 13: INSTRUMENTOS COLECTIVOS: % DE AUMENTO SALARIAL REAL AL INICIO

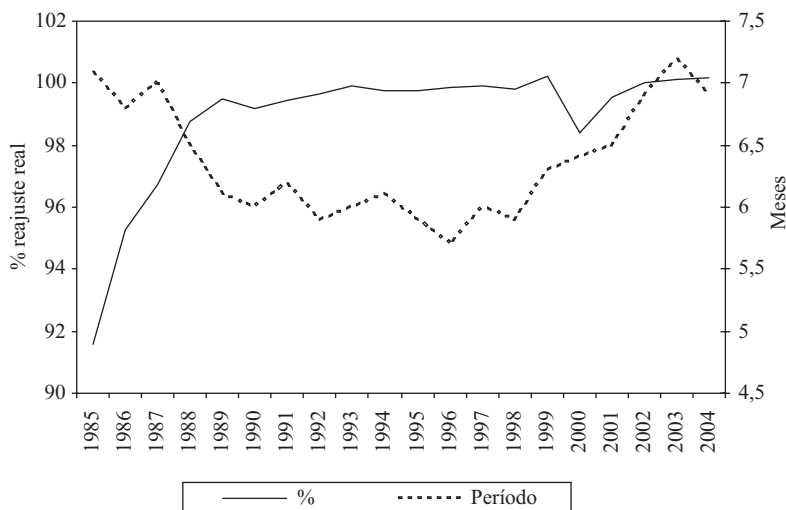


Fuente: Construcción propia a partir de datos de Salinero (2006).

Vemos que el *peak* del aumento salarial en términos reales se obtiene en 1989 y 1990, y a continuación comienza el declive. A partir de 1999 los aumentos salariales acordados han mantenido un nivel más o menos constante y, en términos relativos, bajos (entre el 0,5 y el 1% real). El por qué del *peak* el año 1989 no está demasiado claro. Salinero (2006) argumenta que es posible que la negociación en esos años haya estado más centrada en el reajuste real inicial por la urgencia de mejorar el nivel salarial. Sin embargo, y como veremos en el Gráfico N° 14, en 1989 y 1990 los contratos también se pactaron con reajustabilidades futuras superiores al 99%. Una hipótesis puede tener que ver con que con la vuelta de la democracia la actividad sindical comenzó a reactivarse poco a poco y las empresas, faltas de información sobre el comportamiento de estas organizaciones, partieron con una percepción distorsionada de la real amenaza sindical.

Los acuerdos colectivos, además de especificar un aumento salarial inicial, especifican los reajustes a realizarse posteriormente, y determinan cada cuánto tiempo debe hacerse este reajuste. Como vemos en el Gráfico N° 14, la norma promedio sobre reajustes ha sido bastante estable en el tiempo y consiste en ajustar periódicamente los salarios de manera que mantengan su valor real. En el gráfico un reajuste de 100% implica aumentar los salarios nominales en el valor del IPC para el período. En general, los reajustes pactados promedio para cada año se encontraban a menos de medio punto porcentual de ese *benchmark*, con la excepción del año 2000 y

GRÁFICO N° 14: INSTRUMENTOS COLECTIVOS: % DE REAJUSTABILIDAD FUTURA Y PERÍODO DE REAJUSTABILIDAD FUTURA



Fuente: Construcción propia a partir de datos de Salinero (2006).

los primeros años de la serie (hasta 1988), en que los reajustes pactados eran levemente inferiores (especialmente 1985, en que éste alcanzó a 91,6%).

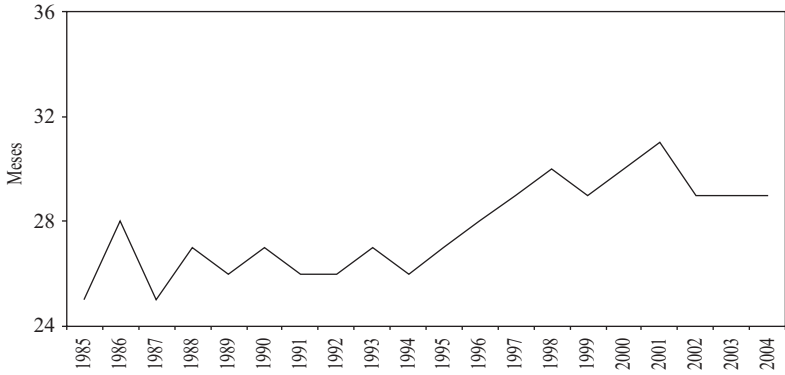
El período entre cada reajuste sucesivo se ha mantenido en general alrededor de los seis meses. Sin embargo, se ve un leve alargamiento de este período al principio y hacia el final de la serie. Así, en 2003 y 2004 el período promedio fue de alrededor de 7 meses. En 1996 fue cuando los instrumentos colectivos acordaron reajustes más seguidos: cada 5,7 meses.

Finalmente, es interesante analizar la duración de los acuerdos propiamente tales. Esta duración está normada por ley¹⁹, por lo que la variabilidad que podemos encontrar está relativamente acotada²⁰. Como vemos en el Gráfico N° 15, la vigencia pactada promedio es siempre superior a los dos años e inferior a los tres, y en el último tiempo los acuerdos han tendido a tener una vigencia levemente superior.

¹⁹ En contratos colectivos y fallos arbitrales, la ley especifica una duración mínima de dos años y una máxima no superior a cuatro años de la vigencia del instrumento (Art. 347, Inc. 1°, del Código del Trabajo).

²⁰ Los convenios colectivos pueden tener cualquier duración (Art. 314, Inc. 1°; Art. 314, Inc. final; Art. 314 bis y Art. 351, del Código del Trabajo), por lo que en estricto rigor la duración promedio de los instrumentos podría ser cualquiera. Sin embargo, los convenios son menos frecuentes que los contratos y afectan a un menor número de trabajadores. Véase información detallada al respecto en Salinero (2006).

GRÁFICO N° 15: INSTRUMENTOS COLECTIVOS. VIGENCIA PACTADA PROMEDIO

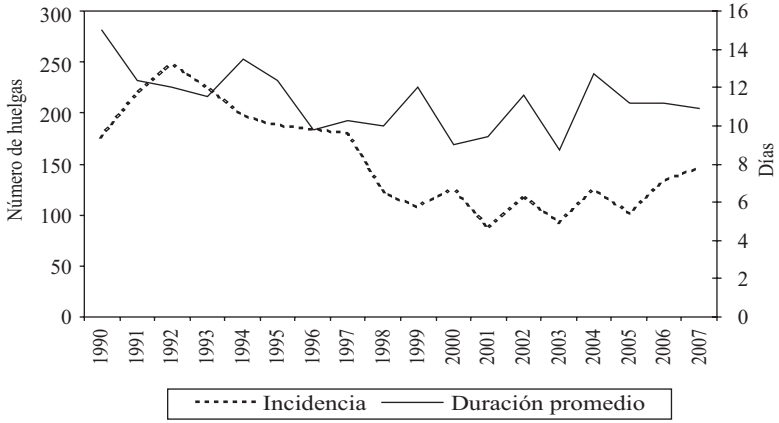


Fuente: Construcción propia a partir de datos de Salinero (2006).

b) Huelgas en Chile y Latinoamérica

El Gráfico N° 16 presenta datos de la incidencia y duración de huelgas en Chile. Podemos ver que ambos indicadores han tendido a disminuir respecto de su valor a comienzos de la década de los noventa. Sin embargo, en la década del 2000 vemos que los valores son relativamente constantes y bordean el centenar de huelgas por año, con un incremento al final del período. De hecho, el 2007 fue el año con más huelgas entre 1998 y 2007. La duración promedio de las huelgas no supera las dos semanas y su evolución es levemente hacia la baja.

GRÁFICO N° 16: INCIDENCIA Y DURACIÓN DE HUELGAS LEGALES EN CHILE



Fuente: Dirección del Trabajo.

¿Cómo se compara nuestra realidad con la realidad latinoamericana? El Cuadro N° 6 presenta el número de huelgas por cada cien mil empleados en distintos países de la región. La selección de países se hizo en base a la disponibilidad de datos sobre huelgas en ellos, datos que se obtuvieron de la Organización Internacional del Trabajo (ILO, por sus siglas en inglés).

Es importante tener en cuenta que la información del Cuadro N° 6 es parcial y no permite hacer una perfecta comparación entre países en lo que se refiere a actividad huelguística. El indicador de frecuencia de huelgas no nos da indicio alguno sobre la “masividad” de éstas, es decir, de la fracción de los trabajadores implicados en ellas. En efecto, vemos en el Cuadro N° 7 que Chile, aun siendo el país con el mayor número de huelgas por cada cien mil trabajadores, presenta huelgas menos masivas que otras economías. De hecho, en 1995 la fracción de trabajadores involucrados en huelgas en Chile fue menor que en Brasil o El Salvador. A pesar de esto, el Cuadro N° 6 nos muestra que la evolución en los países latinoamericanos es hacia economías donde las huelgas son cada vez menos comunes.

CUADRO N° 6: NÚMERO DE HUELGAS
(POR CADA 100.000 EMPLEADOS)

	1995 (%)	1999 (%)	2003 (%)
Chile	3,72	2,00	1,62
Perú	1,68	0,98	0,84
Panamá	0,23	0,94	0,28
México	1,77	0,69	0,63
El Salvador	2,13	1,58	0,67
Brasil	1,52	0,71	0,42

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Laborsta, ILO.

El Cuadro N° 7 ilustra que lo normal en los países estudiados es que menos del uno por ciento de los trabajadores haya participado en una huelga ese año. Las excepciones son El Salvador y Brasil, aunque en el caso de El Salvador la tendencia es notablemente a la baja (para ver más claramente las tendencias, la serie completa de 1990 a 2006 se presenta en Dussaillant, 2008). La alta participación en huelgas en Panamá en 1999 corresponde sólo

CUADRO N° 7: % DE TRABAJADORES QUE PARTICIPARON EN HUELGAS*

	1995	1999	2003
Chile	0,49	0,20	0,18
Perú	0,46	0,72	0,46
Panamá	0,10	3,62	0,06
México	0,09	0,16	0,05
El Salvador	2,92	3,03	0,39
Brasil	3,27	1,84	1,58

* Los datos de México sólo incluyen trabajadores sindicalizados, los de Perú sólo el sector privado y en Chile y Panamá se excluyen a los trabajadores indirectamente involucrados en la huelga. Los datos de empleo utilizados para normalizar son generales.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Laborsta, ILO.

a una situación aislada de ese año (véase serie completa en Dussailant, 2008, que además presenta un análisis detallado de la frecuencia de las huelgas en términos de días-hombre tanto para Chile como para Latinoamérica)

c) Chile: Evolución de la actividad huelguística según sector productivo

A continuación nos detendremos brevemente en la evolución, en nuestro país, de la incidencia de huelgas en los distintos sectores productivos. Nos damos cuenta de que los sectores productivos que más han sufrido cambio en este sentido son el de servicios y el industrial²¹. Ambos sectores presentan una disminución de la incidencia de huelgas a través del tiempo, lo que se ve de manera más marcada en la industria. Por ejemplo, el año 1991 hubo 137 huelgas en la industria. En contraste, en la década del 2000 el mayor número de huelgas del sector (52) se produjo en 2004. El sector servicios presenta una tendencia similar aunque menos pronunciada: en 1990 hubo 73 huelgas en el sector, mientras que en la década del 2000 el año con más huelgas (el 2000) hubo sólo 42; el resto de los sectores presenta incidencias bajas (menos de 20 huelgas anuales) y relativamente estables en el período estudiado.

Como vimos anteriormente, sin embargo, la incidencia de huelgas no nos cuenta toda la historia. A pesar de ser pocas en cantidad, las huelgas

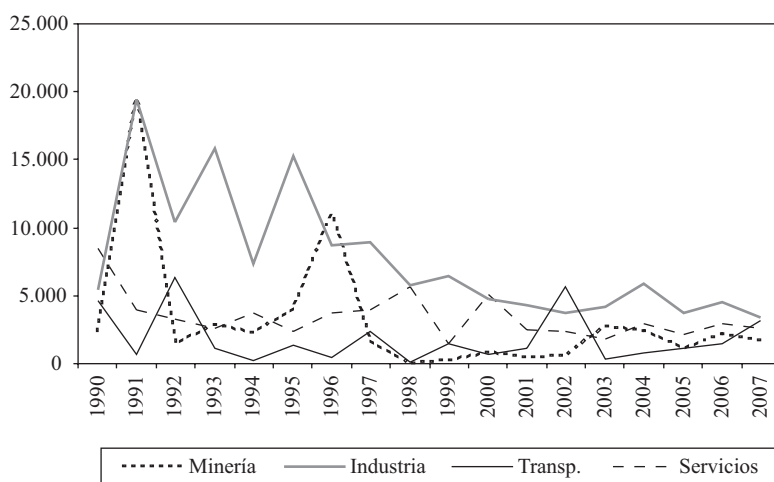
²¹ Para conocer datos en detalle por sector, véase Apéndice.

del sector minero son tremendamente masivas, por ejemplo. De hecho, en 1991 hubo 137 huelgas en el sector industrial y sólo 14 huelgas en el sector minero, pero el número de trabajadores involucrados en ambas áreas fue similar (algo más de 19 mil, en ambos casos). Los sectores con mayor número de trabajadores participando en huelgas son el industrial, el de servicios, el minero y el de transportes. A continuación se reporta la evolución del indicador para estos sectores.

Como se advierte en el Gráfico N° 17, el sector minero tiene *peaks* muy pronunciados en su actividad huelguística. Aunque no se han vuelto a dar huelgas tan masivas como las de 1991, el sector ha tendido a incrementar su actividad en los últimos años. Lo opuesto ocurre con la industria, que presenta un declive tanto en incidencia como en el tamaño de sus huelgas en términos del número de trabajadores participantes. El sector servicios se ha mantenido constante en el indicador y el sector transportes presenta bastante volatilidad, aunque ninguna tendencia definida.

Aunque no se incluye en el Gráfico N° 17, por presentar una incidencia y tamaño de huelgas muy pequeños en términos relativos, es interesante mencionar el caso del sector comercio. Este sector presenta, en los últimos tres años estudiados, un sorpresivo incremento de su actividad huelguística, sobre todo en lo que se refiere a número de trabajadores involucrados.

GRÁFICO N° 17: NÚMERO DE TRABAJADORES INVOLUCRADOS EN HUELGAS



Fuente: Laborsta, ILO.

En 2007 el número de trabajadores involucrados en huelgas marcó el récord de 2.303, y una tendencia alcista se venía viendo desde 2005 (con 1.950 trabajadores involucrados, y 1.823 en 2006). En general, en el período anterior nunca se había superado los 1.250 trabajadores involucrados, con la sola excepción de 1992.

En Dussaillant (2008) se presentan tablas que describen la evolución de la actividad huelguística por sector tanto en lo que se refiere a número de huelgas como a número de trabajadores involucrados.

8. Negociación colectiva y salarios

*Todos 'saben' que los sindicatos aumentan los salarios.
Las interrogantes son: cuánto, en qué condiciones y con
qué efectos en el desempeño general de la economía.
(Freeman y Medoff, 1984, p. 43, mi traducción.)*

A continuación nos centraremos en el efecto que tienen los sindicatos, a través de la negociación colectiva, en los salarios. Como bien dice la cita de Freeman y Medoff, es un hecho empíricamente comprobado que los salarios aumentan en presencia de sindicatos. Pero tal aumento salarial debe ser financiado de alguna manera. En una empresa con algún poder de mercado puede argumentarse que tal aumento salarial surge de las rentas de la firma: la negociación permite que el trabajador se quede con una mayor proporción de la “torta”. Sin embargo, Pencavel (2007) argumenta que ésta no es la principal fuente de financiamiento de estos incrementos salariales. Según el autor, las utilidades de las empresas en general son pequeñas en comparación con el costo que significa un mayor salario negociado. Además, las empresas intentarán recobrar cualquier pérdida de utilidades derivada de la actividad sindical, traspasando a los consumidores los incrementos de los costos en la forma de precios más altos. Lamentablemente, estos efectos en los precios al consumidor no han sido objeto de investigaciones académicas. Esto se debe a que muchos de los bienes producidos por empresas sindicalizadas son bienes intermedios, con lo que el efecto final en los hogares es de difícil evaluación. Una consecuencia del mayor precio de los productos es la caída en el empleo inducida por la presión salarial de un sindicato.

Otra manera de enfrentar la presión salarial de los sindicatos aplicada por las empresas es la de cambiar el tipo de trabajadores que contratan. Si la empresa se encuentra obligada a pagar salarios más altos, alterará su política de contratación para emplear personas cuya productividad esté más cer-

ca de esos salarios. Si la administración eleva la calidad de la fuerza de trabajo, el sindicato estará afectando no solamente los salarios de los trabajadores, sino que también el tipo de trabajadores contratados. Es más, si una empresa puede elevar completamente el nivel de su fuerza de trabajo para equiparar el mayor salario impuesto por el sindicato, los salarios serán más altos que en una empresa comparable no sindicalizada, pero las calificaciones laborales de la empresa sindicalizada serán también más altas, de modo que, *si se mantiene la calidad del trabajador constante*, no existiría una brecha salarial entre sindicalizados y no sindicalizados. La evidencia tiende a respaldar esta hipótesis, ya que de hecho las brechas “brutas” de salario inducidas por los sindicatos tienden a ser superiores a las brechas cuando se controla por tipo de empleado.

Si miramos la economía como un todo y suponemos que el aumento salarial inducido por el sindicato no produce cambios en la productividad de la economía, nos encontramos en una situación en que los recursos son constantes pero los salarios de los miembros de sindicato suben. Si no bajan las utilidades de las empresas de manera proporcional, lo que sucederá es que el empleo en la empresa sindicalizada tenderá a caer y los trabajadores desplazados en este proceso deberán migrar a empresas sin sindicato. Este aumento de oferta laboral en esas empresas producirá una baja en el salario de equilibrio de los trabajadores no sindicalizados. En suma, podemos conjeturar que parte del incremento salarial de los trabajadores que pertenecen a un sindicato es financiada por una caída en los salarios de los trabajadores que no tienen la posibilidad de sindicalizarse.

Otro argumento en la literatura sobre sindicatos es que una manera de financiar el mayor salario negociado por éstos es mediante recursos que de otra manera se hubiesen destinado a inversión, especialmente a investigación y desarrollo. Sin embargo, empíricamente los efectos en la inversión pueden ser ambiguos debido a que el encarecimiento de los servicios laborales también induce a una mayor inversión en bienes de capital como manera de sustituir al insumo laboral ahora más caro. Sin embargo, este segundo efecto parece menos intenso que el primero en Estados Unidos: en ese país la evidencia es muy robusta y concluye que la presencia de sindicatos se correlaciona con un menor nivel de inversión. Por otro lado, en los países europeos la evidencia es mezclada. Metcalf (2003) presenta un resumen de la literatura en este aspecto. Menezes-Filho y Van Reenen (2003) también resumen la literatura pero centrándose específicamente en el ámbito de la innovación.

A continuación presentaremos alguna evidencia empírica sobre la magnitud de las brechas salariales entre los trabajadores sindicalizados y

los no sindicalizados. Debemos tener en cuenta que esta brecha es una medida bruta que de ninguna manera representa el real “efecto” del sindicato en los salarios. El defecto de utilizar la brecha salarial para medir la ganancia salarial del sindicalismo radica en que los salarios de los trabajadores no sindicalizados están probablemente influenciados por la presencia del sindicato (Pencavel, 2007). Hay varias razones para esto. Primero, en algunos países es común la práctica de que los salarios negociados por sindicatos sean extendidos a todos los trabajadores de la misma industria o sector. Aun en ausencia de reglas de extensión salarial está lo que Pencavel (2007) denomina el “efecto amenaza” de los sindicatos. Si los empleadores que no tienen sindicatos estiman que existe una seria amenaza de que sus trabajadores se sindicalicen y si estos empleadores prefieren no tener que tratar con sindicatos, tal vez les pagarán a sus trabajadores salarios más elevados para reducir el incentivo a que ellos se sindicalicen. Por último, y en ausencia del “efecto amenaza”, tenemos que los trabajadores desplazados del sector sindicalizado (las empresas con sindicato tienden a reducir su empleo para enfrentar los aumentos de costos inducidos por éste) aumentarán la oferta de trabajo en el sector no sindicalizado, con lo que los salarios de este sector tenderán a bajar.

Sin embargo, es interesante en sí mismo tener alguna idea de cuál es la dimensión de la brecha en distintos países. Estos datos nos sirven para comparar entre países y también para tener alguna intuición sobre cuáles son las fuerzas que están prevaleciendo en mayor grado en una economía (por ejemplo, una brecha muy baja puede estar reflejando que la economía en cuestión tiene leyes o costumbres de extensión salarial, o puede ser indicio de un importante efecto amenaza). Para esto, definiremos la brecha salarial (la “brecha”) como la diferencia entre los salarios de trabajadores sindicalizados y no sindicalizados (con características individuales similares y puestos de trabajo parecidos²²), dividido por el salario promedio de un trabajador no sindicalizado. Para estimar la brecha es posible basarse en salarios de trabajadores individuales o en promedios por sector u ocupación. En general son preferidas las estimaciones basadas en datos individuales ya que así se evitan los sesgos de trabajar con datos agregados. Las diferentes metodologías de estimación, junto con las dificultades asociadas

²² Aunque aquí debemos tener todavía cuidado. Aun controlando por puesto de trabajo y características individuales, tenemos gran heterogeneidad residual en lo que se refiere a productividad. Es probable que las empresas sindicalizadas, como manera de protegerse, descremen a sus trabajadores quedándose con los más productivos. Con esto, las diferencias salariales entre sindicalizados y no sindicalizados podrían estar reflejando diferencias de productividad y no necesariamente un efecto incrementador de salarios de los sindicatos.

y una discusión de los sesgos econométricos relacionados, se encuentran en Aidt y Tzannatos (2002).

La brecha estimada para algunos países se presenta en el Cuadro N° 8. Éste recoge el rango de estimaciones (derivadas mediante diferentes metodologías y en diferentes investigaciones) de brecha en cada país, estimaciones obtenidas en estudios específicos a cada economía en cuestión.

Como se indica en el Cuadro N° 8, la brecha es positiva en todos los países (lo que significa que el salario para los miembros de sindicatos es mayor que para los no miembros). Sin embargo, esta brecha cambia considerablemente de tamaño entre las diferentes economías. Algunos países presentan consistentemente, en todas las estimaciones, brechas sobre el 10%. Otros, por su parte, tienen brechas que no superan el 5 o 6%.

¿A qué se debe que una brecha salarial sea más alta o más baja? Los determinantes de la brecha son varios y se discutirán a continuación.

CUADRO N° 8: BRECHAS SALARIALES EN DISTINTOS PAÍSES

País	Período	Brecha salarial (%)
<i>Países de ingresos altos</i>		
Australia	1984-87	7-17
Canadá	1969-94	10-25
Japón		5
Reino Unido	1969-95	10
Estados Unidos	1963-95	15
Alemania Occidental	1985-87	0-6
<i>Países de ingresos medios</i>		
República de Corea	1988	2-4
Malasia	1988	15-20
México	1989	10
Sudáfrica	1993-95	10-24
<i>Países de ingresos bajos</i>		
Ghana	1992-94	21-28

Nota: Las cifras del cuadro indican el rango de la brecha promedio estimada en distintos estudios de cada país. Cuando sólo una cifra es reportada, existió un solo estudio, excepto en el caso del Reino Unido y Estados Unidos, donde las cifras reportadas son un “resumen de las conjeturas más probables” (*summary best guesses*).

Fuente: Detalles de los estudios utilizados para construir este cuadro en Aidt y Tzannatos (2002, table 4.1).

a) El alcance del sindicalismo

El *alcance* del sindicalismo es una medida que considera tanto la densidad sindical como el nivel de cobertura de los contratos. Al parecer existe una relación fuerte entre el alcance del sindicalismo en una industria o sector de la economía y la brecha salarial. Donde el alcance es bajo, los sindicatos tienen un pobre impacto en los salarios. Esto ocurre porque los intentos de aumentar los salarios de unos pocos establecimientos sindicalizados sobre los salarios pagados por sus competidores pone a las empresas con sindicatos en severa desventaja en los mercados de producto. Esto genera un aumento en la resistencia por parte de los empleadores a los sindicatos, y estos últimos se ven a su vez obligados a moderar sus demandas salariales. Por otro lado en los sectores en los que la mayor parte de las empresas están sindicalizadas, los sindicatos tienen mayor poder negociador y pueden por lo tanto alcanzar una mayor diferencia salarial respecto de los no sindicalizados (Aidt y Tzannatos, 2002).

b) El grado de centralización y coordinación de la negociación colectiva

La estructura de negociación afecta la manera en la cual los trabajadores y sus empleadores interactúan. En general, cuando la negociación colectiva es a nivel de industria la brecha es mayor que cuando las empresas negocian individualmente. Esto se ha verificado en varios países, como Malasia y Estados Unidos. Sin embargo, evidencia reciente sobre el Reino Unido no encuentra diferencias significativas. Véase Aidt y Tzannatos (2002) para una descripción más detallada de los estudios empíricos que investigan esta relación.

c) Multisindicalismo

Éste es un término que se utiliza para describir un escenario en el que varios sindicatos compiten para reclutar y organizar a los mismos trabajadores. En general, la presencia de multisindicalismo no genera una mayor brecha *per se*. Sin embargo, evidencia del Reino Unido, país en el que el multisindicalismo es bastante común²³, muestra que la brecha es grande cuando firmas con múltiples sindicatos negocian de manera separada con

²³ En los años 80 cerca del 30% de las plantas sindicalizadas del sector privado de ese país reportaron más de un sindicato para propósitos de negociación colectiva. Véase Aidt y Tzannatos (2002).

cada uno de éstos. Cuando los sindicatos negocian de manera conjunta, la brecha no se diferencia significativamente de la existente en firmas similares donde todos los trabajadores están representados por un solo sindicato.

d) *Closed shops* y *union shops*

Los *closed shops* son prácticas sindicales según las cuales los empleados sólo pueden acceder a un puesto de trabajo si son miembros de un sindicato en particular. Los *closed shops* requieren que la empresa contrate sólo a miembros del sindicato, por lo que la condición de membresía es previa a la entrada. En contraste, los *union shops* son prácticas según las cuales los individuos recién contratados deben afiliarse obligatoriamente al sindicato. Desde un punto de vista teórico, tanto las *closed shops* como las *union shops* aumentan el control del sindicato sobre la oferta laboral aumentando así su poder negociador. La evidencia empírica sin embargo apunta a que sólo los *closed shops*, pero no los *union shops*, están asociados con una mayor brecha salarial. Esta evidencia sin embargo se asocia sólo al Reino Unido, donde los *closed shops* fueron práctica común hasta fines de los 80 (Aidt y Tzannatos, 2002).

9. Conclusiones

Estas páginas presentaron una recopilación de las conclusiones, consensos y preguntas que se han ido generando en la literatura sobre sindicalismo y negociación colectiva. Esta información es crucial para facilitar un debate informado en el plano de las políticas públicas.

La situación de nuestro país en lo que se refiere a sindicalización y negociación colectiva parece no diferenciarse demasiado de lo que se observa en otros países en Latinoamérica y el mundo. El fenómeno de la declinación de la participación de los sindicatos en la economía es un fenómeno global cuyas explicaciones en parte van más allá de la institucionalidad vigente. Todo esto nos permite suponer que los resultados cualitativos de las investigaciones realizadas para otras economías pueden aplicarse a nuestro caso en particular.

Sin embargo, es siempre recomendable profundizar en el conocimiento de nuestro país y sus prácticas sindicales. Lamentablemente, los datos disponibles para la investigación son en general muy agregados e incompletos. Para poder hacer un estudio en profundidad es fundamental mejorar el acceso a los datos existentes e incluir preguntas sobre sindicalismo en las encuestas de empleo o en las encuestas a hogares.

BIBLIOGRAFÍA

- Aidt, Toke y Z. Tzannatos (2002): *Unions And Collective Bargaining. Economic Effects in A Global Environment*. World Bank Publications.
- Ashenfelter, Orley y George Johnson: "Bargaining Theory, Trade Unions, and Industrial Strike Activity". En *American Economic Review*, Vol. 59 N° 1 (March 1969), 35-49.
- Bassanini, Andrea y Romain Duval (2006): "Employment Patterns in OECD Countries: Reassessing the Role of Policies and Institutions". OECD Economics Department Working Papers, 486, OECD Economics Department.
- Baker, Dean, Andrew Glyn, David Howell y John Schmitt (2002): "Labor Market Institutions and Unemployment: A Critical Assessment of the Cross-Country Evidence". *CEPA Working Papers* 2002-17 Center for Economic Policy Analysis (CEPA), New School University. En <http://www.cepr.net/documents/publications/cepa200217.pdf>
- Belot, M. y J. C. Van Ours (2001): "Unemployment and Labor Market Institutions: An Empirical Analysis". En *Journal of the Japanese and International Economies*, 15 (4): 403-418.
- Bertola, Giuseppe, Francine D. Blau y Lawrence M. Kahn (2002a): "Comparative Analysis of Labor Market Outcomes: Lessons for the US from International Long-Run Evidence", pp. 159-218. En A. Krueger y R. Solow (eds.), *The Roaring Nineties: Can Full Employment Be Sustained?* Russell Sage and Century Foundations.
- (2002b): "Labor Market Institutions and Demographic Employment Patterns". Working Paper Series, N° 9043. National Bureau of Economic Research.
- Blanchard, O. y J. Wolfers (2000): "The Role of Shocks and Institutions in the Rise of European Unemployment: The Aggregate Evidence". En *The Economic Journal*, Vol. 110, N° 362.
- Blanchflower, D. G. (1996): "The Role and Influence of Trade Unions in the OECD". *Discussion Paper*, N° 310. London School of Economics, Centre for Economic Performance, London, United Kingdom.
- Blanchflower, D. G. y R. Freeman (1992): "Unionism in the United States and Other Advanced OECD Countries". En *Industrial Relations*, 31 (1): 56-79.
- Blanchflower, D. G., N. Millward y A. J. Oswald (1991): "Unionism and Employment Behaviour". En *Economic Journal* 101: 815-834.
- Blanchflower, D. G. y A. J. Oswald (1994): *The Wage Curve*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Böckerman, Petri y Roope Uusitalo (2005): "Union membership and the erosion of the Ghent system: Lessons from Finland". Labor and Demography 0508008, EconWPA.
- Booth, A. (1995): *The Economics of Trade Unions*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Brandt, Nicola, Jean-Marc Burniaux y Romain Duval (2005): "Assessing the OECD Jobs Strategy: Past Developments and Reforms". *Working Paper* N° 429, OECD Economics Department (Paris: OECD).
- Budd, John W. (1996): "Canadian Strike Replacement Legislation and Collective Bargaining: Lessons for the United States". En *Industrial Relations*, Vol. 35, N° 2.
- Calmfors, Lars y John Driffill (1988): "Bargaining Structure, Corporatism, and Macroeconomic Performance". En *Economic Policy*, 6 (April): 13-61.

- Cameron, D. R. (1984): "Social Democracy, Corporatism, Labour Quiescence, and the Representation of Interest in Advanced Capitalist Society". En J. H. Goldthorpe (ed.), *Order and Conflict in Contemporary Capitalism*. Oxford: Oxford University Press.
- Card, David (1990): "Strikes and Bargaining: A Survey of the Recent Empirical Literature". *American Economic Review*, 80 (2): 410-415.
- Cramton, Peter C., Morley Gunderson, Joseph Tracy (1999): "The Effect of Collective Bargaining Legislation on Strikes and Wages". En *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 81, N° 3 (Aug., 1999): 475-487.
- Cramton, Peter C. y Joseph S. Tracy (1992): "Strikes and Holdouts in Wage Bargaining: Theory and Data". En *American Economic Review*, Vol. 82 (1): 100-121, March, American Economic Association.
- (1994): "The Determinants of U.S. Labor Disputes". En *Journal of Labor Economics*, Vol. 12 (2, April): 180-209, University of Chicago Press.
- (1998): "The Use of Strike Replacements in Union Contract Negotiations: the U.S. Experience 1980-1989". En *Journal of Labor Economics*, 16 (4): 667-701.
- (2003): "Unions, Bargaining & Strikes". En Addison y Schnabel (eds.), *International Handbook of Trade Unions*. Edward Elgar.
- Dirección del Trabajo, Gobierno de Chile: *Series Estadísticas*. Capítulo I, "Sindicalismo".
- : *Series Estadísticas*. Capítulo II, "Negociación colectiva".
- : *Series Estadísticas*. Capítulo III, "Huelgas".
- Di Tella, Rafael y Robert MacCulloch (2005): "The Consequences of Labor Market Flexibility: Panel Evidence Based on Survey Data". En *European Economic Review*, Vol. 49 (5, July): 1225-1259.
- Dussaillant, Francisca (2008): "Sindicatos y Negociación Colectiva". Documento de Trabajo N° 374, Centro de Estudios Públicos, Chile.
- Elmeskov, J., J. Martin y S. Scarpetta (1998): "Key Lessons for Labour Market Reforms: Evidence From OECD Country Experiences". En *Swedish Economic Policy Review*, Vol. 5, N° 2.
- Fitoussi, Jean-Paul, David Jestaz, Edmund S. Phelps y Gylfi Zoega (2000): "Roots of the Recent Recoveries: Labor Reforms or Private Sector Forces?" En *Brookings Papers on Economic Activity, Economic Studies Program*, Vol. 31 (2000-1): 237-311, The Brookings Institution.
- Flanagan, Robert (1999): "Macroeconomic Performance and Collective Bargaining: An International Perspective". En *Journal of Economic Literature*, Vol. XXXVII: 1150-1175.
- (2003): "Collective Bargaining and Macroeconomic Performance". En Addison y Schnabel (eds.), *International Handbook of Trade Unions*. Edward Elgar.
- Freeman, R. B. (2007): "Labor Regulations, Unions, and Social Protection in Developing Countries: Market Distortions or Efficient Institutions". Por aparecer en *Handbook of Development Economics*, 2007.
- Freeman, R. B. y J. L. Medoff (1984): *What do Unions Do?* New York: Basic Books.
- Fudenberg, Drew y Jean Tirole (1983): "Sequential Bargaining with Incomplete Information". En *Review of Economic Studies*, April, 50: 221-247.
- Gu, Wulong y Peter Kuhn (1998): "A Theory of Holdouts in Wage Bargaining". En *The American Economic Review*, Vol. 88, N° 3 (Jun.): 428-449.

- Gunderson, Morley, John Kervin y Frank Reid (1989): "The Effect of Labour Relations Legislation on Strike Incidence". En *Canadian Journal of Economics*, Vol. 22 (4, November): 779-794, Canadian Economics Association.
- Gunderson, Morley y Angelo Melino (1990): "The Effects of Public Policy on Strike Duration". En *Journal of Labor Economics*, Vol. 8 (3, July): 295-316, University of Chicago Press.
- Hayes, Beth (1984): "Unions and Strikes and Asymmetric Information". En *Journal of Labor Economics*, January, 2: 57-83.
- Hicks, John (segunda edición, 1963): *The Theory of Wages*. New York: Macmillan Publishing Co. [1932].
- Hutchens, Robert, David B. Lipsky y Robert Stern (1989): *Strikers and Subsidies: The Influence of Government Transfer Programs on Strike Activity*. Kalamazoo, Mich.: W. E. Upjohn Institute.
- (1992): "Unemployment Insurance and Strikes". En *Journal of Labor Research*, Vol. 13, N° 3: 337-354.
- International Monetary Fund (IMF) (2003): "Unemployment and Labor Market Institutions: Why Reforms Pay Off". Capítulo V. En *World Economic Outlook* (April), IMF, Washington, DC.
- Ishiguro, Shingo y Laixun Zhao, 2004. "Raising Wages to Deter Entry under Unionization". Discussion Paper Series 155, Research Institute for Economics & Business Administration, Kobe University.
- Jimeno, J. F. y D. Rodríguez-Palenzuela (2002): "Youth Unemployment in the OECD Demographic Shifts, Labour Market Institutions, and Macroeconomic Shocks". En *European Central Bank Working Paper*, N° 155.
- Kennan, John (1980): "Pareto Optimality and the Economics of Strike Duration". En *Journal of Labor Research*, Spring, 1: 77-94.
- (2008): "Strikes". En Steven N. Durlauf y Lawrence E. Blume (eds.), *The New Palgrave Dictionary of Economics*. Palgrave Macmillan, segunda edición.
- Kuhn, Peter y Wulong Gu (1998): "Centralization and Strikes". En *Labour Economics* Vol. 5 (3, September): 243-265.
- Menezes-Filho, N., y J. van Reenen (2003): "Unions and Innovation: A Survey of the Theory and Empirical Evidence". En J. Addison y Schnabel (eds.), *The International Handbook of Trade Unions*. Edward Elgar, pp. 293-335.
- Metcalf, D. (2003): "Unions and Productivity, Financial Performance and Investment: International Evidence". En J. Addison y C. Schnabel (eds), *International Handbook of Trade Unions*. Edward Elgar.
- Ministerio del Trabajo y Previsión Social, Gobierno de Chile (2008): "Negociación Colectiva en Chile". "Observatorio Laboral", N° 28, mayo.
- Morton, Sanford (1983): "The Optimality of Strikes in Labor Negotiations". *Discussion Paper* N° 83/7, Tulane University.
- Nickell, Stephen (1997): "Unemployment and Labor Market Rigidities: Europe versus North America". En *Journal of Economic Perspectives*, 11: 55-74.
- (1998): "Unemployment: Questions and Some Answers". En *Economic Journal*, Vol. 108 (May): 802-816.
- Nickell, S., L. Nunziata y W. Ochel (2005): "Unemployment in the OECD since the 1960s: What Do We Know?" *Economic Journal*, Vol. 115, N° 500.

- Nunziata, L. (2003): "Labour Market Institutions and the Cyclical Dynamics of Employment". En *Labour Economics*, Vol. 10, N° 1.
- OECD (2006): "General Policies to Improve Employment Opportunities for All" (capítulo 3). En *Employment Outlook*. OECD.
- Ohtake, F. y J. S. Tracy (1994): "The Determinants of Labor Disputes in Japan: A Comparison with the US". En T. Tachibanaki (ed.), *Labor Market and Economic Performance: Europe, Japan and the USA*. New York.
- Pencavel (2007): "Unionism Viewed Internationally". En J. T. Bennett y B. E. Kaufman (eds.), *What Do Unions Do? An International Perspective*. Transaction Publishers. [Versión en castellano en *Estudios Públicos*, 110 (otoño 2008).]
- Polacheck, S. W. y W. S. Siebert (1993): *The Economics of Earnings*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Reder, Melvin y George Neumann (1980): "Conflict and Contract: The Case of Strikes". En *Journal of Political Economy*, October, 88: 867-886.
- Roberts, Mark A., Karsten Staehr y Torben Tranaes (2000): "Two-stage bargaining with coverage extension in a dual labour market". En *European Economic Review*, Vol. 44 (1 January): 181-200.
- Salinero, Jorge (2006): "Veinte Años de Afiliación Sindical y Negociación Colectiva en Chile: Problemas y Desafíos". *Cuaderno de Investigación*, N° 29, Departamento de Estudios, Dirección del Trabajo, Chile.
- Scarpetta, S. (1996): "Assessing the Role of Labour Market Policies and Institutional Settings on Unemployment: A Cross-Country Study". *OECD Economic Studies*, N° 26, 1996/1.
- Schnabel, Claus (2003): "Determinants of Trade Union Membership". En Addison y Schnabel (eds.), *International Handbook of Trade Unions*. Edward Elgar.
- Schnabel, Claus y Joachim Wagner (2003): "Determinants of Trade Union Membership in Western Germany: Evidence from Micro Data, 1980-2000". *IZA Discussion Papers*, 708. Institute for the Study of Labor (IZA).
- Scruggs, Lyle (2002): "The Ghent System and Union Membership in Europe, 1970-1996". En *Political Research Quarterly*, Vol. 55, N° 2 (Jun., 2002): 275-297.
- Skeels, Jack W. y Paul McGrath (1997): "The Effect of Union Financial Strength and Liquidity on Strike Propensities". En *Journal of Economics*, 23: 59-71.
- Sobel, Joel e Ichiro Takahashi (1983): "A Multistage Model of Bargaining". En *Review of Economic Studies*, 50, July: 411-426.
- Tracy, Joseph S. (1986): "An Investigation into the Determinants of U.S. Strike Activity". En *American Economic Review*, American Economic Association, Vol. 76 (3, June): 423-436.
- (1987): "An Empirical Test of an Asymmetric Information Model of Strikes". En *Journal of Labor Economics*, Vol. 5 (2 April): 149-173, University of Chicago Press.
- Visser, Jelle (2003): "Unions and Unionism Around the World". En Addison y Schnabel (eds.), *International Handbook of Trade Unions*. Edward Elgar.
- (2006): "Union Membership Statistics in 24 Countries". En *Monthly Labor Review*, Vol. 129 (1, January). □

LIDERAZGO DEL SECTOR PRIVADO EN LA CONSERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE*

Actualmente hay catorce millones de hectáreas protegidas por el Estado chileno a través del SNASP (Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas), lo que ha permitido conservar un área importante del patrimonio ambiental terrestre del país. Adicionalmente, hay cerca de 1,5 millones de hectáreas bajo regímenes de protección privada. ¿Cómo se puede incrementar ese patrimonio, en manos privadas? ¿Qué herramientas se están usando en países de similar nivel de desarrollo para proteger áreas privadas ambientalmente significativas? ¿Qué experiencias existen de alianzas entre el sector público y privado para proteger áreas relevantes?

Por otro lado, ¿qué y cuánto estamos protegiendo de nuestros más de 4.200 kilómetros de costa, con qué herramientas? ¿Es posible combinar protección de los recursos marinos y su explotación económica sustentable?

En estas páginas se recogen ponencias que sugieren respuestas a estas interrogantes. Ellas fueron presentadas en el seminario “El liderazgo del sector privado en la conservación del medio ambiente” realizado en el Centro de Estudios Públicos (CEP) el 26 de marzo de 2008, Santiago, con el patrocinio de la Wildlife Conservation Society (WCS), el Center for Environmental Markets de Goldman Sachs y el CEP.

* Ponencias presentadas en el seminario “El liderazgo del sector privado en la conservación del medio ambiente” que se realizó el 26 de marzo de 2008 en el Centro de Estudios Públicos, Santiago, con el copatrocinio de la Wildlife Conservation Society (WCS), el Center for Environmental Markets de Goldman Sachs y el Centro de Estudios Públicos (CEP).

Estudios Públicos agradece a Leonel Sierralta por la edición de los textos.

Estudios Públicos, 112 (primavera 2008).

TABLA DE CONTENIDOS

Introducción.....	173
I. Palabras inaugurales	
<i>Eliodoro Matte</i>	175
<i>Mark Tercek</i>	178
II. El contexto internacional	
Compensación para la biodiversidad: Desafíos y oportunidades <i>Ray Victorine</i>	181
Conservación privada y comunal en el Perú <i>Jorge Caillaux Z.</i>	186
El gran experimento conservacionista: Parque Adirondack <i>Ross S. Whaley</i>	194
III. El contexto nacional	
La experiencia de la Fundación Lahuén <i>Sergio Vergara Larraín</i>	202
El océano y la conservación en Chile: Los eternos olvidados <i>Juan Carlos Castilla</i>	206
Plantaciones forestales y sustentabilidad <i>Fernando Raga y Aldo Cerda</i>	218
Instrumentos no tradicionales para la protección de los recursos naturales en Chile <i>Ricardo Katz, Gabriel del Fávero, Leonel Sierralta, Javier Vergara, Guillermo González y Gonzalo Moyano</i>	246



Rebaño de vicuñas, II Región, Chile. © GAC.



Cordillera de la III Región, Chile. © GAC.



Cruz Grande, IV Región, Chile. © GAC.



Bosque valdiviano, Región de los Ríos, Chile. © GAC.

Introducción

En estas páginas se reúne un conjunto de ponencias relacionadas con el rol del sector privado en la conservación. Las ocho ponencias, que aquí se entregan en su versión extensa, fueron presentadas en el auditorio del Centro de Estudios Públicos el 26 de marzo del 2008, en el contexto del Seminario “El liderazgo del sector privado en la conservación del medio ambiente” con el copatrocinio de la Wildlife Conservation Society (WCS), el Center for Environmental Markets de Goldman Sachs y el Centro de Estudios Públicos (CEP).

El tema ambiental, en su sentido global, ha evolucionado en Chile desde la generación de la legislación ambiental a comienzos de los años 90 hasta la instalación del mismo en la gestión diaria de las empresas, en conjunto con el desarrollo de un elaborado sistema de gestión pública que involucra a una buena parte de la administración estatal. Ese avance en la gestión ha estado centrado en el control de la contaminación y en el desarrollo de un sistema de evaluación de los impactos ambientales de los proyectos de inversión. Paralelamente, se ha instalado una nueva institucionalidad pública en esas materias.

Ese desarrollo legislativo, de gestión e institucional no ha sido equivalente en materias relacionadas con los Recursos Naturales, en especial con respecto a la conservación de áreas relevantes de ecosistemas naturales. En efecto, la urgencia de contar con una legislación ambiental que permitiera el control y manejo de los desechos de la producción, dejó en el olvido la gestión y promoción de los recursos naturales. Transcurrieron dieciocho años entre la promulgación de la Ley de Pesca de comienzos de los 90 y la promulgación de la Ley de Bosque Nativo, a mediados del 2008. Por otra parte, la ley que regula y moderniza la gestión de las áreas silvestres del Estado y de la institucionalidad que la gestiona, fue promulgada en 1984, sin contar con un reglamento aún que le permita funcionar.

¿Por qué debatir estos temas en el CEP? En primer lugar porque se trata de un tema ambiental relevante que tiene implicancias en la gestión pública. En segundo lugar, porque detectamos un creciente interés en el desarrollo de áreas protegidas privadas, que no cuentan con apoyos tributarios o subsidios para su creación. Nuevamente, el emprendimiento privado pasa por alto las barreras burocráticas y encuentra las soluciones a sus requerimientos. Ambas razones explican la discusión de ellos en el CEP.

Los catorce millones de hectáreas protegidas por el Estado en el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado han permitido conservar un importante componente del patrimonio ambiental terrestre chi-

leno. Adicionalmente, y sin sistemas de apoyo o incentivo estatal, un conjunto relativamente pequeño de privados mantiene casi 1,5 millones de hectáreas adicionales bajo regímenes de protección. ¿Cómo se puede incrementar ese patrimonio, en manos privadas? ¿Qué herramientas se están usando en los países de nivel similar de desarrollo al nuestro para proteger áreas privadas ambientalmente relevantes? Por otra parte, ¿qué experiencias existen de desarrollo de alianzas entre el sector público y el privado para proteger áreas relevantes? A su vez, ¿qué podemos hacer por incorporar áreas relevantes patrimonialmente y que están en manos privadas usando las herramientas legales vigentes? En otro eje de discusión podemos preguntarnos respecto a la conservación de áreas marinas. ¿Qué y cuánto estamos protegiendo de nuestros más de 4.200 kilómetros de costa? ¿Qué herramientas estamos usando para proteger esos ecosistemas? ¿Es posible combinar protección de los recursos marinos y explotación económica sustentable de ellos?

Las ponencias que siguen proponen y sugieren respuestas a esas interrogantes.

Leonel Sierralta

Comisión de Medio Ambiente, Centro de Estudios Públicos

I. PALABRAS INAUGURALES

Eliodoro Matte

Presidente del Centro de Estudios Públicos

Me es muy grato recibirlos hoy en el Centro de Estudios Públicos. Agradezco en especial a Wild Conservation Society (WCS) y a Goldman Sachs la oportunidad de organizar en conjunto este interesante seminario. Para el CEP, los temas que nos convocan esta mañana han sido motivo de muchas investigaciones, publicaciones y seminarios, que concitaron nuestro interés muy tempranamente. Ya hacia fines de la década de los 80 el CEP constituyó la Comisión de Medio Ambiente, que continúa en funciones hasta hoy y que tuvo activa participación en la elaboración de la Ley de Bases promulgada en 1994 y en los sucesivos debates sobre la institucionalidad medioambiental, sobre las normas, los reglamentos y tantas otras materias que nuestro país ha ido adoptando paulatinamente.

El asunto que nos reúne esta mañana está lleno de desafíos enteramente nuevos para los Estados, las empresas y los países en general. La naturaleza, cuya fuerza atemorizó a la humanidad por milenios, llenando a los hombres de miedo y asombro, depende hoy del cuidado de los hombres. La naturaleza es vulnerable y es, quizás, nuestra tecnología la que despierta miedo y asombro.

La especie humana sólo puede sobrevivir en un ambiente natural determinado. Nuestro futuro depende de la conservación de esas condiciones de vida. Esa labor de conservación en nuestro tiempo sólo será posible si la tecnología y las políticas públicas, en sentido amplio, son puestas por el ser humano al servicio de la conservación.

El desafío presente es conciliar el desarrollo económico, que nuestros pueblos buscan y requieren, con la conservación de nuestro hábitat, sin el cual la vida humana y el propio desarrollo se volverían imposibles o ilusorios.

Hoy se oyen muchas voces que claman por cambiar el modelo de desarrollo que mayoritariamente ha adoptado el mundo; algunos creen que es imposible continuar por esta senda ya que los daños que se están produciendo en el medio ambiente tendrá consecuencias impredecibles. Otros tienen gran confianza en que la creatividad de la mente humana, en especial cuando los derechos de propiedad están bien asignados y las señales de precio son las adecuadas, permitirá crear mecanismos que restablecerán un equilibrio entre el hombre y la naturaleza.

Para los países subdesarrollados, la disyuntiva es aún más complicada, ya que por qué se les va a impedir a sus pueblos las oportunidades que los países desarrollados tuvieron hace cien años atrás y que le ha permitido a su población tener altos indicadores de desarrollo humano. Este no es solo un dilema técnico sino que ético.

Hay una pluralidad de formas para abordar la tarea del cuidado del medio ambiente y la conservación de áreas naturales. La responsabilidad es tan enorme que requiere de la colaboración de todos, cada cual desde su función propia. El Estado, las empresas privadas y los particulares pueden y deben desarrollar actividades convergentes. En este seminario nos ocuparemos de algunas de ellas.

Una de las dificultades que implica la conservación es el volumen de los recursos que requiere y los plazos, pues el financiamiento ha de ser continuo. Las experiencias de Wildlife Conservation Society y del Center for Environmental Markets de Goldman Sachs son, en esta materia, sumamente interesantes. Están abriendo nuevos caminos a la participación del sector privado en la tarea de la conservación a través de mecanismos de financiamiento atractivos y modernos.

Por ejemplo, las experiencias de compra de bonos de carbono o los swaps de deuda por naturaleza (*debt-for-nature swaps*) que liberan recursos de los países que tienen deuda externa, para dedicarlos al financiamiento de la conservación, constituyen modalidades ingeniosas de fomento de la conservación.

En nuestro país no hay ventajas tributarias ni de otro orden que incentiven la mantención de áreas de conservación. Veremos qué ha ocurrido sin ellas en la definición de áreas privadas de conservación. Cada día son más las empresas y personas que se ocupan de mantener parques naturales. A riesgo de omitir a muchas, no puedo dejar de mencionar el Parque Karukinka de WCS donado por Goldman Sachs, el Parque Pumalín que ha impulsado Douglas Tompkins, el Parque Tantauco, creado por el empresario y político Sebastián Piñera, el Parque Oncol de Celulosa Arauco y el Parque Jorjue Alessandri de Forestal Mininco y tantos otros. Se estima que en total hay un millón quinientas mil hectáreas de áreas protegidas privadas que se suman a los catorce millones de hectáreas del SNASPE (Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado) que incluye Parques Nacionales, Reservas Nacionales y Monumentos Nacionales. Esto hace que más del 20% del territorio nacional está bajo protección, siendo Chile uno de los países con mayor protección del mundo.

El sector productivo forestal chileno mantiene más de cuatrocientas mil hectáreas de patrimonio protegido, mayoritariamente de bosque nativo,

aunque también áreas de humedales y matorrales de altura, ciertamente valiosos. Este esfuerzo de protección no sólo es valioso por las hectáreas protegidas en sí mismas, sino también por el valor ambiental de dichas superficies, las que actúan como corredores ecológicos y como reservas de biodiversidad para la recolonización de áreas aledañas. Lo anterior ha sido posible, ya que el desarrollo de plantaciones de pinos y eucaliptos intensivas, han permitido satisfacer en casi un ciento por ciento la demanda por madera quitando presión a la explotación del bosque nativo. Y este desarrollo, aunque en ciertas zonas del país no lo parezca, ha sido bastante equilibrado ya que en Chile hay 2 millones de hectáreas de plantaciones, versus 13,4 millones de hectáreas de bosque nativo.

Chile tiene el privilegio de tener bosques nativos dotados de una amplísima biodiversidad, algo que asombra a los científicos de otras latitudes. Mantener esa riqueza y pluralidad de formas de vida —ya extintas en muchísimos otros países— es un deber de nosotros los chilenos. Las generaciones jóvenes de ahora y las generaciones futuras serán severas a la hora de juzgarnos en este aspecto. La acelerada extinción de especies representa una amenaza no sólo a los ecosistemas sino que a los seres humanos. No podemos apostar desaprensivamente a que la vida humana en libertad y progreso sea posible en el contexto de una biodiversidad severamente reducida.

Sin embargo, no sólo las empresas se han comprometido en esta tarea. También asociaciones de personas naturales que aportan pequeños capitales para la formación de fundaciones que compran y gestionan áreas de conservación. Éste es un camino muy promisorio que permitiría, con los estímulos adecuados, incrementar fuertemente los recursos protegidos.

Esta mañana también examinaremos casos de exitosa colaboración pública-privada, como el del Adirondack Park, en Nueva York.

Nos aproximaremos, asimismo, a la labor de conservación que han generado indirectamente herramientas económicas. Es lo que ha sucedido en Chile, por ejemplo, con las concesiones marinas para la pesca artesanal. Los propios pescadores, al ejercer derechos de propiedad sobre áreas concesionadas, se han transformado en actores interesados en la conservación de los recursos y del hábitat que los sustenta.

Tres investigadores del CEP harán una serie de sugerencias respecto a instrumentos no tradicionales para la protección de recursos naturales. Una de las proposiciones consiste en que el Estado seleccione áreas que deben protegerse y luego licite fondos cuya gestión quedaría a cargo de los particulares.

Estos desafíos requieren un Estado confiable, ágil, moderno, transparente y descentralizado. A su vez, muchas de estas iniciativas deberán ser encaradas desde las regiones. Sin excelencia técnica, seguridad jurídica de las áreas bajo protección, estabilidad e imparcialidad de las regulaciones que se dicten, estos proyectos no fructificarán.

Lo que necesitamos es una “alianza por la vida” para usar la expresión de Edward Wilson. Que nuestras reflexiones de hoy nos encaminen en ese propósito.

Muchas gracias.

Mark Tercek

Director general de Goldman Sachs

Buenos días. A nombre de Goldman Sachs, quiero aprovechar esta oportunidad para agradecer al Centro de Estudios Públicos (CEP) y a su presidente, el señor Eliodoro Matte, por ser los anfitriones de este evento y por copatrocinar este seminario en conjunto con la institución que represento y con nuestros amigos y socios en el proyecto Karukinka en Tierra del Fuego, la Wildlife Conservation Society, liderada por el señor Steve Sanderson. Finalmente, muchas gracias a todos los presentes en el evento del día de hoy por su interés y participación.

Para Goldman Sachs, Chile ocupa un importante lugar en el desarrollo de su estrategia medioambiental. Cuando adquirimos un portafolio de deuda insolvente en el curso normal de nuestros negocios, nos encontramos una garantía consistente en 283.290 hectáreas en Tierra del Fuego. La iniciativa de uno de los miembros de nuestro equipo al identificar este importante activo ecológico nos dio la oportunidad de evaluar cuidadosamente las opciones para su disposición. Tras varios estudios y evaluaciones meticulosas, llegamos a la conclusión de que el mejor uso posible para esa tierra era preservarla a perpetuidad, decisión a la que sólo pudimos llegar en conjunto con nuestro socio, Wildlife Conservation Society (WCS), una poderosa organización con experiencia en conservación a nivel global.

Como ustedes saben, esta decisión fue el nacimiento de lo que hoy es el proyecto Karukinka en Tierra del Fuego. Goldman Sachs tomó la decisión de proteger estas tierras a perpetuidad porque era lo correcto. Es un ejemplo de cómo nuestra gente, nuestro capital y nuestras ideas pueden producir cambios importantes en el mundo. Esperamos que sirva como modelo inspirador para que otros líderes del sector privado se conviertan en agentes del medio ambiente.

La experiencia también abrió nuestras mentes a cómo los temas medioambientales se relacionan con nuestro negocio. En 2005 establecimos el Marco de Políticas Medioambientales de Goldman Sachs con el fin de representar la filosofía de que los mercados de capitales pueden y deben desempeñar un importante papel al momento de asumir los desafíos medioambientales del presente. Goldman Sachs cree que es necesario un medio ambiente saludable para el bienestar de la sociedad, nuestra gente y nuestro negocio, y es la base para una economía sustentable y fuerte.

Estamos trabajando para asegurar que nuestra gente, nuestro capital y nuestras ideas se empleen para encontrar soluciones efectivas basadas en el mercado para enfrentar el cambio climático, la degradación de los ecosistemas y otros temas medioambientales críticos.

Nuestro Grupo de Estrategia Ambiental es responsable de supervisar la implementación de nuestro Marco de Políticas Ambientales, a través de la coordinación de las iniciativas ambientales globales de la firma y la administración del Centro Goldman Sachs para Mercados Ambientales. A través de este último estamos asociados a organizaciones académicas y no gubernamentales para examinar y promover soluciones basadas en el mercado, para los desafíos del medio ambiente.

Aun cuando estamos comprometidos en el manejo de nuestra propia huella ambiental, a la vez estamos estableciendo una posición de liderazgo en el conocimiento de las muchas formas en que los asuntos ambientales afectan a los mercados globales.

Nuestros equipos de investigación de inversiones han establecido un enfoque riguroso para evaluar los criterios ambientales, sociales y de gobierno tanto para las industrias desarrolladas como para los sectores emergentes.

Hemos invertido más de US\$ 2 mil millones en proyectos de energías alternativas a través de una gama de tecnologías entre las que se incluyen la eólica, fotovoltaica, solar y geotérmica, cifra que excedió nuestro compromiso inicial de US\$ 1.000 millones, ya que representaba una atractiva oportunidad de negocios. Las inversiones se iniciaron con antelación a la reciente alza en el precio mundial de la energía.

Hemos estado realizando transacciones en créditos de carbono en el mercado europeo de emisiones de carbono desde sus comienzos y hemos expandido nuestras actividades, las que incluyen transacciones e inversiones en créditos para la reducción de emisiones para proyectos específicos y fijación de precios para el riesgo de emisión.

Un buen ejemplo de cómo nuestro compromiso con el medio ambiente ha significado importantes oportunidades de negocios tiene relación con una transacción completada en 2007. En esa ocasión Goldman Sachs se

unió a un grupo de inversionistas que incluía a Kohlberg Kravis Roberts & Co. (KKR) y al Texas Pacific Group (TPG) para adquirir la TXU Corporation, la generadora eléctrica más grande de Texas. La transacción en ese momento representó la mayor adquisición apalancada en la historia de EE.UU., por un valor total de US\$ 44 mil millones.

Nuestro equipo interdisciplinario de profesionales de la Banca de Inversión, del Grupo Financiero, de Productos Crediticios, de Commodities y de nuestro Centro de Mercados Ambientales colaboró en la ejecución de la transacción y el financiamiento asociado en medio de mercados turbulentos y un debate público de alto perfil. Goldman Sachs actuó como asesor financiero, lideró el financiamiento corporativo de mayor retorno en la historia y creó un innovador programa de manejo de riesgos de commodities para apoyar la adquisición.

La transacción fue notable por el rigor del debate ambientalista que la precedió y que finalmente configuró el resultado. Una fuerte y sostenida campaña de largo alcance fue clave para la creación del apoyo legislativo y público para la transacción. Gracias al liderazgo de KKR, TPG, Environmental Defense, el National Resources Defense Council (NRDC) y Goldman Sachs, entre otros, las partes involucradas llegaron a un acuerdo para limitar sustancialmente las emisiones de carbono futuras. Específicamente, el número de plantas a carbón planificadas fue reducido de once a tres. Además, con los nuevos propietarios, TXU duplicó su inversión en eficiencia energética, reforzó sus políticas ambientales y está haciendo importantes inversiones en energías alternativas.

En conclusión, lo que comenzó como una iniciativa inteligente de uno de los nuestros por hacer lo correcto, dio por resultado no sólo la preservación de las tierras de Karukinka en alianza con la Wildlife Conservation Society sino, además, el desarrollo de una nueva política medioambiental interna y una serie de atractivas oportunidades de negocios para la empresa sustentada en la premisa de que un medio ambiente sano es la base para una economía sustentable y fuerte.

Al recorrer este camino hemos llegado a comprender cuánto podemos aprender de la comunidad ambiental por medio de asociaciones constructivas e innovadoras como la que hemos construido con la Wildlife Conservation Society para Karukinka, aprendizaje que crea valor para los negocios y para el medio ambiente.

Una vez más agradezco la oportunidad de estar con ustedes hoy y de compartir brevemente nuestras ideas sobre este crucial desafío global.

~ ~ ~

II. EL CONTEXTO INTERNACIONAL

COMPENSACIÓN PARA LA BIODIVERSIDAD: DESAFÍOS Y OPORTUNIDADES

Ray Victorine

Los paisajes proporcionan un flujo de servicios del ecosistema que están íntimamente conectados con la conservación de la biodiversidad. Dichos servicios incluyen calidad de agua, polinización, estabilización del clima y fertilidad del suelo, todos ellos importantes activos fijos naturales que además tienen un impacto en la salud humana y entregan beneficios económicos. Los economistas han calculado que el valor neto anual que estos servicios representan para la economía global está dentro del rango de los 33 trillones de dólares¹. La inmensa mayoría de estos servicios son bienes públicos globales y no se transan en los mercados. Aun cuando tienen un valor económico para los consumidores, se obtienen sin costo o no se les toma en cuenta en los cálculos económicos y financieros, por lo que los promotores inmobiliarios no tienen mayor incentivo monetario para asegurar su disponibilidad futura. Como resultado de esto, los ecosistemas se degradan y la sociedad pierde el valor de estos servicios.

La creciente demanda por recursos naturales para alimentar el crecimiento económico pone en peligro la biodiversidad y el capital natural. En el transcurso de los próximos veinte años, es probable que la demanda por energía primaria aumente más de 50%, y se estima que la inversión en el desarrollo de nueva energía, extracción de minerales, recursos forestales y otras industrias con uso intensivo de recursos llegue a decenas de trillones de dólares. Gran parte de esta inversión tendrá lugar en tierras que albergan ecosistemas que son esenciales para mantener la vida. Es probable que en el proceso de determinación de prioridades en el uso de la tierra la protección al ecosistema esté en considerable desventaja frente a beneficios tangibles que también compiten, tales como las utilidades del sector privado, mayor recaudación tributaria y creación de empleo. Las medidas y políticas que hagan necesario que los inversionistas tomen en cuenta el valor de la biodiversidad y compensen por los impactos que produzcan en ella ofrecen

RAY VICTURINE. MS., Resource Economics, Texas A&M University; BS, Georgetown University. Director del Programa para el Financiamiento de la Conservación de Wild Conservation Society (WCS).

¹ Constanza, Robert, *et al.*: "The Value of the World's Ecosystem Services and Natural Capital", *Nature*, Vol. 387 (1997).

una oportunidad para asegurar que los países puedan mantener importantes activos fijos naturales y, a la vez, alcancen sus objetivos de desarrollo económico.

Compensaciones a la biodiversidad

Se ha definido a las compensaciones a la biodiversidad como “acciones de conservación diseñadas para indemnizar por el inevitable impacto que el desarrollo causa en la biodiversidad a fin de asegurar que no haya ‘ninguna pérdida neta’ sino, preferiblemente, una ganancia neta de biodiversidad”². Las compensaciones a veces se diferencian de las medidas de ‘conservación compensatorias’. Este último mecanismo proporciona cierta forma de reparación por los impactos que un proyecto puede tener sobre la biodiversidad, pero no da por resultado ‘ninguna pérdida neta’ o una ‘ganancia neta de biodiversidad’. Sin embargo, si los países tienen que conservar la biodiversidad será necesario desarrollar e implementar mecanismos para garantizar que no haya pérdida neta e incluso haya un aumento neto de la biodiversidad como parte de sus procesos de desarrollo.

Al tratar el manejo del ecosistema, la Convención sobre Diversidad Biológica ha declarado que los objetivos de manejo de la tierra, agua y recursos vivos son temas de decisión de la sociedad. En lo fundamental, las compensaciones involucran un trueque: las compensaciones se basan en la premisa de que se pueden dañar o destruir los sistemas naturales de un lugar dado si a cambio se conserva o restaura la biodiversidad en otro lugar. Las decisiones con respecto a estos trueques involucran que la sociedad esté de acuerdo sobre las prioridades de conservación así como sobre alguna forma de valorización que haga posible el diferenciar entre lo que puede o no puede dañarse, dónde puede o dónde no puede haber desarrollo, y qué se puede dar a cambio de qué otra cosa. Sin que estas prioridades y valores estén firmemente establecidos, los países están en riesgo de perder o dañar la biodiversidad y los servicios de los ecosistemas o pueden incluso terminar haciendo el trueque equivocado.

El rol de las compensaciones

Las medidas para compensar, equilibrar o contrarrestar los impactos negativos residuales sobre el medio ambiente natural se han incrementado

² Ten Kate, K., J. Bishop y R. Bayon: “Biodiversity Offsets: Views, Experience, and the Business Case”. IUCN, Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido, e Insight Investment, Londres, Reino Unido, 2004.

en los últimos años. Estas medidas reflejan una creciente toma de conciencia y responsabilidad de parte de los promotores inmobiliarios y entes regulatorios acerca de la pérdida sin precedentes de biodiversidad y el crucial papel que desempeñan los sistemas vivos en apoyar el desarrollo sustentable. En la mayoría de los casos, las compensaciones a la biodiversidad existentes representan los esfuerzos voluntarios de las empresas que están motivadas por una gran variedad de asuntos, entre otros, a) los requisitos para financiamiento de bancos e instituciones tales como la International Finance Corporation; b) presiones de los accionistas y grupos de interés para invertir responsable y sustentablemente, y c) actuar como buenos ciudadanos corporativos y, de esa manera, asegurar sus permisos para operar en los países donde invierten.

Estos esfuerzos voluntarios son dignos de alabanza, pero involucran riesgos. Uno de los riesgos principales de los esfuerzos voluntarios, que no responden a algún mecanismo o procedimiento establecido, es que ni el promotor ni el gobierno pueden comprender qué se espera de la compensación y sobre qué base o usando cuáles criterios se evaluarán su aptitud y efectividad. En esas condiciones no se puede garantizar la calidad de las compensaciones. Las compensaciones voluntarias también pueden implementarse de manera poco sistemática, habiendo algunas compañías que optan por llevar a cabo compensaciones y otras que prescinden del proceso. Dadas estas condiciones, puede ser imposible el asegurar que no haya ninguna pérdida neta de biodiversidad. Y los gobiernos tampoco serán capaces de garantizar que las áreas prioritarias de biodiversidad estarán protegidas.

Mecanismos de mercado

Existe una necesidad de marcos de políticas de apoyo para las compensaciones a la biodiversidad a fin de ayudar a los promotores de desarrollos y a las autoridades a diseñar, ubicar e implementar las compensaciones en forma efectiva. Dichas políticas deberán estar acompañadas de alguna forma de regulación y de claros estándares viables que garanticen la compensación de la calidad y el logro efectivo de las metas de biodiversidad. La Tabla N° 1 esboza enfoques regulatorios potenciales que podrían asegurar el éxito de las compensaciones.

La efectiva reglamentación de las compensaciones ofrece a los gobiernos la oportunidad de realizar un intercambio positivo entre desarrollo y conservación de la biodiversidad. Una reglamentación con base amplia que lleve aparejado el desarrollo de oportunidades para la creación de bancos

TABLA N° 1: OPCIONES DE POLÍTICAS REGULADAS PARA LAS COMPENSACIONES

Marco	Requisitos	Implementación	Problemas involucrados
Compensaciones gatilladas (<i>triggered offsets</i>).	Necesarias para cierto nivel de impacto.	A ser conseguidas por medio de regulaciones de EIA y requisitos, junto con estándares para el diseño e implementación de compensaciones.	Necesita reglamentos y estándares claros.
Compensaciones agregadas (<i>aggregated offsets</i>).	Requisitos determinados para todos los tipos de desarrollos en áreas o territorios específicos.	Selección de sitios basada en nivel de planificación regional o territorial.	Protección más eficiente de la biodiversidad. Necesidad de planificación territorial y regulaciones claras.
Bancos	Las compensaciones son requisito para todos los proyectos que afecten la biodiversidad.	Involucra establecer bancos de biodiversidad y un sistema de mercado para que las empresas compren bonos de biodiversidad.	Compensaciones más efectivas. Mecanismo de mercado para proteger la biodiversidad. Participación activa del sector privado. Necesidad de regulaciones claras y sistemas e información apropiados.

de biodiversidad debería estimular la inversión activa del sector privado y su participación para alcanzar metas de conservación, aparte de dar mayores beneficios en términos de conservación al asegurar la protección de paisajes prioritarios. El mercado norteamericano regulado de la biodiversidad tiene un valor estimado de 1,5 billones de dólares anuales³, y en otros países se comienza a observar un crecimiento en los mercados para la protección de la biodiversidad. Operadores del sector privado con supervisión del gobierno están administrando estos bancos de biodiversidad con resultados positivos de conservación.

Con el aumento de las amenazas a la biodiversidad, los gobiernos deberán encontrar el equilibrio entre el manejo de sus activos fijos naturales contribuyendo a la salud y bienestar de sus habitantes y el atraer inversio-

³ Ecosystem marketplace (www.ecosystemmarketplace.org).

nes que les proporcionen beneficios económicos. La adopción de políticas claras sobre compensaciones a la biodiversidad y el trabajo conjunto con el sector privado para diseñar un programa de compensaciones efectivo hará que los gobiernos comiencen a lograr un cierto equilibrio entre el desarrollo y las metas de conservación de la biodiversidad. Con la creciente presión sobre la biodiversidad y los servicios de los ecosistemas, el lograr dicho equilibrio nunca será demasiado pronto.

Palabras clave: sector privado y conservación del medio ambiente; economía del medio ambiente; Convención sobre Diversidad Biológica.

~ ~ ~

CONSERVACIÓN PRIVADA Y COMUNAL EN EL PERÚ¹

Jorge Caillaux

El presente artículo describe la evolución de las iniciativas de conservación privada y comunal en el Perú y el marco legal que permite que éstas se desarrollen cada vez con mayor seguridad jurídica incluyendo las barreras que se han encontrado hasta el momento y los nuevos retos y oportunidades que se presentan para el futuro.

Evolución de las iniciativas de conservación privada y comunal en el Perú

La conservación de sitios en el Perú ha estado usualmente asociada a una tarea y responsabilidad directa del Estado a través de sus instituciones. El Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (Sinanpe²) conformado por 62 áreas naturales protegidas de nivel nacional, entre parques, reservas, santuarios y otras categorías, ha sido históricamente asumido como la cara visible de la conservación de sitios.

Si bien esta percepción es correcta, la participación de la sociedad civil ha sido vital a lo largo de los años para la gestión de éstas y otras áreas y ha quedado demostrado que la conservación privada cumple un rol fundamental no sólo para garantizar la conservación de los tesoros naturales de un país, sino también para articular la participación de la población local en la gestión de las mismas.

JORGE CAILLAUX ZAZZALI. Presidente de la Sociedad Peruana de Derecho Ambiental y Director del Grupo Drokasa, grupo empresarial peruano con inversiones en el sector agroindustrial y en el comercio de productos asociados. También es miembro honorario de la Comisión de Derecho Ambiental de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN).

¹ Este breve artículo se basa en la Iniciativa para la Conservación Privada y Comunal de la Sociedad Peruana de Derecho Ambiental (SPDA), que cuenta con una plataforma integral de actividades para optimizar, promover, difundir y revalorar la participación activa, responsable y organizada de la sociedad civil en la conservación de la biodiversidad empleando una serie de herramientas que la legislación peruana dispone para ello. La Iniciativa tiene como líneas de trabajo la difusión y capacitación a interesados, fortalecimiento de capacidades a la autoridad nacional, acompañamiento legal y técnico a usuarios, apoyo financiero a pequeños proyectos y monitoreo y evaluación de gestión de áreas. Más información en: www.conservacionprivada.org; www.spda.org.pe; comunicaciones@spda.org.pe.

² Actualmente el Sinanpe tiene a su cargo la gestión de casi el quince por ciento del territorio peruano, más de 18 millones de hectáreas. De acuerdo a la legislación el sistema es complementado por las áreas naturales protegidas de nivel regional y las áreas de conservación privada.

Sin embargo y pese a ello, la participación privada o de la sociedad civil en la gestión de áreas protegidas y otros espacios públicos y privados no ha sido objeto de regulación específica, quedando más bien en el ámbito de la cooperación y de alianzas público-privadas surgidas en función de las circunstancias sin el debido reconocimiento y sin programas de promoción.

Felizmente la situación a nivel formal ha venido cambiando radicalmente en los últimos años y el Perú cuenta hoy con instrumentos legales establecidos y reglamentados que reconocen y promueven el papel de la sociedad civil en la conservación de sitios y recursos naturales del país. La legislación aprobada durante la última década en el Perú, tanto como resultado de la Ley de Áreas Naturales Protegidas (1997) como de la Ley Forestal y de Fauna Silvestre (2000), ha incorporado nuevos instrumentos que pretenden promover mayor inversión privada en la conservación de sitios. Dichos instrumentos contemplan la participación de la sociedad civil en el manejo de áreas, tanto si pertenecen al Sistema de Áreas Naturales Protegidas, como si están fuera de ellas y, en este último caso, tanto si son predios privados como públicos.

A la fecha, el gobierno peruano ha reconocido formalmente doce áreas de conservación privada, que significan 104.964 has. También se han firmado los primeros tres contratos de servidumbres ecológicas (88.29 has. en total). Paralelamente se han otorgado 16 concesiones para conservación sobre 423.094 has., así como 26 concesiones para ecoturismo, sobre 55.657 has. Estas cifras prueban que se ha iniciado un interesante proceso de reevaluación de las tierras privadas destinado a demostrar que la conservación de sitios no es una excentricidad o sueño lejano de algunos sino que es una oportunidad para poner en práctica actividades y negocios sostenibles, aportando, al mismo tiempo, a objetivos de conservación mayores relacionados con el reconocimiento de los servicios ambientales que proveen los ecosistemas.

Las figuras legales usadas

a. *Áreas de conservación privada.* Los propietarios individuales o comunales de predios que reúnan condiciones naturales con valores para la conservación por contener diversidad biológica o valores paisajísticos, pueden solicitar al Estado peruano el reconocimiento de sus predios como Áreas de Conservación Privada (ACP). El compromiso del propietario es presentar y ejecutar un plan de manejo que garantice la conservación del predio. A cambio recibe asistencia técnica del Estado, refuerza su titularidad

sobre el predio y se beneficia porque facilita el acceso a fuentes de financiamiento proyectando a su vez una imagen de responsabilidad social reforzada por el reconocimiento oficial. A la fecha, no se han aprobado incentivos tributarios para promover la creación de áreas de conservación privada, pero el camino está allanado. La normatividad que permite esta figura está contenida en la Ley de Áreas Naturales Protegidas, Ley No. 26834 y en su Reglamento aprobado mediante Decreto Supremo No. 038-2001-AG y las disposiciones complementarias específicas sobre la materia.

b. Servidumbres ecológicas. Si bien no existe una categoría legal con esa denominación, las servidumbres son figuras legales contempladas en el Código Civil. De acuerdo al artículo 1035° del Código Civil, cada propietario privado puede imponer gravámenes en beneficio de otro, que den derecho al dueño del predio dominante para practicar ciertos actos de uso del predio sirviente o para impedir al dueño de éste el ejercicio de alguno de sus derechos. Constituyen un derecho real. Los derechos reales son aquellos que se ejercen directamente sobre las cosas. Lo que prima en la relación jurídica es la cosa independientemente de quien sea su titular. Y la servidumbre tiene un carácter accesorio. La carga que se impone al predio sirviente se consagra a favor del predio dominante y no a favor de su propietario.

Vale la pena tener presente que, de acuerdo a la legislación peruana, no es necesario que estos predios sean de propietarios diferentes, ni que sean contiguos, se puede vincular a dos predios que se encuentran distantes entre sí. Una servidumbre ecológica, entonces, no sería otra cosa que la aplicación de las servidumbres tradicionales con un propósito específico vinculado a la conservación.

No existe en el Perú ninguna iniciativa destinada a modificar el Código Civil para regular de manera más clara y precisa —conforme a su verdadera naturaleza— las servidumbres ecológicas. En todo caso, la idea es desarrollar una nueva figura jurídica que no tenga las limitaciones de la servidumbre tradicional del Derecho Civil pero que adopte, entre otras características, su condición de carga permanente sobre el predio o la propiedad, salvo algunas excepciones.

c. Concesiones para conservación. Se otorgan a título gratuito, de preferencia sobre tierras que el Estado tiene identificadas y priorizadas como tierras de protección. En ellas se promueve, bajo planes de manejo y monitoreo del Estado, la investigación y usos alternativos de productos no

maderables, así como la educación ambiental en ámbitos rurales. Se otorgan por un plazo máximo de cuarenta años, renovables.

De acuerdo con el Reglamento de la Ley Forestal y de Fauna Silvestre, los bosques en tierras de protección son aquellas superficies que por sus características bióticas y abióticas sirven fundamentalmente para preservar los suelos, mantener el equilibrio hídrico, conservar y proteger los bosques ribereños orientados al manejo de cuencas, la diversidad biológica y la conservación del ambiente. Dentro de estas áreas se promueven los usos indirectos como el ecoturismo, la recuperación de la flora y fauna silvestre en vías de extinción y el aprovechamiento de productos no maderables.

Las concesiones para conservación vienen generando mucho interés en Perú porque:

(i) Otorgan seguridad jurídica a la inversión que realizan las personas o instituciones interesadas en la conservación de la biodiversidad y valores asociados, complementando las estrategias de conservación de biodiversidad desde la sociedad civil, sin constituir un mayor gasto para el gobierno.

(ii) También constituyen una oportunidad para aquellas personas, poblaciones organizadas y/o instituciones con interés en conservar o proteger algunos elementos valores asociados a la diversidad biológica como, por ejemplo, cuencas hidrográficas, laderas y zonas altas para control de erosión y protección contra desastres naturales, así como otros servicios ambientales del bosque. En otras palabras, es una buena opción para otorgar derechos de ocupación formal del bosque, bajo una óptica de implementación del ordenamiento de la superficie forestal del Estado.

(iii) Constituye una buena herramienta para las instituciones que desean realizar trabajos a largo plazo y con importante inversión en investigación y monitoreo de la diversidad biológica.

(iv) En la medida que la deforestación evitada cada vez goza de mayor apoyo por parte de los gobiernos y también en los mercados de servicios ambientales alternativos al Protocolo de Kyoto, este instrumento abre la puerta para beneficiarse de dichos mercados emergentes con proyectos de cuarenta años y más.

d. Concesiones para ecoturismo. Se otorgan a título oneroso sobre tierras del Estado calificadas como de protección u otras con valores paisajísticos, sobre una extensión máxima de 10.000 ha. El plazo de la concesión es de hasta cuarenta años, renovables.

Las concesiones para ecoturismo confieren a su titular la facultad de aprovechar sosteniblemente el paisaje natural como recurso, en las condi-

ciones y con las limitaciones que se establecen en la legislación específica y el correspondiente contrato.

El titular no puede hacer aprovechamiento de otros recursos naturales, como por ejemplo la flora o fauna que existen en el área concedida. Tampoco podrá realizar aprovechamiento de la madera que pueda existir en el área de la concesión, pues esto no sería congruente con su objeto y para ello existe el sistema de concesiones forestales con fines maderables.

El área de la concesión se define en base a los estudios técnicos que presente el concesionario como parte de su propuesta técnica, pudiendo alcanzar como máximo una superficie de diez mil (10.000) hectáreas.

Esta modalidad de concesión es muy ventajosa, pues sobre ella el titular puede imponer gravámenes e, incluso, ceder su posición contractual con la aprobación previa del Instituto Nacional de Recursos Naturales (Inrena). Es más, con la autorización expresa del Inrena, el concesionario puede desarrollar, directamente o a través de terceros, actividades económicas secundarias que maximizan la rentabilidad de la concesión.

Hasta la fecha se han otorgado 25 concesiones para ecoturismo sobre una superficie de 55.657 has.

El valor agregado de la conservación privada y comunal

Si bien el Perú mantiene aún un mayor porcentaje de tierras públicas vs. tierras privadas, estas últimas reúnen excelentes condiciones para trabajar de manera eficiente en conservación por las siguientes razones:

- Dependen en gran medida de la voluntad y capacidad de sus propietarios.
- Existen muchas propiedades ubicadas en zonas de alta diversidad biológica pertenecientes a comunidades indígenas o campesinas, ONG, empresarios, familias, etc.
- Con la voluntad del propietario se puede planificar un trabajo a largo plazo que trascienda, incluso, varias generaciones.
- Obtener un título de conservación privada permite fortalecer el derecho de propiedad y desarrollar proyectos rentables y convenientes para los propietarios y la comunidad local.
- El trabajo con propietarios privados permite además establecer claramente la corresponsabilidad entre el Estado y la sociedad civil por conservar el patrimonio natural de la Nación y construir una sociedad basada en una relación armoniosa con la naturaleza.

De otro lado, el aumento progresivo y constante de las iniciativas privadas y comunales de conservación en el Perú nos muestra el interés de la sociedad civil por desarrollar estas actividades con seguridad jurídica. Asimismo, las diversas normas reglamentarias aprobadas evidencian que el Estado ha estado ocupado en consolidar el marco legal requerido para que éstas puedan implementarse de una manera adecuada. Pero las normas por sí solas no son suficientes, pues son parte de un proceso que ha incluido el desarrollo conceptual de las herramientas; la difusión de sus características, ventajas y desventajas, y la capacitación y el acompañamiento a las autoridades competentes e interesados.

A la fecha, se ha constituido una Red de Conservación Privada y Comunal a nivel nacional y también a nivel local; se ha llevado a cabo el Primer Foro Nacional de Conservación Privada y Comunal contando con la participación de más de 200 personas; herramientas de conservación privada han permitido consolidar corredores ecológicos en conjunto con áreas naturales protegidas de nivel nacional; predios que se encontraban dentro de la zona reservada Cordillera de Huayhuash han sido reconocidos como áreas de conservación privada constituyéndose las ACP en una alternativa para la categorización de zonas reservadas³ cuando las circunstancias lo permitan.

El avance y la evolución de la conservación privada en el Perú son tangibles, más de medio millón de hectáreas vienen siendo conservadas por empresas, comunidades, personas naturales y asociaciones sin fines de lucro. En el Lago Tres Chimbadas (ver: www.conservacionprivada.org) se ha implementado un acuerdo entre una empresa turística y la Comunidad Nativa de Infierno para la gestión de una concesión para ecoturismo. Los miembros de la comunidad ya están recibiendo beneficios y están capacitando a sus nuevas generaciones para que continúen con su proyecto ecoturístico en el futuro. Somos pues testigos de cómo los esfuerzos de personas de distintos lugares, culturas y edades van alimentando una cultura de conservación que se forja cada vez con más fuerza.

Por otro lado, obviamente se han multiplicado las amenazas. La política de promoción de las inversiones en hidrocarburos ha llevado a que tan sólo en tres años pasemos de tener un 15% a más del 63% de la Amazonía con derechos otorgados para el desarrollo de actividades de exploración y/o explotación de hidrocarburos. Consecuentemente, ello ha generado superpo-

³ Las zonas reservadas gozan de un status transitorio como áreas naturales protegidas hasta que se lleven a cabo las investigaciones que permitan definir la categoría que les corresponde de acuerdo a sus características específicas.



Áreas de conservación privadas

- ACP-001 ACP Chaparri
- ACP-002 ACP Bosque Natural El Cañoncillo
- ACP-003 ACP Pacllón
- ACP-004 ACP Huayllapa
- ACP-005 ACP Sagrada Familia
- ACP-006 ACP Huiquilla
- ACP-007 ACP San Antonio
- ACP-008 ACP Abra Malaga
- ACP-009 ACP Jirishanca
- ACP-010 ACP Abra Patricia
- ACP-011 ACP Bosque Nublado

Concesiones para ecoturismo

- CE-001 Tiburcio Huacho
- CE-002 Tambopata Expeditions
- CE-003 Inka Terra
- CE-004 Ecoamazonia Lodge
- CE-005 Gilberto Vela

- CE-006 Inversiones Manguare
- CE-007 Ismael Cisneros
- CE-008 Fernando Rosemberg
- CE-009 Sixto Delgado
- CE-010 Ricardo Pissani
- CE-011 Lagartococha
- CE-012 Madesos
- CE-013 Jungle Odyssey
- CE-014 Martin Alejo Condori
- CE-015 Zafre
- CE-016 Amtuset
- CE-017 CCNN Infierno
- CE-018 Amaitus
- CE-019 Inversiones Leniperú +
- CE-020 Justiniano Zúñiga
- CE-021 Maveco Sand Tours SRL
- CE-022 Pantiacolla Tours
- CE-023 Juan Carlos Hidalgo
- CE-024 Abraham Aguirre
- CE-025 Rainforest Expeditions

Concesiones para conservación

- CC-001 Acca
- CC-002 Aprodes
- CC-003 Paraíso de Yurilamas
- CC-004 Aicon 1
- CC-005 Conservación Internacional
- CC-006 Picaflor Research Center
- CC-007 Lotty Morey
- CC-008 Amaru Mayu
- CC-009 WCS
- CC-010 Antonio Fernandini
- CC-011 Carlos Bermínzon
- CC-012 Universidad Alas Peruanas
- CC-013 CCNN Queros
- CC-014 Ampa
- CC-015 Asociación Civil Aves del Perú

Servidumbre ecológica

- SE-001 SE Santa María
- SE-002 Huyquilla y Municipalidad El Tingo
- SE-003 SE Ecoan

siones de derechos entre lotes de hidrocarburos y herramientas de conservación privada. En algunos casos, el aprovechamiento de hidrocarburos en una concesión para conservación o para ecoturismo puede resultar incompatible y ello exige una adecuada coordinación previa entre las autoridades para evitar atentar contra la seguridad jurídica de ambos inversionistas.

Finalmente, tenemos el “boom de los biocombustibles” que implica nuevas expectativas en los agricultores, autoridades y tomadores de decisión. A ello hay que sumarle la presencia de nuevas técnicas que permiten que la agricultura en la selva genere mayores beneficios que aquellos que generaba hace algunas décadas. De no tomarse medidas en el corto plazo, ello puede acarrear un mayor avance de la frontera agrícola en tanto la legislación vigente continúe incentivando perversamente al agricultor para que tale el bosque. Esto en la medida que el Estado únicamente titula aquellas áreas del bosque que han recibido “mejoras”, entendidas las mejoras como el cambio de uso de suelo para posibilitar la producción agrícola. Para algunos sectores del Estado, el bosque en pie sigue siendo improductivo.

Estamos, pues, ante la presencia de nuevos actores y de un escenario cada vez más competitivo. La conservación es una entre las distintas opciones y para su promoción es necesario establecer incentivos que atraigan tanto a las personas cuyos proyectos de vida están ligados a la conservación como a aquellas personas que ven una oportunidad de desarrollo económico.

Creemos sin embargo que el panorama es favorable. En las reuniones internacionales sobre cambio climático ya se habla de la importancia de la deforestación evitada y las experiencias de pago por servicios ambientales o compensación por servicios ecosistémicos son cada vez más frecuentes. El futuro de la conservación va a depender de nuestra capacidad de ver oportunidades en donde la mayoría sólo ve amenazas, de ser más eficientes y de ser capaces de mostrar los beneficios que genera invertir en conservación⁴. El reto está en nuestra capacidad de adaptarnos a un nuevo contexto con nuevos actores e intereses.

Palabras clave: iniciativas privadas y comunales de conservación del medio ambiente en Perú; energía; economía del medio ambiente.

~ ~ ~

⁴ Un caso interesante está vinculado a la construcción de la Carretera Interoceánica Sur, en donde las herramientas de conservación privada han sido incluidas en el marco de una estrategia para mitigar los impactos ambientales de la carretera.

EL GRAN EXPERIMENTO CONSERVACIONISTA PARQUE ADIRONDACK

Ross S. Whaley

Considero que el Parque Adirondack es el “gran experimento conservacionista”. En Estados Unidos, las leyes y políticas asociadas a dicho parque a menudo han sido las primeras en su tipo, siendo posteriormente copiadas por otros estados o por el gobierno federal.

Según Porter *et al.*¹:

[E]stas decisiones aportaron un caudal de conocimientos que son la base del concepto estadounidense de conservación. Moldeadas por una ambición visionaria, las decisiones fueron implementadas día a día y punto por punto por personas que entregaron no sólo talento y energía, sino además pasión. Las lecciones aprendidas por estas personas prepararon el terreno para una política de largo alcance que introdujo el tema de la conservación en el lenguaje cotidiano de los Estados Unidos y de su gobierno. La experiencia de Theodore Roosevelt en Adirondack aportó el impulso para el establecimiento del Servicio Nacional Forestal y los Parques Nacionales. Lo aprendido en Adirondack fue un antecedente para las leyes medioambientales de los años 60, entre las que se destaca la *Wilderness Act* (Ley de Zonas Naturales) de 1964. La Reserva Forestal de Adirondack fue la primera en demostrar el valor económico de preservar los ecosistemas naturales, el valor espiritual de la conservación de las tierras vírgenes, el valor ecológico de proteger un vasto y casi intacto ecosistema por medio de la incorporación de la gente a un parque, y el valor político de administrar los recursos naturales de una región para usos múltiples. Hoy en día, este inusual parque ofrece lecciones a los responsables de las políticas en todo el mundo que luchan por la protección del medio ambiente natural, a la vez que prestan atención a los problemas inmediatos de desarrollar comunidades pujantes y economías viables.

ROSS S. WHALEY. Destacado experto en manejo y desarrollo de recursos naturales. Fue director de Adirondack Park y presidente del State University College of Environmental Science (ESF), Siracusa, N.Y. entre los años 1984 y 1999. Entre otras importantes actividades profesionales y de servicio público ha sido, además, presidente de la Society of American Forestry y del Pinchot Institute of Conservation.

¹ Porter, William F., Jon D. Erickson y Ross Whaley: “Cornerstones of Conservation and Development: Voices from the Adirondack Park”. En imprenta.

El experimento prosigue hasta el día de hoy. Y el Parque Adirondack también continúa siendo un caso único entre los parques de los Estados Unidos. Haré una breve reseña de su historia, su historia natural, las instituciones reguladoras que lo controlan y sobre su potencial como modelo de desarrollo sustentable para las zonas naturales rurales.

En la actualidad, el parque se encuentra dividido casi por igual entre terrenos privados y estatales. Es inmensamente grande, aproximadamente del tamaño del estado de Vermont (USA), o 1,3 veces el tamaño de la Región de los Ríos de Chile. Tiene cerca de 132.000 residentes permanentes y otros 200.000 residentes temporales. Incluye 103 pueblos y aldeas.

Un poco de historia

Después de la guerra de independencia, a raíz de la cual los Estados Unidos se escindieron de Gran Bretaña, el estado de Nueva York reclamó para sí la propiedad de las tierras dentro de los límites estatales. Luego el estado entregó estas tierras a particulares, principalmente para granjas. Las tierras en la región montañosa de Adirondack no eran aptas para la agricultura y sólo se destinó una pequeña parte de ellas al desarrollo de esta actividad. Sin embargo, a mediados del siglo diecinueve la industria de productos forestales adquirió gran parte de las tierras para producir madera a ser usada en la construcción en las ciudades que estaban creciendo: Nueva York, Filadelfia, Siracusa, etc. Debido a que el tipo de tala que se llevaba a cabo estaba destruyendo las cuencas que proveían de agua a la ciudad de Nueva York, y las inundaciones eran frecuentes, el estado de Nueva York decidió que el resto de las tierras forestales que aún no habían sido vendidas a particulares y compañías privadas permanecieran en manos del estado. En consecuencia, en 1885 se creó la Reserva Forestal, con el fin de establecer mejores prácticas forestales y así tener reservas perpetuas de madera y proteger las cuencas hidrográficas del lugar (esto antecedió por seis años a la Ley de Reservas Forestales de 1891). Sin embargo, en menos de una década, estas tierras pasaron a ser consideradas como lugares privilegiados de esparcimiento, especialmente por personas adineradas, las que comenzaron a comprar terrenos para la construcción de palaciegos “refugios” de verano. Así comenzó una controversia entre los que estaban a favor de la supresión de las talas en la Reserva Forestal y los que querían manejar los bosques para producción de madera. En rápida sucesión, en 1892 se aprobó una ley que trazó una línea alrededor de la Reserva Forestal y los terrenos particulares intermedios, todo lo cual pasó a llamarse Parque Adirondack. Dos años después, en 1894, se aprobó una enmienda constitu-

cional prohibiendo la tala en la Reserva Forestal de propiedad del estado, declarándola “por siempre tierra virgen”.

Las tierras actualmente propiedad del Estado o las que se adquieran en adelante, que constituyan Reservas Forestales, como actualmente lo estipula la ley, deberán conservarse como áreas de bosque virgen, no podrán ser arrendadas, vendidas o dadas en trueque, o tomadas por ninguna corporación, pública o privada, ni su madera vendida, retirada o destruida².

La declaración de estas tierras como “por siempre tierra virgen” antecedió en setenta años a la Ley de Zonas Naturales de los Estados Unidos (Wilderness Act) —una vez más, parte del experimento que a la larga fue copiado por el gobierno federal.

Un poco de historia natural

El Parque Adirondack constituye la más grande superficie de bosques templados protegidos del mundo. En Estados Unidos existen áreas con montañas más altas y estados donde se dice que hay más lagos, pero en ningún otro lugar de Estados Unidos puede encontrarse una combinación tan rica de montañas y lagos. Tiene cuarenta y seis picachos de más de 4.000 pies de altura (1.220 mts. aprox.); si se consideran los lagos pequeños o lagunas, la cifra es superior a once mil, aparte de miles de millas de arroyos y ríos. Algunas de las cumbres tienen vegetación del tipo alpino que no se presenta sino hasta más al norte, en Canadá. En la actualidad, es evidente el impacto que han tenido en vida silvestre los ya cien años de protección de la Reserva Federal. Muchos de los animales que alguna vez se extinguieron allí o fueron considerados especies en peligro han retornado. El castor, el martín pescador, el águila calva y el alce han regresado al parque.

El uso recreativo de los recursos naturales de la Reserva Forestal es un factor crítico en la economía del parque. La aldea de Lake Placid ha sido dos veces sede de las Olimpiadas de Invierno. Los deportes de nieve motorizados son un importante componente de la economía invernal en varios lugares del Parque. Varios millones de visitantes llegan durante el verano

² “The lands of the State now owned or hereafter acquired, constituting the Forest Preserves, as now fixed by law, shall be forever kept as wild forest lands, they shall not be leased, sold or exchanged, or be taken by any corporation, public or private, nor shall the timber thereon be sold, removed or destroyed.”

para pescar, hacer caminatas, escalar montañas, nadar o visitar sus dos extraordinarios museos, uno de ellos dedicado a la historia social y cultural del parque y el otro a la historia natural.

Control de desarrollos en tierras de propiedad de privados y control del uso en la Reserva Forestal

Aun cuando la Reserva Forestal había estado protegida de intervenciones desde fines del siglo XIX, la presión inmobiliaria sobre la tierra en manos privadas comenzó a crecer en la década de los 60. Dos factores explican este aumento en las presiones inmobiliarias: la subdivisión y venta de grandes propiedades privadas debido a la creciente carga tributaria de seguir conservando esas tierras, y el cada vez mayor mercado de casas de verano impulsado por el incremento en la renta disponible de muchas familias estadounidenses. Surgió así la preocupación de que un desarrollo inmobiliario descontrolado pudiese destruir el carácter especial del Parque Adirondack.

Nelson Rockefeller, en esa época gobernador del estado de Nueva York, estableció una Comisión de Estudios Temporal para tratar el asunto. Fruto de esta Comisión se creó la Agencia del Parque Adirondack (APA) en 1971. Ésta fue una política altamente controvertida, debido a que delegaba en una institución estatal los poderes que tradicionalmente se otorgaban a instancias de gobierno de menor jerarquía (condados y ciudades). La APA no sólo tenía poder regulador sobre las tierras privadas, sino que además se le otorgó autoridad sobre las actividades de planificación de la agencia estatal que administraba la Reserva Forestal, el Departamento de Conservación del Medio Ambiente (DEC, sigla en inglés). Esto también causó controversia ya que le otorgaba poder a una nueva y pequeña agencia gubernamental (APA) para dirigir las actividades de una agencia grande, establecida y desarrollada (DEC).

En sus primeros años la APA desarrolló y consiguió que el congreso estatal y el gobernador aprobaran un Plan de Uso y Desarrollo del Suelo del Parque Adirondack (Adirondack Park Land Use and Development Plan) para la regulación del desarrollo de las tierras privadas, y el Plan Maestro para las Tierras Estatales del Parque Adirondack (Adirondack Park State Land Master Plan), que regula las actividades en la Reserva Forestal. Según Porter *et al.*:

En muchos aspectos, los documentos de la Ley que creó la Agencia del Parque, el Plan Maestro y el Plan de Desarrollo

están entre los más importantes en lo que respecta a conservación en Estados Unidos. Son los primeros en establecer una agenda de planificación regional que promueve la sustentabilidad de las tierras vírgenes y además la vitalidad económica. Estos documentos han demostrado ser tremendamente anticipatorios respecto a los desafíos claves que parques como el de Adirondack enfrentarían más adelante, y han resistido los cambios en la economía y las amenazas sociales y ecológicas al parque. En términos legales, estos documentos son largos y complejos, pero su esencia puede capturarse a partir de la descripción que hacen de la clasificación del uso del suelo y de sus pautas de manejo.

Plan de Uso y Desarrollo de Suelos del Parque Adirondack. La Ley que creó la Agencia del Parque de Adirondack requería que ésta preparara un plan de uso de suelos para todas las tierras del parque, a excepción de las pertenecientes al estado. Específicamente, el plan debía contener un mapa que mostrara una serie de categorías de usos aceptables de suelo. Para cada categoría, el plan debía tener un texto describiendo el tipo, carácter y extensión del uso permitido, y una descripción de cualquier limitación impuesta al desarrollo inmobiliario y su propósito. Las clases de suelos incluyen:

- Cabañas.
- Áreas de intensidad moderada de uso.
- Áreas de baja intensidad de uso.
- Áreas de uso rural.
- Áreas de manejo de recursos.
- Áreas de uso industrial.

El plan debía concentrar especialmente la atención en la línea de playa, fijando los estándares para el ancho de los terrenos, la distancia que las edificaciones y sistemas sépticos mantendrían del lago, y el desbroce de vegetación a lo largo de la línea de playa. La intención del Plan de Desarrollo era canalizar las construcciones comerciales y residenciales hacia áreas donde éstas ya existían o donde los impactos ambientales pudieran ser minimizados. Como dice el Plan de Uso de Suelos “no se aprobará ningún proyecto que tenga un ‘impacto adverso’ no deseado”.

Plan Maestro para las Tierras Estatales del Parque Adirondack

El Plan Maestro se concentra principalmente en la Reserva Forestal de Adirondack, protegida como tierra *por siempre virgen* por la Constitución del estado. La premisa del Plan Maestro es que el uso de las tierras

públicas será alentado siempre y cuando no se degraden ni los recursos físicos y biológicos ni los atributos sociales o psicológicos.

La ley que habilita a la Agencia del Parque Adirondack requiere que la Agencia evalúe todas las tierras públicas y las clasifique para su permanente manejo. Los determinantes fundamentales de la clasificación del uso del suelo son las características físicas y biológicas del territorio, y su capacidad asociada para soportar el uso humano. Por ejemplo, las comunidades alpinas son frágiles debido a condiciones físicas y biológicas de altura, y en consecuencia están limitadas a senderos para excursionistas que permiten la protección de la vegetación que los rodea. Los factores sociales y psicológicos tales como la calidad del paisaje o la oportunidad de experimentar la lejanía (*remoteness*) también son evaluados. Por último, la clasificación reconoce las instalaciones e infraestructura existente, como por ejemplo carreteras o áreas de esquí en funcionamiento.

La piedra fundamental del Plan Maestro la constituyen las zonas naturales y el plan incorpora frases específicas tomadas directamente de la Ley de Zonas Naturales de 1964:

Este documento reconoce una zona natural, en contraste con aquellas áreas donde el hombre y sus propias obras dominan el paisaje, como un área donde la tierra y su comunidad de vida no dependen del ser humano, donde el ser humano es un visitante que no permanece.

Las áreas de la Reserva Forestal se clasificaron comenzando por las “zonas naturales”, como las más protegidas, hasta las de “uso intensivo”, que permiten la construcción de lugares de campamento. Las diferentes clasificaciones son:

- Zona natural.
- Primitiva.
- Áreas de canotaje.
- Bosques vírgenes.
- Uso intensivo.
- Áreas históricas.
- Áreas de administración estatal.

Por último, el Plan Maestro requiere que el Departamento de Conservación del Medio Ambiente prepare planes formales de manejo para todas las unidades de tierras públicas al interior del parque. Éstos deben incluir un inventario de los recursos naturales, paisajísticos y culturales, así como el uso público actual proyectado. Los planes también deben proporcionar un

análisis de los ecosistemas y una evaluación de hasta qué punto el uso público ha sido congruente con la capacidad de estos ecosistemas para sustentar dicho uso. Se debe prestar atención especial a las áreas amenazadas por exceso de uso o donde se requiera rehabilitación. Para garantizar que los planes de manejo se realicen dentro del contexto de un parque que incluye tanto tierras públicas como privadas, éstos deben estar integrados a las características y objetivos de manejo de tierras públicas y privadas que son adyacentes.

Un modelo para el desarrollo sustentable

Este *gran experimento conservacionista* continúa hasta hoy. Como la atención y el vocabulario usado por la sociedad han ido evolucionado desde la conservación hacia el desarrollo sustentable, el Parque Adirondack podría servir como modelo de desarrollo sustentable para zonas rurales en otros lugares de Estados Unidos e incluso en el mundo. En el Parque Adirondack los elementos para el desarrollo sustentable deben incluir lo siguiente:

1. Proteger la integridad ecológica de la Reserva Forestal.
2. Garantizar una transición fluida desde las tierras públicas de la Reserva Forestal hacia las tierras privadas adyacentes. Es decir, no queremos que el espacio público sea hermoso y el privado feo. Por el contrario, las tierras privadas deben ser desarrolladas siguiendo las normas de estar “libres de impacto adverso no deseado”. Los pueblos y comunidades de los alrededores deben tener una personalidad propia que sea motivo de orgullo para la comunidad que vive allí.
3. Proteger la calidad del agua porque es el recurso más importante del parque. Personalmente, sostengo que la calidad y cantidad del agua es el problema medioambiental de corto plazo más importante del mundo. El parque se da el lujo de contener cuerpos de agua abundantes y de alta calidad. El riesgo está en que debido a su abundancia demos por sentado que su resguardo está asegurado y no los protejamos lo suficiente. Precisamos un mejor entendimiento de la “capacidad de carga” de los cuerpos de agua y de cómo traducirla en una política.
4. Promover actividades económicas que no destruyan ni empobrezcan los recursos naturales de los que dependan dichas actividades u otras.

Para el Parque Adirondack, el logro de estos objetivos requiere una visión y una responsabilidad compartidas. La historia de Adirondack es una de conflictos: conflictos entre inmobiliarias y ambientalistas, conflictos en-

tre los residentes del parque y los usuarios no residentes, conflictos entre funcionarios del gobierno estatal y del gobierno local. El parque ha tenido éxito gracias a la imaginación visionaria de unos pocos con la necesaria influencia política para hacerlo realidad. Ahora que podemos documentar el éxito del Parque Adirondack, es el momento de tener una visión compartida y una responsabilidad compartida hacia el futuro. Esta responsabilidad debe ser compartida entre los representantes elegidos tanto a nivel estatal como local. A nivel local la responsabilidad debe ser compartida entre ciudadanos, directores de escuelas, directores de caminos, juntas planificadoras, y todos los participantes en desarrollos inmobiliarios que consideran que lo que mejor sirve a sus intereses es el desarrollar el área de manera que no haya “un efecto adverso no deseado”.

Palabras clave: Parque Adirondack, Estados Unidos; conservación del medio ambiente; economía del medio ambiente.

~ ~ ~

III. EL CONTEXTO NACIONAL

LA EXPERIENCIA DE LA FUNDACIÓN LAHUÉN

Sergio Vergara*

A fines de 1990 un grupo de privados consiguió US\$ 160.000 para comprar un predio de cuatrocientas hectáreas de bosque de araucarias en la localidad de Pichares, al oriente de Pucón, IX Región. El predio se sitúa en una altitud entre 1.100 y 1.600 metros sobre el nivel del mar, entre los parques nacionales Villarrica y Huerquehue.

Los fondos provinieron de la Fundación Frank Weeden, que dio US\$ 50.000, Patagonia que entregó US\$ 40.000, Esprit-Chile (controlada por Douglas Tompkins) que aportó US\$ 40.000, y Ancient Forest Internacional, que entre sus asociados y con muchas donaciones individuales logró reunir US\$ 30.000. Obtenidos los fondos, se convocó a un grupo de amigos integrado por Rick Klein, Nicole Mintz, Sergio Grau, Adriana Hoffmann, Manfred Max Neef, Miguel Sandor y Sergio Vergara para organizar una entidad con capacidad suficiente para inscribir a su nombre el predio y garantizar tanto su integridad como su conservación. En abril de 1991 Fundación Lahuén obtuvo su personalidad jurídica, siendo el primer organismo nacional sin fines de lucro cuyo objeto exclusivo era la conservación de ecosistemas forestales privados. Con los fondos reunidos, la Fundación compró el predio al grupo de privados iniciales, el que fue bautizado como “Santuario El Cañi”. Más adelante, en 1993 y gracias al apoyo financiero de la Foundation for Deep Ecology, que entregó US\$ 37.000 con este fin, Fundación Lahuén compró 85 hectáreas adicionales, para completar la actual superficie de la reserva El Cañi de 485 hectáreas.

Los objetivos de la Fundación son:

- a) La conservación del bosque nativo a través de la creación de reservas forestales privadas;
- b) La compra o adquisición de bosques, especialmente nativos, para mantenerlos bajo protección y conservación, así como la reforestación de sectores dañados;

SERGIO VERGARA LARRAÍN. Abogado. Fundador de la Fundación Lahuén.

* Extracto de la presentación de Sergio Vergara L. redactado por Leonel Sierralta.

c) La mantención, protección y conservación de ecosistemas o predios forestales, sean éstos propios o de terceros; y

d) La difusión y promoción de la conservación del bosque nativo, la educación adecuada a este propósito, así como ampliar la conciencia ecológica.

Como un resguardo importante, los estatutos de Fundación Lahuén prohíben vender, enajenar, explotar comercialmente o manejar en forma destructiva los bosques que sean de su dominio o que le sean entregados por terceros para su cuidado o administración.

Reserva El Cañi

La Fundación Lahuén estableció los siguientes objetivos para la reserva El Cañi:

- Mantener la belleza natural de El Cañi.
- Educar a través de la experiencia.
- Promover la investigación sobre biodiversidad y ecología.
- Procurar su sostenibilidad mediante la creación de incentivos económicos atractivos para la población local, y su autosuficiencia, con el fin de no depender permanente y exclusivamente de la ayuda exterior.

En el interior de la reserva El Cañi existe un cono volcánico, hay una docena de pequeños lagos y un mirador con vistas panorámicas de 360 grados desde el cual se avistan volcanes nevados, picos de granito, grandes lagos y el cordón montañoso que limita con Argentina. El Cañi alberga una variedad importante de especies arbóreas, en especial lenga, araucaria y coigüe, una multitud de fauna silvestre, en que destacan el puma y el gato montés, y una enorme variedad de aves. En la parte superior de la reserva predomina la araucaria.

En abril de 1992, un grupo de amigos de El Cañi, formado por residentes locales y visitantes extranjeros, inauguró una cabaña rústica a los pies de la reserva con agua corriente y electricidad, como punto de llegada y de partida, lugar de encuentro y refugio de emergencia. Más tarde, mediante un proyecto de capacitación e infraestructura financiado por el Fondo de las Américas, se construyó un refugio en la reserva misma, con unos 100 m² de superficie, que contempló además un espacio cubierto para instalar carpas. Este refugio se utiliza principalmente en invierno y fue refaccionado el año pasado.

Fundación Lahuén dio inicio a sus programas de educación ambiental en El Cañi durante 1993, teniendo en vista estimular el diálogo y la reflexión sobre la relación entre la humanidad y la naturaleza y comprometer en esta tarea a expertos en diferentes campos para educar sobre la complejidad de los ecosistemas. Los programas contemplaban sumergirse en la naturaleza, a través de caminatas guiadas, camping ecológico y debates. Sólo en el primer año del programa, el Proyecto Educativo El Cañi lideró 38 excursiones en la reserva en las que participaron 62 estudiantes y 247 adultos. Se dieron charlas con exhibición de diapositivas a amplios grupos, orientadas a promover una mayor conciencia sobre la conservación de los bosques y los objetivos del proyecto El Cañi. Sólo durante el primer año participaron en ellas 437 estudiantes y 247 adultos. Finalmente, durante tres años consecutivos el Fondo de las Américas financió proyectos educativos, de capacitación y de infraestructura, con énfasis en la enseñanza, capacitación y participación de la comunidad local.

Con el fin de conservar, educar y cumplir sus objetivos, Fundación Lahuén se decidió a utilizar el gran potencial de la reserva para obtener ingresos a través del ecoturismo. Para ello se estableció que los visitantes debían pagar una entrada al parque y contratar los servicios de un guía entrenado para recorrerlo y mostrarlo a cabalidad, con suficiente información sobre la espectacular flora y fauna de El Cañi y conocimientos para conducir al turista por senderos preestablecidos para llegar a los puntos de mayor interés sin dañar el ecosistema. Inicialmente no se aceptarían visitas sin guías, en un esfuerzo por evitar daños a la belleza natural.

Situación actual

A la fecha visitan la reserva El Cañi unos setecientos turistas durante el verano, pagando una entrada de \$ 3.000 cada uno, más \$ 3.000 adicionales cuando utilizan guías. Durante esta estación se permite la entrada sin guías, porque existe una buena señalética para llegar a los puntos de mayor interés; además se contrata un guardaparque que colabora con los visitantes. Fuera de los meses de verano visitan la reserva unos cuatrocientos estudiantes de escuelas municipales y privadas.

Acuerdos con la comunidad local

La gestión de la reserva ha considerado, permanentemente, un delicado equilibrio con la comunidad local. La sustentabilidad está basada en la aceptación y, más que ello, en el compromiso de los vecinos con su tarea de

conservar, lo que se ha logrado en forma muy satisfactoria. Sin embargo, hay unas quince propiedades contiguas de agricultores pequeños o medianos y todos tienen animales de crianza, especialmente vacunos. Para evitar el pastoreo de ganado dentro de la reserva, se han construido cinco kilómetros de cercos que en los primeros años permitieron el crecimiento de los renovales de lenga, hasta entonces comidos y pisoteados por los animales del vecindario. Ello hizo posible que hoy existan árboles que ya forman una masa juvenil capaz de resistir la depredación animal.

La reserva El Cañi, primera área silvestre protegida de propiedad privada, cuyo propietario es la primera organización sin fines de lucro dedicada exclusivamente a la conservación forestal, ha vivido un constante vaivén de éxitos y fracasos. Sin embargo, constituye un experimento que valió la pena realizar, un proyecto que valió la pena acometer, y una gran enseñanza para muchos.

Palabras clave: Reserva El Cañi, Chile; Fundación Lahuén; bosque nativo; economía del medio ambiente.

~ ~ ~

EL OCÉANO Y LA CONSERVACIÓN EN CHILE: LOS ETERNOS OLVIDADOS*

Juan Carlos Castilla

1. Introducción y regímenes marítimos

Los océanos (mares) representan aproximadamente el 75% de la superficie del planeta Tierra y, sin embargo, desde el punto de vista de la conservación, preservación de sus ambientes y biotas y la explotación sustentable de sus recursos, son nuestros eternos olvidados. Esto se debe a varias causas. Una no menor es que los océanos no forman parte directa de lo que normalmente consideramos *nuestro hábitat natural*: somos “seres terrestres”. Con ello ignoramos las conexiones esenciales entre océano-atmósfera-sistema terrestre, que determinan en último término *nuestro hábitat natural*. La extensión de los océanos, sus inmensidades y los conocimientos incipientes sobre ellos (es posible que se conozca más de algunos sistemas extra-terrestres que de los océanos) hacen que normalmente les demos la espalda. Esto es especialmente verdad en Chile, donde la expresión: “vivimos de espaldas al Pacífico” no es sólo un dicho sino que una realidad. Adicionalmente, los océanos son nuestros eternos olvidados porque tienen una gran capacidad para absorber, aminorar y “disfrazar”, hasta cierto punto, nuestras agresiones ambientales o extractivas hacia ellos. Muchas personas, comunidades o Estados, aún consideran que los océanos son ilimitados, inmutables y difíciles de perturbar (véanse las raíces de estas antiguas concepciones de Grotius, 1609, en Anad, 1980, y Huxley, 1884). Esto no es verdad. Por ejemplo, la sobre-explotación de los recursos marinos renovables es ya una realidad desde hace más de unos 50 años (Botsford *et al.*, 1997). Más recientemente, los cambios climáticos globales están poniendo de manifiesto importantes modificaciones en los mares; por ejemplo, la aci-

JUAN CARLOS CASTILLA. Ph.D. Biología Marina, University of Wales. Profesor titular del Departamento de Ecología, Facultad de Ciencias Biológicas, P. Universidad Católica de Chile. jcastilla@bio.puc.cl.

* Agradezco la invitación del Centro de Estudios Públicos (CEP), y en especial de Leonel Sierralta, para dictar esta charla en el encuentro “Liderazgo del sector privado en la conservación del medio ambiente”. Este trabajo fue financiado por el proyecto Fondap-Fondecyt 1501-0001, Center for Advanced Studies in Ecology and Biodiversity.

dificación de las aguas oceánicas debido al incremento atmosférico de la concentración de CO₂ muestra una tendencia ascendente y existen evidencias de ampliación de las zonas de mínimo de oxígeno (Stramma *et al.*, 2008).

Finalmente, los principios de territorialidad marina (oceánica) son muy distintos de aquellos que rigen los de la territorialidad terrestre. Desde el punto de vista histórico las “leyes de los mares” se establecieron por costumbre y en ellos no existe el derecho de propiedad privada (del mismo modo que con el aire). Éste (el derecho de propiedad privada) es un derecho fundamental en los sistemas terrestres. Tres han sido los regímenes territoriales marítimos básicos que se han incorporado primero en leyes costumbristas tradicionales y luego en legislaciones internacionales: a) regímenes de soberanías nacionales: que son similares a una personalidad jurídica por parte de un Estado sobre los océanos; b) regímenes de *res nullius*: caracterizados por una falta de soberanía o propiedad, la que sin embargo permanece disponible de apropiación por un reclamante; es decir, puede ser objeto de ley soberana; c) regímenes de *res communis*: referente a un tipo de área, o un objeto móvil, del que no puede haber apropiación de modo que se impida su uso por otros; por lo tanto, una verdadera *res communis* no puede ser objeto de ley soberana (Anand, 1980; Morell, 1992). La Law of the Sea (LOS) (United Nations Convention on the Law of the Sea) y la Law of the Sea Treaty son los acuerdos internacionales más trascendentes que resultaron de la Tercera Conferencia sobre la Ley del Mar (UNCLOS III: 1972-1982). Allí se definen los derechos y responsabilidades de las naciones respecto del uso de los océanos, estableciéndose guías para el tráfico, los negocios, el ambiente y el manejo de los recursos marinos. La Convención y la LOS entraron en vigencia en 1994 y al presente 155 países y la Unión Europea las han ratificado. Los principales espacios marítimos que son definidos y regulados en estos instrumentos internacionales son: a) Aguas Territoriales (*Territorial Waters*), comprendidas en las 12 millas náuticas desde la línea de base costera; b) Zona Contigua (*Contiguous Zone*), comprendida a partir de otras 12 millas náuticas desde el límite marino externo de la TW; c) Zona Económica Exclusiva (*Exclusive Economic Zone*), que abarca las 200 millas náuticas desde la línea de base costera; d) Aguas Internacionales (*International Waters*), aguas oceánicas más allá de la Zona Económica Exclusiva. Adicionalmente, un principio territorial marítimo, aun en discusión, es aquel de *freedom of the high seas*, que es considerado por algunos Estados con un significado de *res nullius* y por lo tanto fuera de la jurisdicción de alguna nación; mientras que para otros (la mayoría) es considerado como *res communis* o *law of the commons* (Castilla y Orrego, 1984, para las especies altamente migratorias). El largo recorrido históri-

co desde las concepciones de los mares (océanos) como un gran espacio regulado por el principio de *freedom of the sea* (*res nullius*; Grotius, 1609) fue finalmente (aunque aún sin un total consenso) regulado a través de la LOS. No obstante, lo que se ha mantenido inalterable mundialmente, y casi sin excepciones, es el concepto fundamental de que aún dentro de las regulaciones espaciales marítimas de la LOS el derecho de propiedad privada sobre el mar no existe. Este hecho tiene una enorme trascendencia para los aspectos que se tratan en este artículo sobre conservación, preservación y uso racional de los espacios y recursos marinos (oceánicos), en particular en Chile y con referencia a la Ley de Pesca y Acuicultura de 1992.

Cuando en una sociedad (estado, nación) existen bienes o recursos que no tienen pertenencia o propiedad particular o individual, sino que son bienes comunitarios (“de los comunes”), se puede producir el fenómeno conocido como la “tragedia de los comunes” (Hardin, 1968), esto es: aquellos bienes o recursos que no le pertenecen a nadie, nadie los cuida y así se pueden producir deterioros como sobre-explotaciones, reducciones poblacionales y usos o manejos inadecuados. Se han descrito dos formas básicas de superar esta tragedia: a) que el Estado (si se trata de un Estado) se haga cargo de esos bienes o recursos en nombre de todos sus ciudadanos (“los comunes”) y los administre en beneficio de ellos a través de leyes, reglamentos, incentivos; b) que dichos bienes o recursos se privatizen a particulares, en parcialidades o en su totalidad, en regímenes de administración privada propiamente tales o en formas de co-administración entre privados y el Estado (también son posibles regímenes mixtos). Estas formas de administración sobre “recursos comunes” ocurren respecto de los “territorios terrestres”, donde, por supuesto, además se da en plenitud el derecho de la propiedad privada. En base a los argumentos esgrimidos arriba, se deduce que los espacios o territorios marinos, en oposición a los terrestres, deben o pueden ser objetos de la “tragedia de los comunes”. Históricamente, la conservación y administración racional de los ambientes marinos (oceánicos) no ha pasado por la privatización a particulares. Así, este trabajo, inserto en el Seminario Internacional “El Sector Privado y la Conservación Ambiental: Biodiversidad y Áreas Protegidas”, parecería no tener mucho sentido, ya que en los mares no existe la figura legal de privatización. Sin embargo, en él precisamente se destaca el hecho de que Chile, a través de una legislación pesquera moderna, ha enfrentado la problemática de la “tragedia de los comunes” en los espacios marinos costeros usando fórmulas creativas que han promovido el co-manejo pesquero en especies bentónicas o de fondo, mariscos y algas, en el seno de comunidades de pescadores

artesanales y por ende la utilización más racional de estos recursos marinos (Castilla y Defeo, 2001; McClanahan y Castilla, 2007). Respecto de la conservación y preservación de territorios, ecosistemas y biodiversidad marina, en este trabajo se plantea y discute la idea generalizada de que existen muchos menos resguardos legales y precauciones que lo que se tiene para los territorios terrestres. En Chile, una parte no menor de esto se debe a que la legislación que regula la conservación y preservación marina es muy dispersa y es menos específica que la relacionada con la de los territorios terrestres (Fernández y Castilla, 2005).

2. Resumen sobre la legislación chilena en conservación marina y terrestre

2.1. Legislación general, sistema nacional de áreas protegidas y los sistemas marinos

Fernández y Castilla (2005) realizaron un análisis sobre la problemática de conservación marina en Chile, incluyendo perspectivas históricas, las lecciones aprendidas y los desafíos del futuro (además, véase Castilla, 1976, 1986, 1996). El año 1982 en Chile se decretó la Ley N° 18.362 sobre Áreas Silvestres, donde se definieron las regulaciones sobre conservación, preservación y categorías territoriales, principalmente terrestres del país. En el año 1994, la Ley de Bases del Medio Ambiente N° 19.300 incorporó nuevos instrumentos y reglamentos específicos. Sin embargo, en ninguna de estas dos legislaciones, centrales para la conservación y preservación de ambientes y biota de Chile, se da especial énfasis a los territorios marítimos. Por otra parte, en 1992, la Ley General de Pesca y Acuicultura (LGPA) N° 18.892 sí incluyó instrumentos específicos de conservación marina, como son los Parques Marinos. Aparte de lo anterior existen varias disposiciones en la Armada de Chile y del Ministerio de Educación (por ejemplo, que regula los Santuarios de la Naturaleza) y otras que hacen que la legislación nacional para ambientes marinos sea excesivamente dispersa y compleja. Además, en Chile, destaca la inexistencia de una institucionalidad específica para la conservación de estos sistemas. Éste no es el caso para los territorios terrestres, donde no sólo existe legislación de conservación mucho más específica, sino que una institucionalidad de larga data, como es la Corporación Nacional Forestal (CONAF). No obstante lo anterior Fernández y Castilla (2005) destacan la existencia en el país de 26 áreas marinas que pueden considerarse con algún estado de protección (en 5-6 diferentes categorías). Estos autores usan la nomenclatura de Áreas Marinas Protegidas Privadas, para referirse a sitios marinos bajo protección por parte de alguna institu-

ción privada (una universidad, por ejemplo), bajo la figura de una “concesión marina” otorgada por el Estado por un número de años. Finalmente, la Comisión Nacional de Medio Ambiente, como parte de la Estrategia Nacional de Biodiversidad (Saball *et al.*, 2006) adicionalmente ha seleccionado 26 áreas marinas a lo largo del país y las ha propuesto como áreas específicas de conservación marina, como parte del objetivo de preservar un 10% de cada uno de los ecosistemas representativos del país para 2012. En el recuento anterior sobre áreas marinas protegidas no se contemplan los cientos de Áreas de Explotación y Manejo de Recursos Bentónicos (AMERB), incluidas en la LGPA, que suman más de 1.000 km² de espacios marítimos costeros, que no tienen como finalidad la conservación en sí, sino que un manejo sustentable de los recursos artesanales bentónicos (véase Gelcich *et al.*, 2008).

2.2. Ley General de Pesca y Acuicultura y el co-manejo en el mar costero

La Ley General de Pesca y Acuicultura, con su texto refundido, coordinado y sistematizado, fue publicada en enero de 1992 y contiene los lineamientos generales de cómo Chile enfrentó en la década de los 90, en forma creativa, los problemas de administración de los recursos marinos y sus ambientes. Una de las definiciones claves en esta ley es la distinción entre la actividad pesquera industrial y la artesanal: espacios en que ellas pueden operar, características y tamaños de las flotas. Además, la LGPA creó los Registros Pesqueros Artesanales e Industriales obligatorios y la inscripción de los pescadores por recurso pesquero. Del mismo modo, se establecieron regulaciones para los tipos y grados de explotación de los recursos y las modalidades de manejo. Sin embargo, y para los propósitos de este trabajo, desde el punto de vista del manejo y la conservación, en la LGPA existen tres figuras que le dan un carácter especial y de avanzada:

a). *Zonación oceánica espacialmente explícita.* La LGPA reserva para uso exclusivo de flotas pesqueras artesanales una franja de mar territorial de cinco millas marinas, medidas desde las líneas de base normales, a partir del límite norte de la República y hasta el paralelo 41°28 6´ S. y alrededor de las islas oceánicas; del mismo modo que la pesca en las aguas interiores. Esto determina una zonación oceánica espacialmente explícita de aproximadamente 27.000 km² para Chile continental, que ha permitido separar a las flotas pesqueras artesanal e industrial, determinar mejor los esfuerzos de pesca e introducir mecanismos de controles espaciales en las distribuciones de las flotas. Por ejemplo, la introducción de un Sistema de

Posicionamiento Automático de Naves Pesqueras, aprobado en 1998 (Decreto Supremo 139) y puesto en ejecución obligatoria en 2002. Esta disposición está enfocada principalmente a las actividades de pesca extractiva de peces (pelágicos, demersales y de orilla) donde antes de la puesta en vigencia de la LGPA existía una abierta competencia entre las flotas artesanal e industrial. Más allá de las 5 millas marinas puede operar la flota industrial y en casos de penetraciones de ésta a las 5 millas artesanales, se requieren permisos especiales.

b) *Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB)*. En Chile, antes de 1992 la extracción de recursos pesqueros artesanales bentónicos (pesquería de pequeña escala, principalmente por buceo; véase Bustamante y Castilla, 1987) operaba a través de un sistema pesquero de libre acceso (Castilla, 1994; Defeo y Castilla, 2005). Hacia el final de los años 80 quedaron patentes los problemas de sobre-explotación de estos recursos bentónicos, con los consecuentes daños sociales y económicos para miles de pescadores y el país. Se requería de nuevas regulaciones legales. La LGPA recogió estos desafíos de manejo de la pesca artesanal de pequeña escala, basándose en la experiencia del régimen de libre acceso y en estudios ecológicos y pesqueros realizados en Chile entre 1980 y 1990 (Castilla, 1994). El régimen de pesca para los pescadores artesanales de recursos bentónicos someros fue drásticamente modificado, asignándoseles derechos exclusivos de pesca comunitarios, a niveles de caletas pesqueras y de organizaciones de pescadores, en la forma de asignaciones de Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB). Esto en base al concepto de co-manejo pesquero entre asociaciones de pescadores y el Estado, vía la adjudicación de derechos exclusivos de pesca, por un número de años y en base a cobros por hectáreas: un equivalente a los "Territorial User Rights for Fisheries" TURFS (Castilla, 1994; Gelcich *et al.*, 2006; Castilla y Gelcich, 2006, 2008). Los resultados de este sistema, en operación efectiva en Chile por a lo menos once años, han sido resumidos recientemente por McClanahan y Castilla, 2007, y sus proyecciones para otros sistemas pesqueros del mundo por McClanahan *et al.* (en prensa). El gobierno de Chile estima que este sistema de manejo pesquero artesanal, para recursos bentónicos, ha sido un éxito, en términos que se han recuperado (o estabilizado) algunas poblaciones de recursos anteriormente sobre-explotados. Una prueba de ello es la continua asignación de estos espacios territoriales marinos de usos exclusivos a las comunidades de pescadores: a la fecha las AMERB sobrepasan las 300 (véase Castilla y Gelcich 2006).

c) *Ley General de Pesca y Acuicultura y los Parques Marinos*. Como ya se describió, la LGPA contiene herramientas no sólo de manejo pesquero (las más), sino que además de conservación y preservación de los recursos y ambientes marinos. No es común que una ley de pesca contenga ambas herramientas y ésta es una dimensión, poco destacada de la LGPA de Chile, que la hace novedosa (a pesar de que la combinación de las herramientas de manejo y de conservación aún debe perfeccionarse). En la LGPA las áreas de conservación son definidas como Parques Marinos, con los objetivos de preservar unidades ecológicas de interés para la ciencia y cautelar áreas que aseguren la mantención y diversidad de especies hidrobiológicas, como también aquellas asociadas a su hábitat.

3. Sistemas territoriales terrestres y marinos en Chile y estados de conservación

La Tabla N° 1 muestra los estados de conservación del territorio terrestre (incluyendo humedales) y marítimos chilenos. En tierra existen 32 parques, 15 monumentos y 48 reservas terrestres, que comprenden un total de 141.253 km² (aproximadamente un 19% territorio terrestre continental de Chile). A esto se le deben agregar aproximadamente 10.000 km² de áreas terrestres bajo estado de conservación por privados. Para los territorios marítimos existen sólo 20 sitios en estado de conservación: seis áreas protegidas, seis parques y ocho áreas de investigación, con 823 km² (aproximadamente un 0,7% del Mar Territorial de Chile). En este último porcentaje no se consideran territorios marítimos como las AMERB bajo regímenes de manejo por pescadores artesanales y las concesiones de acuicultura, bajo regímenes de manejo por privados, también en concesión del Estado.

4. Estimaciones sobre costos y beneficios para el país de estas áreas de conservación y número de personal para sus administraciones (guardaparques)

La Tabla N° 2 muestra las áreas totales de conservación en Chile para los territorios terrestres y marítimos y un estimado de los números de guardaparques encargados de sus administraciones. Los guardaparques para las áreas de conservación terrestre son ca. 450 personas y para las marítimas de ca. 10. Los costos estimados por año para la operación de estos sistemas (sólo considerando los guardaparques contratados) fluctúa entre 13 y 24 millones de dólares para los sitios terrestres (Asmussen & Simonetti, 2007) y entre 2 y 2,5 millones de dólares para los marítimos (esti-

TABLA Nº 1:

SISTEMAS TERRITORIALES TERRESTRES Y MARÍTIMOS DE CHILE Y SUS ESTADOS DE CONSERVACIÓN BAJO DIVERSAS HERRAMIENTAS LEGALES. FUENTES DE INFORMACIÓN

Ambientes mayores	Estado de conservación	Superficies totales bajo conservación	Bienes chilenos y porcentaje del territorio terrestre continental	Bajo estado de conservación por privados (sistema terrestre) o de concesiones del estado (sistema marítimo)
Terrestres y humedales (1)	• 32 Parques nacionales (conservación completa) • Monumentos nacionales (conservación completa) • 48 Reservas nacionales (conservación parcial)	141.253 km ² (aprox. 19% del territorio terrestre continental)	• Bosque nativo: 156.000 km² (20,7%) • Desiertos o semidesiertos: 240.947 km² (32,7%) • Praderas, matorrales: 199.684 km² (27,1%) • Montañas (otros): 143.684 km² (19,5%)	• Totalmente privado: Conservación por privados: ca.10.000 km² (**). Nota: Las plantaciones forestales en Chile son de aprox. 21.000 km² o el 2,9% del territorio terrestre continental (741.767 km²) (*)
Marinos (costeros) (2)	• 6 Áreas protegidas (759 km²) • 6 Parques y reservas (63 km²) • 8 Áreas de Investigación (1,7 km²)	823 km ² aprox. 0,7% del Mar Territorial: 120.827 km ² (*)	• Fiordos, mares internos, canales, costas abiertas, bahías y sistemas de surgencias, sistema de corriente de Humboldt. Nota: El mar territorial chileno (12 millas), corresponde a 120.827 km². La zona económica exclusiva (200 millas) corresponde a 3.150.739 km² (sin considerar la Antártica).	• Pescadores artesanales (co-manejo) • Áreas de manejo y explotación de Recursos Bentónicos (AMEABR's) (Nº 538) corresponden a 1.016 km². • Concesiones privadas de Acuicultura (Nº 2.402) corresponden a 197 km²

(*) Subsecretaría de Pesca, Chile (www.subpesca.cl); (**) Estimaciones del autor.

Fuentes: Información desde la web; Fernández & Castilla (2005).

TABLA Nº 2: ESTIMACIONES SOBRE ÁREAS DE CONSERVACIÓN PARA TERRITORIOS TERRESTRES Y MARÍTIMOS DE CHILE; NÚMERO DE GUARDAPARQUES Y SUS COSTOS; BENEFICIOS ESTIMADOS PARA EL PAÍS

Ambientes mayores	Áreas de conservación (km²)	Nº aprox. de guardaparques	Costos estimados por año en guardaparques (US\$)	Beneficios estimados al año para el país por áreas de conservación (US\$)
Terrestres y humedales	141.253	Aprox. 450: un guardaparque por cada 311 km²; con entrenamiento y tradición (1, 2)	• 12.429.929 (2) • 24.000.000 (3)	49.100.000 (2)
Marinos (costeros)	823	Aprox. 10: un guardaparque por cada 82 km²; sin entrenamiento y sin tradición (3, 4)	• 2 – 2.500.000 (3)	Turismo, otros. (desconocidos)

Fuentes: Información extraída de <http://www.conaf.cl/>; Asmussen & Simonetti (2007); Castilla, estimaciones aproximadas del autor; Servicio Nacional de Pesca (<http://www.sernapesca.cl/>); Subsecretaría de Pesca (<http://www.subpesca.cl/>), Chile.

maciones del autor). Los beneficios económicos estimados por año que generan los sitios de conservación terrestre sobrepasan los 49 millones de dólares (Asmüssen & Simonetti, 2007), mientras que para los sitios marinos no existen estimaciones.

5. Discusión

En el trabajo se destacan las divisiones reconocidas internacionalmente respecto de las áreas marítimas en los océanos del mundo y los hitos legales más resaltantes en que han cristalizado dichas divisiones. Además, se remarca la no existencia del derecho de propiedad en los territorios marítimos, en contraposición a lo que ocurre en los territorios terrestres. Una consecuencia de lo anterior es la tendencia de que en el mar se observe con mayor frecuencia la conocida “tragedia de los comunes” (Hardin, 1968). Nada de lo anterior justifica, sin embargo, los diferentes énfasis y preocupaciones del Estado en relación con la conservación y la preservación que resultan muy disminuidas en los mares en comparación con la tierra.

La legislación chilena respecto a la conservación marina es frondosa, dispersa y no está institucionalizada (Fernández y Castilla, 2005). Las leyes nacionales sobre Áreas Silvestres, de Bases del Medio Ambiente y General de Pesca y Acuicultura son los tres instrumentos más importantes al respecto. Sin embargo, a diferencia de la tierra, donde existe una institucionalización bien asentada, la Comisión Nacional Forestal (Conaf), para el mar ello es inexistente o a lo más incipiente (legalmente representada por el Servicio Nacional de Pesca, Sernapesca). Sin duda estos dos elementos conspiran contra el establecimiento en Chile de un número suficiente de áreas marinas protegidas y más aún, de una red espacial bien estructurada (Castilla, 1996; Castilla, 2002). En Chile existen sólo 823 km² de áreas marinas en estado de conservación propiamente tales; en comparación con los más de 150.000 km² (del Estado y privados) para los sistemas terrestres (Tabla N° 1). En el país las inversiones en conservación (sólo tomando en cuenta los costos directos de los guardaparques de áreas en conservación) son hasta un orden de magnitud mayores para los sistemas en tierra que para los marinos (Tabla N° 2). Todo lo anterior justifica el título de este trabajo. En verdad, a nivel mundial y también en Chile le seguimos dando la espalda al mar. La conservación y preservación marina, del mismo modo que el uso racional y sostenido de sus recursos, están fuertemente disminuidos y deteriorados. Sin embargo, en este sentido las acciones de manejo racional de recursos de pescadores artesanales en Chile, tales como zonaciones oceánicas espacialmente explícitas cinco millas náuticas en Chile) y las Áreas de Manejo y

Explotación de Recursos Bentónicos de la LGPA, que incluyen derechos exclusivos de pesca para estos pescadores, son ejemplos a nivel mundial respecto de herramientas de co-manejo novedosas en el uso sustentable de recursos marinos (Defeo y Castilla, 2005; Castilla y Gelcich, 2006) y de cómo se hace para dejar de darle la espalda al mar. Más aún, cuando en el caso de las AMERB chilenas estas medidas de administración, con objetivos específicos de co-manejo de recursos, adicionalmente están rindiendo frutos también en la conservación de la biodiversidad marina (Gelcich *et al.*, 2008)

REFERENCIAS

- Anad, R. P. (1980): *Law of the Sea: Caracas and Beyond*. Martinus Nuhoff Publishers, pp. 399.
- Asmussen, M. V. & J. A. Simonetti (2007): "Can a Developing Country like Chile Invest in Biodiversity Conservation?" En *Environmental Conservation*, 34: 183-185.
- Botsford, L. W., J. C. Castilla & C. H. Peterson (1997): "The Management of Fisheries and Marine Ecosystems". En *Science*, 277: 509-15.
- Bustamante, R. & J. C. Castilla (1987): "The Shellfisheries in Chile: An Analysis of 26 Year of Landings". En *Biología Pesquera*, 16; 79-97, Chile.
- Castilla, J. C. (1976): "Parques y Reservas Marinas Chilenas: Necesidad de Creación, Probables Localizaciones y Criterios Básicos". En *Medio Ambiente*, 2: 70-80.
- (1986): "¿Siguiendo Existiendo la Necesidad de Establecer Parques y Reservas Marítimas en Chile?". En *Ambiente y Desarrollo*, II (2): 53-63.
- (1994): "The Chilean Small-Scale Benthic Shellfisheries and the Institutionalization of New Management Practices". En *Ecology International Bulletin*, 21: 47-63.
- (1996): "La Futura Red Chilena de Parques y Reservas Marinas y los Conceptos de Conservación, Preservación y Manejo en la Legislación Nacional". En *Revista Chilena de Historia Natural*, 69: 253-270.
- (2002): "Los Parques Marinos en Chile: Conservación, Manejo y la Relación entre Investigación e Industria". En *Ambiente y Desarrollo*, 17: 137-141.
- Castilla, J. C. & O. Defeo (2001): "Latin American Benthic Shellfisheries: Emphasis on Co-management and Experimental Practices". En *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 11: 1-30.
- Castilla, J. C. & S. Gelcich (2006): "Chile: Experience with Management and Exploitation Areas for Coastal Fisheries as Building Blocks for Large-Scale Marine Management". En The World Bank, *Scaling Up Marine Management: The Role of Marine Protected Areas*. Washington D.C.: The World Bank Publications, pp. 45-57.
- (2008): "Management of the Loco (*Concholepas concholepas*) as a Driver for Self-governance of Small-Scale Benthic Fisheries in Chile". En R. Townsend, R. Shotton & H. Uchida (eds.), *Case Studies in Fisheries Self-governance*. FAO Fisheries Technical Paper N° 504. Rome, FAO, pp. 441-451.

- Castilla, J. C., S. Gelcich, S. & O. Defeo (2007): "Successes, Lessons, and Projections from Experience in Marine Benthic Invertebrate Artisanal Fisheries in Chile", capítulo 2. En T. McClanahan & J. C. Castilla (eds.), *Fisheries Management: Progress toward Sustainability*. Blackwell publishing, pp. 25-42.
- Castilla, J. C. & F. Orrego (1984): "Highly Migratory Species and the Coordination of Fishery Policies within Certain Exclusive Economic Zones: The South Pacific". En *Ocean Management*, 9 (1-2): 21-34.
- Defeo, O. & J. C. Castilla (2005): "More than One Bag for the World Fishery Crisis and Keys for Co-Management Successes in Selected Artisanal Latin American Shellfisheries". En *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 15: 265-283.
- Defeo, O., T. McClanahan & J. C. Castilla (2007): "A Brief History of Fisheries Management with Emphasis on Societal Participatory Roles", capítulo 1. En T. McClanahan & J. C. Castilla (eds), *Fisheries Management: Progress toward Sustainability*. Blackwell Publishing, pp. 3-21.
- Fernández, M. & J. C. Castilla (2005): "Marine Conservation in Chile: Historical Perspective, Lessons, and Challenges". En *Conservation Biology*, 19 (6): 1752-1762.
- Gelcich, S., G. Edwards-Jones, M. J. Kaiser & J. C. Castilla (2006): "Co-Management Policy Can Reduce Resilience in Traditionally Managed Marine Ecosystems". En *Ecosystems*, 9: 951-966.
- Gelcich, S., N. Godoy, L. Prado & J. C. Castilla (2008): "Add-on Conservation Benefits of Marine Territorial User Rights Fishery Policies in Central Chile". En *Ecological Applications*, 18: 273-281.
- Hardin, G. (1968): "The Tragedy of the Commons". En *Science*, 162: 1243-1248.
- Huxley, T. (1884): "Inaugural Address". En *Fish Exhib. Lit.*, 4: 1-22.
- Ley de Pesca y Acuicultura 1992. Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, Subsecretaría de Pesca, Valparaíso, gobierno de Chile.
- McClanahan, T. & J. C. Castilla, editores (2007): *Fisheries Management: Progress towards Sustainability*. Blackwell publishing.
- McClanahan, T. R., J. C. Castilla, A. T. White & O. Defeo (en prensa): "Healing Small-scale Fisheries by Facilitating Complex Socio-Ecological Systems". Por aparecer en *Reviews in Fish Biology and Fisheries*.
- Morell, J. B. (1992): *The Law of the Sea: An Historical Analysis of the 1982 Treaty and its Rejection by the United States*. McFarland, pp. 482.
- Saball, P., Arroyo, M. K., J. C. Castilla, C. Estades, J. M. Ladrón de Guevara, S. Larraín, C. Moreno, F. Rivas, J. Rovira, A. Sánchez & L. Sierralta (2006): "Biodiversidad de Chile. Patrimonio y Desafíos". Santiago, Chile: Comisión Nacional del Medio Ambiente, pp. 584-593.
- Stramma, L., G. C. Johnson, J. Sprintall & V. Mohrholz (2008): Expanding Oxygen-Minimum Zones in the Tropical Oceans". En *Science*, 320: 655-658.

Palabras clave: política chilena de recursos marinos y conservación; ecosistemas y biodiversidad marina; economía del medio ambiente.

~ ~ ~

PLANTACIONES FORESTALES Y SUSTENTABILIDAD

Fernando Raga y Aldo Cerda*Nota aclaratoria*

El presente trabajo busca dimensionar los elementos concretos del desafío de un mundo sustentable para la población existente y futura, a partir del uso de sus recursos naturales, en particular aquellos vinculados a lo comúnmente denominado “forestal” (léase, árboles, biodiversidad de flora, fauna, genes y ecosistemas, suelo, agua, clima y otros). Es decir, partimos nuestro análisis del mundo en que vivimos, tratando de identificar una ruta sostenible en el largo plazo, y no tomando como punto de partida situaciones hipotéticas donde existan menos personas, imperativos morales diferentes o distinta situación de escasez de recursos naturales o medioambientales.

1. El contexto

En la actualidad el mundo dispone de un patrimonio de 3,87 billones de hectáreas de bosques, que representan el 30% de la superficie continental. De éstos, 187 millones son bosques plantados (menos del 5%), y de ellos, un 48% es de uso industrial y un 52% se considera superficie con fines de restauración¹.

La tasa de plantación mundial se estima en unos 4,5 millones de ha anuales, y del total de bosques plantados, FAO estima que unas 25 millones de hectáreas corresponden a plantaciones de rápido crecimiento. Las plantaciones forestales suministran hoy alrededor del 35% de la madera que el mundo demanda en forma industrial y se prevé que su participación aumentará al 40% del consumo industrial de madera hacia el 2020.

La población actual del mundo supera los 6 billones de habitantes, y se espera que se estabilice en menos de 10 billones a mediados de este

FERNANDO RAGA C. Ingeniero Civil Industrial, Universidad de Chile. Vicepresidente de la Corporación Chilena de la Madera (Corma).

ALDO CERDA M. Economista del Medio Ambiente y Recursos Naturales, University College, London. Profesor de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile.

¹ FAO: “Forest Resource Assessment”, 2000, en www.fao.org.

siglo². Ella requiere satisfacer sus necesidades materiales y espirituales, y se parte de una situación base en que una proporción apreciable de ella vive en condiciones deplorables (21% de la población mundial vive con menos de 1 US\$ al día³). Por ende, existe un imperativo moral de favorecer la mejor forma de satisfacer estas necesidades, priorizando la mejoría en las condiciones de vida de los sectores más postergados, y ello sin desmejorar el *endowment* de recursos naturales y ambientales del planeta.

El imperativo enunciado anteriormente conlleva un doble desafío, dado que la presencia y actividad antrópica en la Tierra tiene un indiscutible impacto medioambiental, que se ha traducido en muchos casos en deterioro del entorno y pérdida de la biodiversidad. Así, un segundo objetivo prioritario es mejorar las condiciones de vida del ser humano, no sólo sin desmejorar las condiciones ambientales, sino también promoviendo la restauración de los ecosistemas más valiosos en peligro.

La vida humana en la tierra es consustancial a la existencia de los bosques. Estos proveen una multiplicidad de bienes y servicios a la sociedad (la mayoría de los cuales no tienen sustitutos), alojan parte importante de la biodiversidad del planeta e interactúan tanto con los suelos, enriqueciéndolos y protegiéndolos, como con la atmósfera, moderando los microclimas y participando en el ciclo hídrico⁴.

Claramente, son las demandas de la humanidad sobre los ecosistemas naturales, entre ellas la de madera, las que generan las discusiones sobre sustentabilidad. De modo que todo planteamiento sobre la misma que ignore dichas demandas, no sólo no responde al ámbito de ésta (social, económico o ambiental), sino que en la práctica no será realista y difícilmente pasará de una discusión teórica, no aportando verdaderas soluciones a los problemas del mundo real.

En vista de lo anterior, el desafío que nos auto-imponemos es discutir formas en cómo lograr suministrar las necesidades de madera de la población, logrando a la vez un máximo nivel de conservación de los ecosistemas naturales, es decir, cómo hacerlo en forma eco-eficiente, entendiendo por eco-eficiencia la producción de bienes y servicios con el menor impacto posible en términos de uso y degradación de los recursos naturales y medioambientales.

² UNDP: *Human Development Report*, varios años.

³ World Bank: *World Development Report*, 2005.

⁴ Pearce, D. W.: *Economic Values and the Natural World*, 1993.

2. La madera: un producto fundamental para la vida humana en la Tierra

2.1. Consumo y sustituibilidad

Nuevamente, tomando como base que no podemos excluir del análisis o ignorar en éste la existencia de la humanidad y sus necesidades en la Tierra, emerge como ineludible analizar la situación de la demanda por madera, una de las más importantes materias primas que ésta utiliza. Su uso tiene consecuencias socioeconómicas y medioambientales enormes, y su disponibilidad y consumo son cruciales para el desenvolvimiento de la vida humana en la Tierra.

Actualmente, el consumo global de madera es del orden de 3,45 billones de m³/año, de los cuales aproximadamente un 53% se destina en forma directa a uso combustible (si después se añaden los subproductos industriales, el consumo energético de la madera supera el 65%). Las proyecciones de FAO indican que el consumo al año 2010 llegaría a 3,8 billones de m³. El volumen de madera utilizado en el mundo es tan grande, en sus más de diez mil formas (productos) distintas, que resulta ser la materia prima de mayor consumo global, triplicando el de cemento, 1.150 millones de toneladas; cuadruplicando el de acero, 734 millones de toneladas; y siendo mayor en veinte veces al de plásticos, con 104 millones de toneladas⁵.

Dado que el volumen total de madera utilizado supera al de sus principales sustitutos cercanos sumados, ésta, en la práctica, no puede ser sustituida, no sólo por su enorme volumen (aún descontando el efecto del reciclaje y de la gestión de “residuo mínimo”), sino porque cualquier sustituto genera enormes costos ambientales por mayor consumo de energía, mayores niveles de contaminación tanto en el proceso productivo como en el uso de los mismos (*life cycle analysis*), y porque provienen de fuentes no renovables. Para un mayor detalle, véase Recuadro N° 2.1.

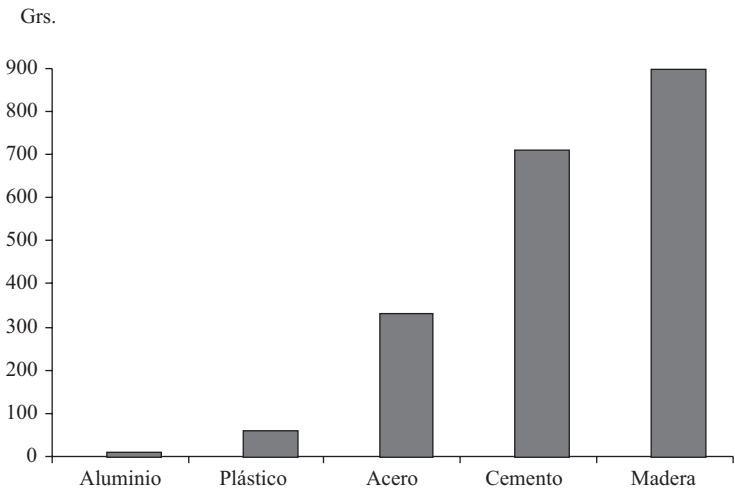
Así, dado que ya hoy en buena parte del mundo se ha llegado a los límites físicos del reciclaje, debemos partir como situación base del hecho de que la madera es un insumo fundamental para la especie humana, y que sus volúmenes requeridos son y serán sustanciales. El problema se centra, entonces, en cómo lograr producir estos volúmenes de madera del modo más eficiente desde el punto de vista socio-económico (minimizando el sacrificio de bienestar humano) y socio-ambiental (minimizando el uso de recursos naturales y los impactos negativos sobre el medio ambiente local y global).

⁵ FAO: “Agricultura Mundial hacia el Año 2015-30”, en http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/docrep/004/y3557s/y3557s10.htm.

RECUADRO N° 2.1:
VENTAJAS AMBIENTALES DEL USO DE LA MADERA

La madera es asombrosamente versátil. Se estima que este producto ha sido utilizado en más de 10 mil formas diferentes (Sutton, conferencia en Nueva Zelanda, 1993). Es el producto de mayor consumo per cápita (véase Cuadro N° B 2.1.1.)

CUADRO N° B. 2.1.1. CONSUMO PER CÁPITA DE MADERA Y SUSTITUTOS PRINCIPALES



(Fuente: Sutton, 1999)

Existen sustitutos para la mayoría de los productos provenientes de la madera. Si se quisiera disminuir su uso, debería recurrirse a ellos. Y las consecuencias ambientales serían muy serias, pues todos ellos requieren cantidades enormemente superiores de energía para ser producidos, o plantean otros graves impactos negativos en el entorno. Veamos algunos ejemplos.

Reemplazar postes de madera por acero requiere 9 veces más energía. Suelos de madera por concreto, 21 veces. Muros de contrachapado por ladrillo, 30 veces (Fuente: Koch, 1992). Considerando los procesos de extracción, fabricación y transporte, la producción de madera requiere menor energía que la de sus sustitutos. Producir una tonelada de aluminio consume 70 veces más energía que la producción de una tonelada de madera. Por otra parte, la producción de acero y concreto requieren 17 y 3 veces más energía, respectivamente, que la producción de cantidad equivalente de madera (Fuente: Adams, 1994).

Existen diversos estudios que se han efectuado en referencia al consumo de energía y emisiones de distintos materiales. El Cuadro N° B.2.1.2 muestra algunos ejemplos, desarrollados por Honey & Buchanan (1992)

Sustituir el uso combustible de madera por combustibles alternativos plantea también graves problemas. Si se pensara en reemplazo a gran escala por energía nuclear, aparecería un problema de inversión probablemente insuperable —el principal consumo de madera como combustible se genera en países y sectores de bajos recursos—, y un problema significativo de disposición de residuos radioactivos.

CUADRO B. 2.1.2: ENERGÍA REQUERIDA Y EMISIÓN DE CARBONO PARA PRODUCIR ALGUNOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

Materiales de construcción	GJ/t	GJ/tm ³
Madera tratada	2,4	1,2
Madera laminada	9,0	4,5
Acero estructural	59,0	448,0
Cemento reforzado	3,1	7,3
Aluminio	145,0	362,0

Tipo de construcción	Costo de energía (kg C/m ²)	Carbono liberado (GJ/m ²)
Cemento	5,61	111,92
Acero	6,64	131,01
Madera	3,74	71,22

Los combustibles fósiles emiten a la atmósfera carbono de las épocas prehistóricas, agravando el efecto invernadero, en tanto que el cultivo de bosques para leña captura de la atmósfera el carbono que emitirá al quemarse, por lo que no empeora los balances.

En cuanto a emisiones, el Cuadro N° B2.1.2 muestra que las emisiones de carbono liberadas por la construcción en acero y cemento son muy superiores a las de la construcción de madera; en tanto que un estudio de la Universidad de Washington comprobó que la construcción en aluminio emite 2,7 veces más carbono que la madera.

La madera tiene la gran ventaja ambiental sobre la mayoría de sus sustitutos de ser un recurso renovable. Los bosques pueden plantarse o regenerarse indefinidamente, con adecuadas prácticas silvícolas, marcando una diferencia sustancial con los metales, productos arenosos, plásticos y combustibles fósiles.

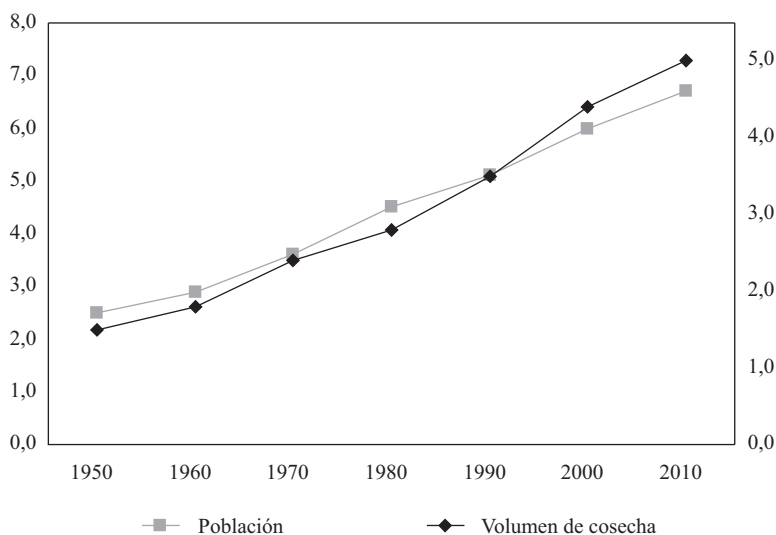
A lo anterior deben agregarse las contribuciones ambientales de los bosques bien establecidos y manejados, como el control de la erosión, recuperación de suelos y captura de carbono de la atmósfera.

2.2. Dinámica de la demanda: crecimiento, pero con límites

Dada la alta correlación que se mantuvo por un largo período entre el crecimiento de la población y el consumo de madera (véase Gráfico N° 2.2.1), diversos grupos han expresado a lo largo del tiempo su preocupación de que una “explosión demográfica” se tradujera en una demanda “espejo” por madera que presione en forma no sustentable a los bosques. Dado lo anterior, lo razonable es revisar primeramente las proyecciones de crecimiento poblacional.

Las últimas proyecciones de FAO, basadas en antecedentes de UNDP, muestran tres escenarios hipotéticos (Gráfico N° 2.2.2). Aun cuando el rango que se ofrece es muy amplio y la proyección denominada “alta” podría considerarse preocupante, las últimas proyecciones indican que la tendencia va incluso un poco más abajo que la proyección media (Gráfico N° 2.2.3). Así, el mundo continuaría incrementando su población hasta algo más de 8,5 billones de personas, para luego estabilizarse y comenzar a descender⁶. De hecho, hoy más de la mitad de la población del planeta vive en

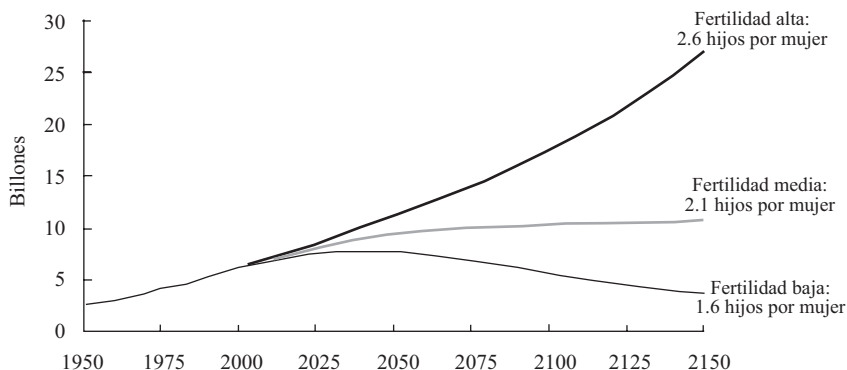
GRÁFICO N° 2.2.1: PROYECCIÓN DE CRECIMIENTO DE LA POBLACIÓN Y CONSUMO DE MADERA AL AÑO 2010



Fuente: FAO, 1991.

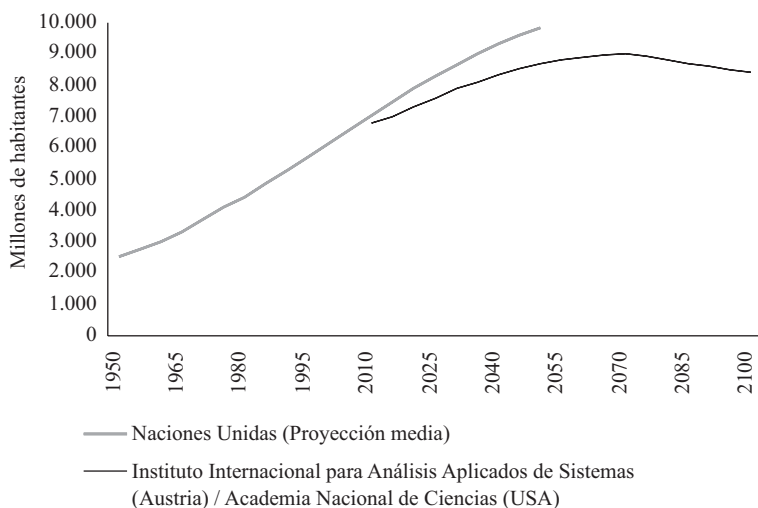
⁶ Watenberg, Ben J.: *Fewer: How the New Demography of Depopulation Will Shape our Future*, 2004.

GRÁFICO N° 2.2.2: PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN MUNDIAL AL AÑO 2150



Fuente: Naciones Unidas, 1998.

GRÁFICO N° 2.2.3: PROYECCIÓN DE CRECIMIENTO DE LA POBLACIÓN AL 2050



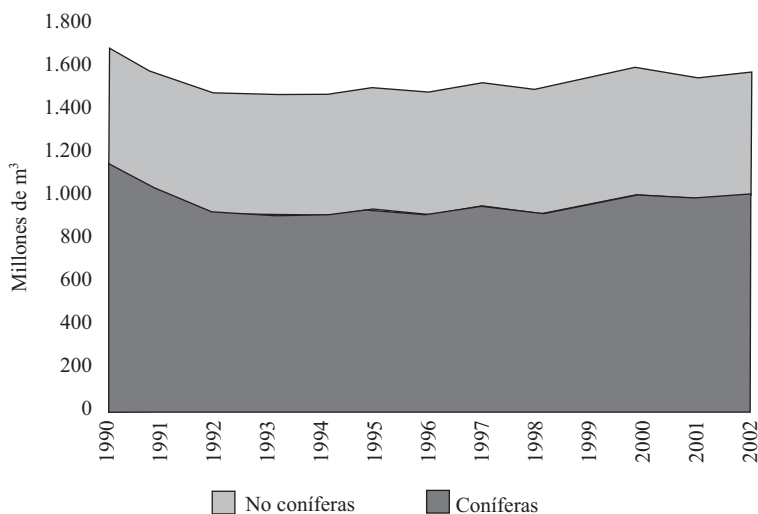
países cuya tasa de fertilidad es inferior a la de reemplazo, de 2,1 hijos por mujer (incluyendo Chile desde el año pasado). De modo que si se mantuviera la correlación de consumo de madera con población y considerando una base actual de 6,2 billones y un equilibrio de 8,5 billones, la demanda por madera crecería como máximo un 37% respecto de la línea base actual.

Despejada la preocupación del crecimiento demográfico sin límites, un segundo temor podría surgir del hecho que un aumento en el ingreso

medio de la población expandiera la demanda por mayor consumo *per cápita*. Sin embargo, la evidencia empírica muestra que las proyecciones de 1990 no se han cumplido y en la última década, mientras la población y el ingreso medio han aumentado sistemáticamente, la demanda por madera se ha mantenido relativamente estable (véanse Gráficos N^{os}. 2.2.4 y 2.2.5). De hecho, las últimas proyecciones de FAO indican, por ejemplo, que en 2010 aún no se recuperarán los volúmenes de demanda de madera aserrada de 1990.

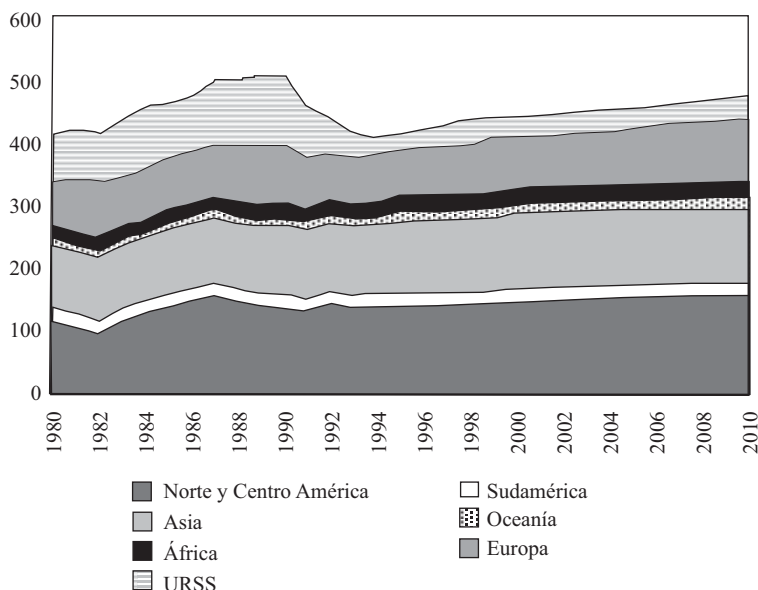
¿Qué razones explican lo anterior? La causa principal es el efecto del desarrollo tecnológico, que hoy permite a) reciclar madera no sólo en papeles, sino en diversos tipos de tableros; b) soluciones de ingeniería para productos de madera de igual funcionalidad que utilizan mucha menos fibra por unidad de producto; c) los rendimientos de los aserraderos y otras industrias de madera han aumentado sustancialmente (en el caso chileno, más de un 50% en la última década), y d) los avances en enchapes, recubrimientos y pinturas permiten generar soluciones a partir de maderas que antes eran consideradas sólo residuos. Entonces, dado que el efecto de la tecnología está más que compensando el crecimiento de la población y del ingreso de ésta, la proyección de aumento de consumo de madera cuando la población mundial llegue a su máximo, deberá ser inferior al 37% *ceteris paribus* expresado anteriormente. Un rango máximo de aumento de 20%

GRÁFICO N° 2.2.4: PRODUCCIÓN MUNDIAL DE ROLLIZOS INDUSTRIALES



Fuentes: FAO: Faostat, Estadísticas Mundiales, 2003.

GRÁFICO N° 2.2.5: PROYECCIÓN DE CONSUMO GLOBAL DE MADERA ASERRADA



Fuente: FAO.

parece razonable, con lo que la demanda máxima no superaría los 4,2 billones de m³. En el caso que la demanda creciera a la misma tasa que la población (revirtiendo lo sucedido en la última década), esta alcanzaría un límite de 4,8 billones de m³/año.

3. Sustentabilidad y eco-eficiencia en la producción de madera

3.1. Diversidad y especialización: complementariedad antes que competencia⁷

Una de las principales discusiones ambientales en las que se ha envuelto a los cultivos forestales, es el tema de la protección de la biodiversidad. Nadie, ni en la comunidad científica o en la sociedad general discute hoy que la biodiversidad es importante y que debe ser conservada. Es

⁷ Concepto desarrollado por Wink Sutton en "Plantation Forests Protect our Biodiversity", mayo 1995. Traducido y publicado en revista *CORMA*, diciembre 1996.

fundamental, sin embargo, expresar la razón de su importancia para actuar en consecuencia.

La conservación de la biodiversidad tiene como principal razón permitir que las generaciones futuras no encuentren un mundo con una menor gama de especies que la que tenemos hoy. Pero ¿para qué ha servido la biodiversidad que tenemos hoy? Básicamente, para permitirnos disponer de una amplia gama de opciones para seleccionar especies para nuestra alimentación, para producir energía, construir nuestras viviendas, obtener fibras textiles, o combatir otras especies que son disfuncionales a nuestra supervivencia (enfermedades). Pero de esa gama de opciones, el ser humano utiliza en forma extraordinariamente selectiva las especies más eficientes para un determinado propósito. Por ejemplo, se estima que hay unas 50.000 especies de plantas comestibles en la tierra; pero el grueso de la alimentación proviene sólo de unas pocas especies. Cerca del 70% de todas las necesidades de alimento son abastecidas por sólo nueve especies de plantas, una de pájaros y tres de animales. Es decir, de la amplia gama que la biodiversidad permite, escogemos las especies más eficientes para determinados propósitos, haciendo un uso especializado. Esta especialización, a su vez, dado que es la más eficiente, es también la que menos recursos naturales utiliza, y por lo tanto la que mejor permite conservar áreas silvestres sin necesidad de intervenirlas con fines productivos.

En la era de la caza y la recolección, se requerían 100 hectáreas de bosque natural para alimentar a una persona durante un año, con alrededor de 200 variedades de comidas. Es fácil imaginar lo que sucedería hoy con el planeta, si se pretendiera alimentar de este modo a más de 6 billones de personas. La cuestión no es por ende, si los cultivos intensivos tienen más impactos sobre el medio ambiente que un manejo mixto: la verdadera cuestión es si el *mix* de una superficie limitada (y como vemos, en el caso de los bosques es menos del 5%), combinada con grandes extensiones conservadas tiene un impacto global mayor sobre los recursos y el medio ambiente, que un escenario en el que todos los recursos son manejados de la misma forma para dicha provisión de bienes y servicios. La naturaleza misma nos da la respuesta: la biodiversidad es especialización en sí misma, donde cada organismo, gen y ecosistema cumple funciones preferentes y otras secundarias. Negarlo es pedir implícitamente que los bosques y las especies se uniformicen.

Así, en definitiva, la especialización de especies de alta productividad ha permitido lograr altas producciones en extensiones relativamente pequeñas de tierra, a través de la agricultura y la ganadería, lo que hace

posible preservar buena parte del planeta, al producir grandes cantidades de alimentos en forma muy eficiente. De este modo, la especialización de pocas especies permite conservar efectiva y eficientemente la biodiversidad, la misma que retribuye lo anterior con mayor resiliencia al ecosistema global. La aparente paradoja no es tal, y lo que ha sido planteado como una contraposición entre biodiversidad y especialización (crianza o cultivo selectivo, monocultivo) es en realidad un falso dilema.

3.2. Especialización en los bosques: funciones y usos

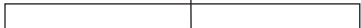
Aun cuando el concepto de sustentabilidad es ampliamente comprendido, su interpretación operacional encuentra más de cien definiciones distintas⁸. A fin de progresar en el desarrollo de recomendaciones de política pública, parece lógico entender la necesidad de conservar los patrimonios ambientales y la base de biodiversidad como condición realista de heredar un patrimonio natural similar al actual a las futuras generaciones. Aplicando lo anterior a los bosques, ello significa generar la capacidad de satisfacer las necesidades de desarrollo de la población, sin disminuir la capacidad multifuncional de dichos bosques.

Las múltiples funciones de los bosques generan distintas fuentes de valor para la sociedad, desde un uso directo y concreto, como es el caso de la madera, hasta la mantención de la resiliencia de ecosistemas complejos, o el valor de existencia, que son funciones indirectas y, en el último caso, intangibles y de no-uso. La Tabla N° 3.2 ilustra lo anterior.

Como muestra la Tabla N° 3.2, las múltiples funciones de los bosques generan un amplio rango de demandas sobre ellos (reservorio de biodiversidad; mantención de la productividad económica; respeto a la equidad inter-generacional; respuesta a necesidades sociales y culturales; protección de suelos y los cursos, fuentes y masas de agua; respeto de los valores tradicionales de los pueblos indígenas y de las comunidades rurales; oportunidades de recreación, etc.). Desde una perspectiva de manejo integral de los bosques, las opciones dependen de la diversidad de los mismos: reconocer que todos los bosques son distintos, implica también reconocer que no es esperable que sean igualmente aptos para proveer en la misma forma distintos bienes y servicios, tangibles o intangibles. Todos los bosques pueden proveer madera, pero resulta obvio que las últimas hectáreas de ruil del país deberían ser destinadas a asegurar la preservación de su especie antes que a un uso productivo. Del mismo

⁸ Pearce, D. W.: "The Economics of Sustainable Development", 1997.

TABLA N° 3.2: VALOR ECONÓMICO TOTAL DE LOS BOSQUES

VALOR ECONÓMICO TOTAL			
			
VALOR DE USO			VALOR DE NO USO
			Legado Existencia
Directo	Indirecto	Opción	
Madera Productos de madereros Recreación Medicina Base selección genética Educación Hábitat humano	Ciclo de nutrientes Regulación hídrica Reducción de contaminación Microclima	Usos futuros directos e indirectos Biodiversidad Conservación de hábitats	

Fuente: Pearce, D. W.: *Economic Values of the Natural World*, 1993.

modo, cuando la conservación de especies, ecosistemas, suelos, agua y valores culturales se encuentra asegurada, no es razonable esperar que una hectárea adicional de bosque tenga el mismo manejo que cuando son sólo unas pocas las disponibles. Así, en la búsqueda de la eco-eficiencia, se debe asignar el manejo de los bosques según el uso para el que tengan más aptitudes, ya que se logra un mucho mejor desempeño del conjunto, tal como fue demostrado por Vincent y Binkley hace más de una década⁹.

Priorizar usos no significa en ningún caso que otros usos complementarios no sean posibles, y mucho menos que la multifuncionalidad inherente a los bosques desaparezca. De este modo, puede buscarse la sustentabilidad de los bosques tratando que cada uno de ellos provea todos los usos simultáneamente; pero, por lo expuesto más arriba, vemos que esta solución es mucho menos eficiente y requiere la intervención de muchos más bosques que ir aplicando un criterio de especialización. Por ejemplo, los parques nacionales, las reservas forestales y las áreas silvestres protegidas en cada país no son otra cosa que la especialización de bosques en usos de preservación. Se han elegido allí los bosques que tienen mayores “aptitudes” para proveer el servicio “preservación de la biodiversidad, de valores

⁹ Vincent, J. y C. Binkley (1993): “Multiple-Use Forestry”, 1993, pp. 370-376.

culturales y del paisaje”, y en la mayoría de ellos no se produce madera, por considerarse que afectarían la forma en como ese uso prioritario es ofrecido. En tal caso, la producción de madera se debe desplazar a otros bosques, y lo lógico es que sean los más aptos para ello, y en lo posible de valor ambiental inferior a aquellos que se destinaron a preservación. Este concepto de tender a especializar la producción de madera, contribuye también a bajar su costo, y con ello la ayuda a competir con otros productos sustitutos de costo ambiental mucho más alto (consumo de energía, contaminación productiva, uso de recursos no renovables), mejorando entonces de forma sustantiva la sustentabilidad global.

La sustentabilidad de los bosques, entonces, podrá alcanzarse a través de un manejo “equilibrado” en sus usos, pero también y cada vez más por medio de combinaciones de bosques que en su conjunto atienden los múltiples usos, pero que individualmente prioricen su uso a aquel para el que sean más aptos. De este modo, una cierta área tendrá bosques que principalmente protegerán sus sectores con pendientes, suelos frágiles y cursos de agua; pero donde también se conservará biodiversidad, se podrán obtener subproductos, y eventualmente producirán madera, si las técnicas silvícolas permiten hacerlo sin desvirtuar su objetivo prioritario. Asimismo habrá sectores, probablemente los más antiguos y biológicamente ricos, o que contengan paisajes únicos, etc., que se destinarán principalmente a preservar la biodiversidad y el paisaje (pero también protegerán los suelos y las aguas, etc.). Del mismo modo, habrá sectores prioritariamente dedicados a producir madera, aunque también protegerán los suelos y producirán oxígeno, entre otras funciones secundarias. En el caso de los bosques de producción, lo esencial es no perder la capacidad y el potencial del suelo para atender otros usos que en el futuro puedan priorizarse, dentro de la multifuncionalidad de los bosques.

En un contexto como el anterior, las plantaciones forestales de alta productividad no son sino un caso específico de priorización de usos, pues se establecen fundamentalmente (aunque no exclusivamente) para producir madera. Pero también, aunque no es su uso prioritario, producen importantes bienes y servicios ambientales, como se verá más adelante.

3.3. Sustentabilidad: distintos ámbitos, distintas soluciones

El manejo forestal de los bosques en el mundo puede verse como un continuo de distintas intensidades de manejo, desde bosques virtualmente

intactos hasta cultivos altamente intensivos. Entre las distintas opciones, se aprecian en la actualidad dos tendencias principales, que pretenden acercarnos a un manejo forestal sustentable (MFS), pero que curiosamente son en apariencia opuestas. Una promueve un manejo menos intensivo, en la línea de la corriente que se ha llamado *new forestry*, y otra hacia un manejo altamente intensivo en la producción de madera, cuyo ejemplo extremo es el cultivo intensivo de plantaciones forestales (*tree farming*)

Señalamos que las tendencias referidas son “en apariencia” opuestas, pues, observando en mayor detalle, se aprecia que sus diferencias provienen del nivel espacial al que se pretende aplicar el concepto de sustentabilidad. En el primer caso, se trata de aplicar el concepto a un nivel “micro”, tratando de que cada bosque satisfaga todos o una gran parte de los objetivos que pueden establecerse, apuntando a que el manejo forestal imite a la naturaleza (situación muy propia de Europa continental, donde gran parte de los bosques naturales desaparecieron en el curso histórico).

En el segundo caso, se considera una definición implícita o explícita de áreas más amplias (una cuenca, una región, incluso un país), a las que se aplica el concepto de sustentabilidad de modo que se cumplan todos los objetivos a nivel del área total, pero que distintos bosques se especialicen en el objetivo (o grupo de ellos) en el que presentan mayores ventajas naturales, ambientales y socioeconómicas.

A través de un trabajo conjunto, WWF y World Bank desarrollaron el ambicioso proyecto en el marco de su Alianza Forestal (véase Recuadro 3.1). Una de las principales conclusiones de la Fase I del trabajo indica que “El análisis sugiere que una tendencia hacia la intensificación del manejo forestal podría tener un significativo impacto en el abastecimiento mundial futuro de la madera para uso industrial (IWR) [...] IWR podría ser producida a partir de aproximadamente 20% del área forestal actual”¹⁰. El 20% a que se refiere el párrafo indicado, estaría compuesto por un 17% de bosques nativos secundarios intensivamente manejados, que producirían un 45% del abastecimiento mundial; un 3% de plantaciones forestales productivas, que producirían otro 45% del volumen, mientras el resto (10% del volumen) se obtendría a partir de manejo múltiple del resto del área boscosa, que ascendería al 80% de la superficie, y estaría bajo distintas categorías de conservación (desde absoluta preservación hasta manejo comunitario multi-objetivo).

¹⁰ Spears, John: “Global Vision Research Project”, 2000.

RECUADRO 3.1

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN DE VISIÓN GLOBAL
RESUMEN DE LAS PRINCIPALES CONCLUSIONES DE LA FASE 1, Y SUS
IMPLICANCIAS PARA POSTERIORES INVESTIGACIONES / DOCUMENTO
INFORMATIVO PARA EL ENCUENTRO DEL COMITÉ DE GESTIÓN DE PROYECTOS

A) Resumen

En junio de 1999, la alianza Banco Mundial / WWF se reunió con el Consejo de Relaciones Exteriores y un grupo de investigadores en conservación y políticas, para el inicio de un Proyecto de Investigación de Visión Global acerca de las perspectivas de largo plazo de los bosques del mundo. En la reunión se discutió la hipótesis de que una tendencia global en curso hacia la intensificación de la silvicultura y la productividad agrícola podría previsiblemente en el futuro, contribuir a revertir la deforestación. Se acordó que la Fase 1 generaría siete documentos de discusión por parte de experimentados analistas, para explorar los potenciales impactos sociales, ambientales y económicos de esta tendencia, tanto positivos como negativos. El presente documento, resume algunos de los temas claves y aspectos que emergen de esta primera fase y sus posibles implicancias para posteriores investigaciones. Fue preparado para su consideración por un Comité de Gestión de Proyectos en una reunión efectuada en Washington D.C. el 20 y 21 de enero del 2000.

(ii) Los análisis sugieren que una tendencia a la intensificación de la silvicultura podría tener un impacto significativo en el abastecimiento global futuro de rollizos industriales de madera. Plausiblemente podría conducir a un escenario tal que en el año 2050 la demanda global por rollizo industrial podría abastecerse a partir del 20% de la superficie actual de bosque.

(iii) Desde la perspectiva tanto social como de conservación, esto podría tener implicancias positivas, ya que, en la medida que las actuales amenazas a los bosques puedan ser contenidas, haría posible manejar el 80 por ciento de los bosques mundiales para el beneficio de las comunidades locales, la preservación de su medio ambiente local y global, y otros beneficios. Estos incluyen la preservación de la biodiversidad, protección del recurso agua, potencial de captura de carbono, así como oportunidades recreacionales.

(iv) Una de las principales amenazas a los bosques tropicales es la usurpación del suelo para fines agrícolas. Análisis preliminares sugieren que el continuo aumento en la productividad agrícola reducirá en el largo plazo la superficie global de tierra cultivable. Considerándolo junto a otros factores como el potencial de similares aumentos en la productividad forestal y en la eficiencia en el uso de la madera, así como el incremento de los ingresos per cápita y la urbanización, se vislumbran verdaderas posibilidades de que la deforestación pueda revertirse,

los bosques recuperarse y, para el año 2050, tener un aumento neto en la superficie global de bosques.

(v) A pesar de estos mensajes positivos, el hecho es que hoy en día los bosques enfrentan serias amenazas en diversos ámbitos y están decayendo tanto en superficie como en calidad. Las principales deficiencias se identifican en las estrategias prevalecientes de conservación y desarrollo particularmente para Áreas Protegidas. Las implicancias negativas de las tendencias de intensificación hacia el bienestar de las comunidades indígenas, son un tema de especial preocupación. Las actuales políticas de áreas preservadas no cuentan con el apoyo adecuado, tanto en recursos que aseguren su gestión efectiva, como por políticas gubernamentales necesarias para controlar la tala ilegal y otras grandes amenazas a las Áreas Protegidas. Muchas de las ya designadas Áreas de Protección se han convertido en “parques de papel”. Las actuales prácticas para el comercio de rollizos se encuentran, en muchas situaciones, causando daño ecológico, no siendo sostenibles y causando importantes perjuicios a las comunidades indígenas que dependen del bosque para subsistir. ¿Ayudará el aumento de la concentración de silvicultura intensiva a resolver estos temas, o simplemente los empeorará?

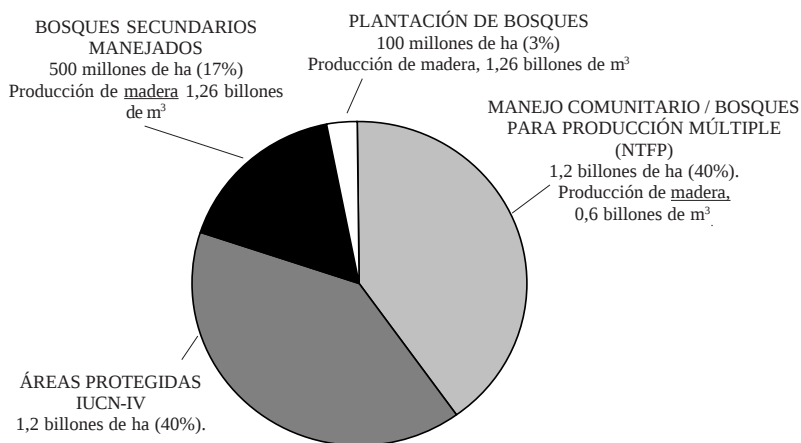
B) Anexo 3 del documento:

POSIBLE SITUACIÓN GLOBAL DE LOS BOSQUES EN EL AÑO 2050

Área global aproximada de bosques 3,0 billones de ha.

Oferta y demanda global de IRW, 3,0 billones de m³.

(Este modelo simplificado excluye suministro de IRW proveniente de recursos no forestales que pudieran ser significativos).



Fuente: Spears, J.: "Global Vision Research Project", 2000; WWF, Banco Mundial.

El anterior trabajo permite comprender exhaustivamente la forma en que una tendencia a la intensificación del manejo no sólo puede ser compatible con la sustentabilidad del recurso forestal mundial, sino que además la plantea en una óptica realista respecto a las tendencias mundiales de uso del suelo, al liberar de presiones productivas a un 80% de los bosques naturales del mundo, en virtud de concentrar la producción de madera en superficies relativamente pequeñas y de alta productividad. El aporte de la superficie de plantaciones resulta clave en este equilibrio, ya que permitiría generar el 45% del volumen con sólo un 3% de la superficie total.

Resulta común la crítica de quienes abogan por el concepto de “sustentabilidad micro” hacia las plantaciones, calificándolas como no sustentables, por su simplicidad funcional y su relativamente escasa biodiversidad. Resulta obvio que desde una perspectiva más amplia y en el contexto de “sustentabilidad macro”, las plantaciones se revelan como un aporte fundamental para conservar vastas superficies de bosques naturales, con características de biodiversidad y paisaje mucho más valiosas que lo que podría lograrse en las plantaciones mismas al aplicarles restricciones tipo *new forestry*. Con esto último, se desnaturaliza su gran aporte a la sustentabilidad macro, que es precisamente su habilidad de producir grandes volúmenes de madera en pequeñas superficies. El concepto de “sustentabilidad macro” permite lograr un resultado balanceado y eco-eficiente, combinando en áreas agregadas diversos tipos de bosques dedicados a los usos prioritarios para los que tengan más aptitudes, tal como se discutió más arriba.

Por otra parte, la “sustentabilidad micro”, que apunta al manejo múltiple de cada bosque, aunque aparentemente trata de resolver el problema global a través de la suma de las partes, con la idea subyacente de que “si cada parte es sostenible, su suma deberá serlo”, en la práctica limita la posibilidad de obtener alta eficiencia productiva en pequeñas superficies. Con ello, para lograr los balances de madera requeridos se necesitaría una o combinaciones de las siguientes acciones: a) intervenir una superficie mucho mayor de bosques naturales (reduciendo el área que debiera tener una opción de uso menos extractiva por consideraciones de fragilidad, unicidad o rareza); b) reducir el consumo de madera per cápita, y/o c) reducir la población mundial.

Ninguna de las opciones anteriores parece compatible con criterios de conservación y realismo práctico: intervenir grandes superficies de bosques naturales presentará grandes obstáculos de costos (se considera que hoy un 40% de la superficie global de bosques no están disponibles para la producción maderera, por falta de accesos, altos costos de extracción, indefiniciones legales y otras restricciones), a la vez que enfrentará una enorme

resistencia de segmentos del mundo ambientalista y de la opinión pública. Aun cuando fuera posible superar esos obstáculos, sería difícil imaginar que tuviera efectos beneficiosos desde el punto de vista de la conservación de la biodiversidad.

Baste imaginar que, para suministrar 4,2 billones de m³ al año, se requeriría intervenir (bajo el concepto de corta sostenida en bosques naturales, tipo *new forestry*), 3 billones de hectáreas de bosques (más de tres cuartas partes de los bosques del mundo). A lo anterior hay que agregar que, al ser la producción con el modelo tipo *new forestry* sustancialmente más cara, lo que generaría fuertes incentivos hacia la sustitución de la madera por otros materiales, con consecuencias ambientales muy negativas, tal como se estableció en la sección 2.

En lo que respecta a moderar el consumo de madera per cápita, ya existe una tendencia, tal como se analizó previamente, pero también se demostró que su reemplazo no es física ni ambientalmente viable o recomendable. En cuanto a la población mundial, si bien se extinguieron los fundamentos para el temor a una explosión demográfica incontrolada, no parece realista que el mundo pueda volver a tener 3 billones de habitantes o menos en el futuro previsible (como se requeriría en algunos escenarios de “sostenibilidad micro” aplicada a escala global), de no mediar un cataclismo planetario de enormes proporciones.

Todo lo anterior apunta en el sentido de que la vía más razonable para apoyar la sustentabilidad planetaria de los bosques es lograr generar las producciones necesarias en las mínimas superficies, dejando la vasta mayoría para producir preferentemente bienes y servicios socio-ambientales. La lógica de la existencia de las plantaciones forestales, como se ha visto, está inserta en ese equilibrio global, que envuelve también los recursos forestales y de biodiversidad que se conservan en virtud de la existencia de éstas. Por lo tanto, como discutiremos a continuación, los análisis de las plantaciones deben efectuarse necesariamente en este ámbito amplio y comprehensivo.

4. Sustentabilidad de plantaciones forestales

4.1. Ámbito para evaluar la sustentabilidad. Externalidades positivas

A partir de lo anteriormente analizado, se concluye que gran parte de la discusión que se sostiene acerca de la sustentabilidad de las plantaciones forestales tiene su origen en análisis reduccionistas. La mayoría de ellos se focalizan en las plantaciones mismas, como si éstas debieran ser autosu-

ficientes en materia ambiental, y sin considerar que son un elemento de un todo más amplio, complementándose con otros (concepto de sustentabilidad “macro”, véase sección 3). Se critica en muchos casos su escasa biodiversidad o su monótono paisaje, en circunstancias que su existencia permite la conservación de superficies de bosques naturales con rica biodiversidad y valiosos paisajes, en una proporción entre diez y veinte veces mayor por cada hectárea de plantaciones (analizar las plantaciones en esta óptica, sería lo mismo que esperar que un miembro u órgano del cuerpo humano desempeñara las funciones del cuerpo completo). No es función esencial de las plantaciones algo que está fuera de su objetivo prioritario que es el de producir madera. Así como no se pide a una fábrica que tenga la estética de una iglesia gótica, ni a un cultivo de trigo o lechugas que se constituya en hábitat de todo tipo de fauna, los cultivos forestales prioritariamente productivos hacen su mayor contribución a la sustentabilidad siendo eficientes en su propósito prioritario. De este modo, y adecuadamente combinadas con bosques que tengan funciones prioritarias de conservación, se permite alcanzar la sustentabilidad en forma eco-eficiente. Las plantaciones forestales son, entonces, no un sustituto, sino un complemento de los bosques naturales; particularmente en aquellas funciones para las cuales estos últimos tienen ventajas.

Sin embargo, a nuestro juicio sí existen requisitos que las plantaciones forestales deben satisfacer para cumplir su rol complementario en la sustentabilidad global. En primer lugar, deben conservar, a lo menos, el potencial productivo del suelo que ocupan y, en lo posible, mejorarlo (cosa que sucede en la mayoría de los casos, bajo adecuadas condiciones de silvicultura y cosecha). En segundo lugar, deben efectivamente complementar los roles de las otras categorías de bosques, respetando su existencia en las proporciones que corresponda¹¹.

Asimismo, independientemente de que las plantaciones forestales deben ser evaluadas dentro del contexto de los otros bosques y en relación a las necesidades humanas por madera, generan en sí mismas importantes beneficios ambientales y sociales complementarios (externalidades).

a) *Captura de carbono*: las plantaciones, por su rápido crecimiento, presentan altas tasas de captura de carbono, transformándose en sumideros netos. Dado que ellas se cosechan antes que el bosque entre en equilibrio de captura y emisión, y que una parte importante de su volumen va a pro-

¹¹ La discusión acerca de cuánto conservar y preservar excede los propósitos de este documento. Para estos efectos, aceptemos que las proporciones son definidas por la sociedad. Una referencia puede encontrarse en Cerda, Aldo: “Sector Forestal: Una Propuesta de regulación sustentable para el Bosque Nativo”, (2004).

ductos de larga duración, contribuyen en forma más efectiva que bosques de lento crecimiento a mitigar el efecto invernadero.

b) *Recuperación de suelos*: las especies utilizadas para cultivos forestales son, en muchos casos, suficientemente rústicas y vigorosas como para colonizar suelos degradados por la agricultura o ganadería, sectores arenosos o con diversos grados de pérdida de material orgánico, iniciando un proceso sistemático de recuperación del suelo (lo que constituye en muchos casos un pre-requisito de su viabilidad económica).

c) *Regulación hidrológica*: la cobertura boscosa de plantaciones cumple la función de regulación de aguas, tal como lo haría cualquier bosque. Las forestaciones que se han establecido a orillas de fuentes, cursos o masas de agua han contribuido decisivamente a evitar sedimentaciones, mejorar la calidad de las aguas y regular caudales.

d) *Control de la erosión*: las plantaciones forestales, como todo bosque, protegen los suelos contra la erosión. Pese a que algunos sostienen que las hierbas y pastos bajos también lo hacen, las masas radiculares de los bosques son más efectivas para mantener la estructura del suelo. Asimismo, las copas de los árboles de rápido crecimiento presentan mayor aptitud para amortiguar la fuerza de las precipitaciones-lluvia respecto a otras coberturas. Un elemento adicional de las plantaciones en este caso proviene de su capacidad de ser establecidas donde no hay bosque, particularmente en suelos donde ya hay procesos avanzados de erosión.

e) *Mejoramiento del paisaje*: la mayor parte de las plantaciones en el mundo se han establecido en terrenos erosionados o abandonados por la agricultura, por lo que ellas realizan un aporte positivo al paisaje, particularmente en sectores previamente desprovistos de otras formas de vegetación.

f) *Contribución a la vida silvestre*: sin pretender competir con las aptitudes de los bosques naturales para ello, las plantaciones forestales constituyen un hábitat alternativo para muchas especies de aves, insectos, reptiles y mamíferos, siendo un uso del suelo definitivamente superior en este aspecto que el agrícola, el ganadero y, por supuesto, el urbano (razonamiento similar al del punto anterior). Resulta poco equitativo que se compare siempre a las plantaciones con los bosques naturales en esta materia, y no con la mayoría de los otros usos del suelo, respecto a los cuales son definitivamente superiores.

g) *Reducción de la migración campo-ciudad*: en muchos casos se ha criticado a las plantaciones forestales por desplazar pequeños campesinos a la urbe. En general, el proceso de migración de campesinos a los centros urbanos es inherente al proceso de desarrollo y tecnificación del agro, y este fenómeno ocurre existan o no plantaciones forestales. Desde el punto de vista ambiental, esto no es necesariamente negativo, ya que los

campesinos en condición de pobreza, en muchos casos cultivan la tierra en forma no sustentable, tendiendo a su degradación y erosión. Pero, por otra parte, el desarrollo de plantaciones forestales genera la aparición o incrementa el valor de la industria forestal local, fortaleciendo los villorrios y las urbes de menor tamaño. Esta actividad económica local reduce el flujo de campesinos a las grandes urbes aquejadas por graves problemas ambientales de congestión y contaminación, así como por problemas sociales de marginalidad, evitando así que estos problemas se incrementen.

4.2. Respuestas a inquietudes básicas respecto del futuro de las plantaciones

Quienes ven con escepticismo el fenómeno del desarrollo de las plantaciones, plantean diversas preocupaciones sobre la evolución futura de éstas y sus posibles impactos. En esta sección discutiremos algunas de ellas.

a) *“La intensidad del manejo de las plantaciones terminará por agotar la tierra y su cultivo no podrá sostenerse por un número indefinido de rotaciones”*

No existe evidencia científica que indique que con una silvicultura apropiada las plantaciones forestales no puedan sostener su producción indefinidamente, tal como ha sucedido con la agricultura y fruticultura bien realizadas¹². Más bien, las nuevas tecnologías han ido incrementando cada vez más los rendimientos, rotación tras rotación. La agricultura se practica en la Tierra hace más de diez mil años, y si bien hay episodios de serias consecuencias negativas debido a prácticas no sustentables, también hay notables ejemplos de zonas que continúan produciendo con mayores rendimientos que antes, después de muchos siglos de cultivo. El avance del conocimiento y la tecnología permiten hoy un mayor control de las variables asociadas a los cultivos, haciendo posible prever y compensar los posibles efectos ambientales negativos. En el extremo, la tecnología está en condiciones de sostener agricultura con nutrición artificial, utilizando el suelo sólo como un sustrato de establecimiento, y en ocasiones, incluso sin él (como es el caso de la agricultura hidropónica).

Las plantaciones forestales someten al suelo a menos exigencias de demanda de nutrientes que los cultivos agrícolas (por ejemplo, el pino radi-

¹² FAO: “Towards Sustainable Forest Management”, p. 22; FAO: “Bibliografía Anotada sobre los efectos ambientales, sociales y económicos de los Eucaliptos” (Compilación de trabajos para el período 1985-1994 y para el período 1995-1999).

ta consume una cantidad equivalente de nutrientes en una rotación a lo que un cultivo de trigo requiere en un año¹³). Si se tiene cuidado de agregar a los suelos los elementos, particularmente minerales, cuya presencia se debilita de una rotación a otra, y se efectúan prácticas de cosecha de bajo impacto en los suelos, protegiéndolos de la erosión, es posible sostener el cultivo forestal indefinidamente.

b) “*Las plantaciones extenderán sus superficies indefinidamente, reemplazando bosques nativos y ecosistemas naturales*”

Hemos demostrado en el punto 2.2 que la proyección de crecimiento de la población del planeta es limitada y que también lo es la proyección de demanda por madera. Es esta última la variable que determina el crecimiento de la superficie de plantaciones, por lo que su proyección también está limitada. En el Cuadro N° 4.2.b mostraremos el requerimiento de superficie de plantaciones para abastecer distintas proyecciones de consumo.

CUADRO N° 4.2.B: ABASTECIMIENTO DE DEMANDA MÁXIMA DE MADERA, AL ALCANZAR POBLACIÓN MÁXIMA DE 8,5 BILLONES

	Demanda máxima, bm ³ /año	Producción otros bosques bm ³ /año	Saldo a producir por plantaciones bm ³ /año	Superficie de plantaciones (3) MMHas	% sobre el total de bosques
Proyección propia escenario bajo (1)	4,2	2,0	2,2	110	2,9%
Proyección propia escenario alto (1)	4,8	2,0	2,8	140	3,7%
Proyección Sedjo <i>et al.</i> escenario bajo (2)	5,3	2,0	3,3	162	4,3%
Proyección Sedjo <i>et al.</i> escenario alto (2)	6,1	2,0	4,1	205	5,4%

(1) *Proyección propia*: El escenario “Bajo” considera que la demanda crecerá menos que la población. Ésta se incrementará de 6,2 a 8,5 billones (37%); mientras la demanda por madera considera un aumento de 20% sobre la base de 3,5 billones m³/año. El escenario “Alto” considera que la demanda crecerá al mismo ritmo que la población, es decir, 37% sobre 3,5 billones m³.

(2) *Proyección Sohngen, Mendelsohn y Sedjo, 1999*: crecimiento de la demanda de 50 a 75% (proyecciones “Baja” y “Alta” respectivamente), aplicadas sobre una base de 3,5 billones de m³/año de consumo.

(3) *Productividad*: considera una productividad promedio de 20 m³/ha-año.

¹³ Forestal Millalemu - Universidad del Bío Bío, 1989.

Tal como se desprende del Cuadro N° 4.2.b, la superficie máxima de plantaciones forestales podría alcanzar a algo más de 200 millones de ha, suponiendo que la demanda se incremente un 75% antes de entrar en régimen. Hay varias razones para pensar que ésta es una cota superior: se calculó con la proyección más alta de demanda, que significaría que ésta crecería a una tasa prácticamente el doble del incremento esperado para la población hasta el 2050 y se estimó un rendimiento medio de las plantaciones de rápido crecimiento de 20 m³/ha-año, situación que la tecnología puede incrementar sustancialmente, requiriendo menor superficie.

Queda claro que no existe fundamento para pensar que la superficie de plantaciones crecerá indefinidamente. Tampoco puede pensarse que una superficie del orden del 5% puede ser una amenaza para el 95% restante: no hay posibilidad alguna que represente un peligro de sustituir globalmente los bosques naturales.

De todos modos y pese a su escasa superficie a escala global, si las plantaciones se establecen en altas concentraciones, podrían afectar ecosistemas locales valiosos, lo que se puede evitar tomando precauciones de conservación para esos casos (pero estas precauciones básicas no pueden conducir a generalizaciones que minen su necesario desarrollo).

c) *“Las prácticas de viverización, mejoramiento genético y cultivo de las plantaciones podría generar alguna enfermedad que atacara letalmente a los bosques nativos”*

El temor a posibles pestes generadas que afecten sin control a los bosques nativos parece corresponder a un evento extremadamente improbable: en diez milenios de agricultura monocultural nunca se ha reportado una situación de este tipo que revista gravedad. Del mismo modo, entre las causales significativas de pérdida de bosques en el mundo, no se ha registrado nunca algo similar (en particular, desde el desarrollo de las plantaciones en Nueva Zelanda y Chile, no se ha observado ninguna situación de este tipo).

Una mutación de algún tipo de hongo o insecto podría causar una plaga seria para los bosques, pero dicha mutación puede producirse tanto en los bosques nativos como en las plantaciones, y no hay razón para pensar que pueda originarse en las plantaciones. De hecho, las especies utilizadas en las plantaciones industriales son nativas en otros lugares del planeta. A veces se menciona el caso del *Phitoptora ramorum*, especie de hongo que ha producido serios estragos en diversas especies del noroeste

de Estados Unidos, popularmente conocido como “sudden oak death”, infectando los viveros y luego los ejemplares adultos; pero hasta donde se ha investigado, su origen está vinculado a especies ornamentales de jardín (rododendros) y no tiene relación alguna con plantaciones industriales.

d) *“Habría que “mejorar” (sic) la sustentabilidad de plantaciones con una mayor biodiversidad (cultivo menos intensivo, intercalación de especies nativas, etc.)”*

Llevando el argumento en contrario al extremo: si una sola hectárea del planeta pudiera producir toda la madera y el alimento del mundo, dejando todo el resto de la inmensidad virgen, conservada y en equilibrio, pero al “costo” de que esta hectárea fuera totalmente artificial y exigiera gran esfuerzo para mantenerla, ¿no valdría la pena?

Si insistimos en modificar esta hectárea ultraproductiva, el costo de oportunidad de la misma sería volcar enormes demandas productivas sobre el resto y amenazar su conservación. ¿Por qué hacerlo? No vemos lógica en ello. Esto es un claro ejemplo (extremo por cierto) del equilibrio entre cultivos y áreas silvestres. La mejor forma de proteger estas últimas es que los cultivos sean cada vez más productivos y utilicen menos tierra para lograr lo mismo. Y de hecho, pese al incremento de la población, eso es lo que ha ido sucediendo.

4.3. Buenas prácticas para el establecimiento y manejo de plantaciones

Hemos planteado que las plantaciones forestales son una solución para el equilibrio entre producción y conservación en el planeta. Sin embargo, como en cualquier cultivo, las prácticas para su desarrollo pueden ser adecuadas o inadecuadas. Muchas de las críticas que se hacen a las plantaciones se refieren en realidad a prácticas de su cultivo que pueden ser mejoradas, o a situaciones inherentes a cualquier cambio de uso del suelo.

a) *Erosión en los suelos*: este aspecto es inherente a las malas prácticas de cosecha, que pueden darse tanto en especies nativas, como en agricultura y plantaciones. Hoy existe tecnología que permite efectuar las faenas de cosecha con bajo impacto para el suelo. Si se toman las debidas precauciones, utilizando las técnicas adecuadas para las condiciones de pendiente, pluviometría y fragilidad del suelo, además de una pronta reforestación, este aspecto se evita o minimiza.

b) Sustitución de bosques de alto valor y fragmentación de ecosistemas: si bien hemos visto que el gran aporte de las plantaciones es liberar de presión productiva a la vasta mayoría de la superficie de bosques nativos, es posible que en lugares de alta concentración de plantaciones existan ecosistemas de alto valor que, en caso de no tomar las debidas precauciones, puedan ser reemplazados por éstas. Nuevamente, este no es un problema inherente a las plantaciones: los ecosistemas ambientalmente valiosos pueden ser reemplazados también por usos agrícolas, ganaderos, industriales o urbanos.

De modo que, con una adecuada identificación de las áreas valiosas y una política explícita de conservación de éstas, el riesgo disminuye o se controla totalmente. En cuanto a la fragmentación de ecosistemas valiosos, esto también puede preverse por la vía de planes de conectividad y corredores de biodiversidad, los que deben incluirse en los planes de manejo y/o en los programas de mejoramiento continuo impulsados por la certificación de manejo forestal sustentable¹⁴.

c) Impactos sobre comunidades indígenas: la discusión sobre propiedad de territorios ancestrales es un tema político y no silvicultural o biológico, y en ningún caso es algo inherente a las plantaciones. En tierras supuestamente indígenas no sólo hay plantaciones, sino bosques naturales, superficies ganaderas y agrícolas, ciudades, industrias y caminos. En el caso de Chile, las plantaciones forestales están en su vasta mayoría establecidas en terrenos de propiedad privada, por lo que en el caso de reclamaciones se trata de disputas legales y en ningún caso tienen que ver con el uso específico del suelo en plantaciones. Por otra parte, los sistemas de certificación establecen condiciones de buena relación de los establecimientos de plantaciones con comunidades indígenas y vecindad en general.

d) Cambios en el régimen hidrológico: el establecimiento de plantaciones tiene efectos en el régimen hidrológico. En muchos casos, se utilizan plantaciones para reforestar cuencas previamente deforestadas, con objeto de mejorar la regulación de la cuenca. En otros casos, en áreas previamente deforestadas, se nota un mayor consumo de agua por parte de las plantaciones que se establecen. En general, las plantaciones de alto rendimiento se establecen en zonas de alta pluviometría, por lo que su consumo de agua en general no afecta negativamente el balance global, y normalmente no es muy distinto al de las masas boscosas naturales propias del lugar, que

¹⁴ FSC (www.fsc.org), PEFC (www.pefc.org); Certfor (www.certfor.org) entre otros.

precisamente crecen en esas zonas por requerir también alto consumo de agua. Sin embargo, en ocasiones pueden producir externalidades negativas a sectores agrícolas aledaños, al disminuir sus disponibilidades de aguas subterráneas. Por ello, se recomienda el monitoreo de este tipo de efectos en el caso de establecimiento de altas concentraciones de plantaciones, aspecto que se incluye en los requerimientos de los principales sistemas de certificación. Dicho monitoreo permite tomar medidas para mitigar los efectos y/o compensar las eventuales externalidades negativas para los vecinos.

En síntesis, así como cualquier actividad humana (en salud, educación, política, producción u otras), las prácticas inadecuadas en plantaciones pueden producir consecuencias negativas, las que no son inherentes a las plantaciones mismas, sino a la ejecución de actividades silviculturales en forma inadecuada. El aporte de las plantaciones a la sustentabilidad puede concretarse plenamente, impulsando el mejoramiento de las prácticas silvícolas, ambientales y sociales asociadas a su manejo. Y esto puede lograrse en gran medida promoviendo la certificación de las plantaciones a través de los principales estándares a nivel mundial.

5. Conclusiones

En conclusión, en el análisis de la sustentabilidad de las plantaciones forestales, es indispensable adoptar una perspectiva holística y comprehensiva que no se focalice sólo en ellas, sino en su complementariedad con las grandes superficies de bosques naturales ricos en biodiversidad y paisajes que logran conservarse gracias a su formidable eficiencia en producción de madera. Las plantaciones forestales bien ejecutadas y manejadas son una respuesta racional, sustentable y eco-eficiente a las crecientes demandas de madera del mundo. Estableciendo dichas plantaciones en condiciones de alto rendimiento y desarrollándolas tecnológicamente para potenciar su capacidad de producir grandes volúmenes de madera en reducidos espacios de tierra, se estará logrando su principal aporte a la sustentabilidad del planeta, que es permitir la conservación de vastas áreas de ecosistemas naturales valiosos; sin perjuicio de su restante variedad de contribuciones ambientales.

Con objeto de asegurar que su manejo sea adecuado y evitar o minimizar los impactos ambientales no deseables que pudieran producir, es importante promover la certificación de las plantaciones. El desarrollo de éstas en el futuro tiene un horizonte limitado, y constituirán, al llegar al equilibrio

de su crecimiento, una fracción muy minoritaria del total de los bosques, por lo que no revisten amenaza a gran escala para los bosques naturales, sino, más bien, son su necesario complemento en el delicado equilibrio de la sustentabilidad planetaria, que no puede ser tal sin considerar las necesidades y el bienestar del hombre.

REFERENCIAS

Referencias en sitios web:

FSC: www.fsc.org.

PEFC: www.pefc.org.

CERTFOR: www.certfor.org.

FAO: www.fao.org.

Otras referencias

Adams, Larry (1994): "Comparing Wood to Other Materials: There Is No Comparison". En *Wood & Wood Products*, September, p. 94.

Cerda, A. (2003): "Sector Forestal: Una Propuesta de Regulación Sustentable para el Bosque Nativo". En "Políticas para una Revolución Microeconómica". Santiago: Instituto Libertad y Desarrollo.

Contreras-Hermosilla, A. (1999): "Towards Sustainable Forest Management: an Examination of the Technical, Economic and Institutional Feasibility of Improving Management of the Global Forest Estate". FAO/FPIRS/01, p. 22.

FAO (2000): "Forest Resource Assessment". En www.fao.org.

——— (2002a): "Agricultura Mundial hacia el año 2015-2030". En http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/docrep/004/y3557s/y3557s10.htm.

——— (2002b): "Bibliografía Anotada sobre los Efectos Ambientales, Sociales y Económicos de los Eucaliptos". Compilación de trabajos para el período 1985-1994 y para el período 1995-1999. FP/16S, FP/17S.

——— (2003): FAOSTAT, Base de Datos Estadísticos de la FAO.

——— "Towards Sustainable Forest Management", FAO/FPIRS/01.

Forestal Millalemu - Universidad del Bío Bío, 1989.

Honey, Brian G. y Andrew H. Buchanan (1992): "Environmental Impacts of the New Zealand Building Industry". Research Report 92-2, Dept. of Civil Engineering, University of Canterbury, Christchurch, New Zealand.

Koch, Peter (1992): "Wood versus Non-Wood Materials in US Residential Construction: Some Energy Related Global Implications". En *Forest Products Journal* 42 (5): 31-42.

Pearce, D. W. (1993): *Economic Values of the Natural World*. UK: Earthscan.

——— (1997): "The Economics of Sustainable Development". CSERGE, mimeo.

Spears, John (2000): "Global Vision Research Project". Summary of Main Findings Emerging from Phase 1, World Bank / WWF Alliance / Council of Foreign Relations. Washington D.C. Jan 15/00.

- Sutton, Wink. (1995): "Plantation Forests Protect our Biodiversity". En *New Zealand Forestry*, 40(3): 2-5. [Traducido y publicado en revista *CORMA*, diciembre 1996, Santiago.]
- (1999): "Does the World Need Planted Forests?" Trabajo presentado en la "Intersessional expert meeting on the role of planted forests", Santiago, Chile. 6-9 abril 1999.
- United Nations, Population Division (1998). "World Population Projections to 2150", NY.
- United Nations Development Programme (UNDP): *Human Development Report* (varios años).
- Vincent, J. y C. Binkley (1993): "Multiple-Use Forestry". En *Journal of Land Economics* Vol. 69, N° 4: 370-76.
- Wattenberg, Ben J. (2004): *Fewer: How the New Demography of Depopulation Will Shape our Future*. Chicago: Ivan R. Dee.
- Will, G. M. Y R. Ballard. (1976): "Radiata Pine. Soil Degradar or Improver?". En *New Zealand Journal of Forestry*.
- World Bank (2005): *World Development Report*. World Bank.

Palabras clave: recursos renovables y conservación; plantaciones forestales; economía del medio ambiente.

~ ~ ~

INSTRUMENTOS NO TRADICIONALES PARA LA PROTECCIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES EN CHILE

**Ricardo Katz, Gabriel del Favero,
Leonel Sierralta, Javier Vergara,
Guillermo González, Gonzalo Moyano**

1. INTRODUCCIÓN

La “Estrategia Nacional de Biodiversidad”, elaborada el año 2003 en el marco del cumplimiento del Convenio sobre Diversidad Biológica (ENB)¹, establece como objetivo principal la proposición de acciones que apunten a la supervivencia, en el largo plazo, de la biodiversidad nacional representativa. Para ello, se pretende comenzar con la protección de, al menos, el 10% de las superficies de cada uno de los ecosistemas relevantes antes del 2010².

A sólo dos años del plazo propuesto, se puede constatar que el ritmo de avance hacia ese objetivo es sustancialmente menor al necesario para concretarlo. El Estado no sólo ha sido lento en incorporar nuevas unidades al Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE)³, sino que ha sido incapaz de generar las condiciones para encauzar y masificar el espontáneo interés de los privados de participar en la conservación de la biodiversidad, a pesar de que la Ley 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente, del año 1994 (LBGMA), impuso explícitamente al Estado la tarea de fomentar e incentivar la creación de Áreas Protegidas Privadas (APP).

RICARDO KATZ. Ingeniero Civil, Universidad de Chile. Master en Ciencias en Administración Ambiental, Universidad de Texas. Investigador asociado y coordinador de la Comisión de Medio Ambiente del CEP.

GABRIEL DEL FÁVERO. Abogado. Investigador asociado y secretario de la Comisión de Medio Ambiente del CEP.

LEONEL SIERRALTA. Master en Ecología Forestal, Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza (IAMZ). Investigador asociado y miembro de la Comisión de Medio Ambiente del CEP.

JAVIER VERGARA. Miembro de la Comisión de Medio Ambiente del CEP.

GUILLERMO GONZÁLEZ. Ingeniero Civil mención en Ingeniería Ambiental, Universidad Católica de Chile. Especialista ambiental, Gestión Ambiental Consultores (GAC).

GONZALO MOYANO. Abogado. Especialista en derecho ambiental, Vergara Abogados.

¹ Ratificado por Chile el año 1994, lo que hace que el Convenio forme parte del ordenamiento jurídico vigente.

² Conama: “Estrategia Nacional de Biodiversidad”, 2003.

³ Entre el año 2000 y el 2008 sólo ha incorporado una nueva unidad, el Parque Nacional Corcovado.

Este poco fecundo proceso ha sido acompañado de una rica discusión en torno a la incorporación de los agentes privados a la conservación de la biodiversidad. En la última década, a través de una cantidad importante de publicaciones y seminarios, se ha ofrecido una amplia gama de propuestas para incentivar la creación de nuevas APP. Este trabajo busca reposicionar en la agenda la urgente necesidad de generar estos incentivos, haciendo hincapié en algunas de las ideas ya expresadas, y entregando nuevas propuestas para hacer más sencillo y eficiente un sistema que permita avanzar hacia la meta trazada en la ENB.

A esta altura se hace necesario indicar algunos supuestos básicos de nuestra propuesta. En primer lugar y, tal como se estableció en la LBG-MA, el incentivo privado para la protección de la biodiversidad debe descansar en un régimen mayoritariamente voluntario. Es decir, partimos de la base que, siempre que sea posible, el Estado debe generar un sistema de incentivos con el objetivo de influir en el comportamiento de los agentes privados, evitando imponer restricciones discrecionales y arbitrarias al uso de esas propiedades.

Por otra parte, se debe aclarar que nuestra propuesta se asienta en los objetivos indicados en la ENB, sin buscar evaluarlos o reformularlos desde el punto de vista ecológico. De esta manera, nos hemos enfocado en la conservación de ecosistemas relevantes, dejando de lado la protección orientada a especies de fauna o a unidades de paisaje.

2. CONDICIONES PARA LA CONSERVACIÓN PRIVADA

La experiencia internacional ha ido progresivamente identificando algunas condiciones que deben concurrir para posibilitar mecanismos de conservación privada de relevancia ambiental. En este ámbito, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (en sus siglas en inglés OECD) se ha referido extensamente a la incorporación de instrumentos económicos por parte de sus Estados miembros con el objeto de conservar la biodiversidad. Al respecto, esta organización se ha focalizado especialmente en aquellos factores necesarios para la creación de mercados de conservación de la biodiversidad, incluyendo instrumentos para la administración privada de áreas de valor natural.

Resulta especialmente relevante apreciar cómo, al mismo tiempo que los incentivos de mercado operan para reducir la inapropiada presión sobre recursos relacionados con la biodiversidad, también pueden incidir en una mejor administración de éstos. La creación de mercados, en este ámbito, opera a través de la superación de barreras al intercambio comercial, incluyendo el establecimiento y asignación de derechos de propiedad estables y

bien definidos⁴. Conforme a la OECD, la creación de mercados se basa en la premisa que los titulares de estos derechos de propiedad van a maximizar el valor de sus recursos en el tiempo, permitiendo un uso, conservación y restauración más eficiente de la biodiversidad.

Por otra parte, se ha indicado que a fin de lograr los objetivos relacionados con la protección y uso sustentable de la biodiversidad, los instrumentos económicos generalmente requerirán ser utilizados con otros instrumentos que no son de mercado, tales como estándares, normas, restricciones de acceso, entre otros. Sin embargo, lo relevante es la complementariedad entre todas estas herramientas de gestión⁵.

Se requerirá además una capacidad de diseñar, ejecutar y fiscalizar los instrumentos definidos. Por esta razón, un elemento central para la ejecución de los instrumentos de incentivo consiste en la existencia de un esquema institucional que sea capaz de llevar adelante dichas tareas. Desde esta perspectiva, se requiere que las autoridades cuenten con las competencias que le permitan orientar correcta y eficientemente los instrumentos de incentivo para la conservación. En este sentido, se requiere dotar a las autoridades de los recursos humanos y financieros necesarios para incorporar al sector privado en la conservación. Asimismo, las decisiones en la definición de políticas deben ser tomadas considerando los costos que cada una de éstas tienen para el Estado, incluyendo su fiscalización y monitoreo. Tales opciones deben también tomar en cuenta los costos privados para su implementación.

Finalmente, la OECD también ha puesto hincapié en la necesidad de contar con información que permita identificar los recursos de biodiversidad, su estado de conservación y posibilidades de explotación futura. Ello será relevante para identificar las dificultades existentes y su respuesta frente a los distintos incentivos para la conservación de recursos relevantes.

3. SITUACIÓN ACTUAL EN CHILE

3.1. Estado de la biodiversidad

El Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE) actualmente cuenta con 32 Parques Nacionales, 48 Reservas Nacionales y 15 Monumentos Naturales, cubriendo un total de 14 millones de hectáreas, lo que representa el 19% de la superficie de Chile continental.

⁴ OECD: "Recommendation of the council on the use of economic instruments in promoting the conservation and sustainable use of biodiversity", 2004, p. 8. Adoptada por el Consejo de la OECD el 21 de abril de 2004.

⁵ Ibid, p. 7.

Pese a la elevada proporción del territorio que se encuentra protegido, el SNASPE presenta una serie de deficiencias.

El 84% de estas áreas se concentra en las Regiones de Aysén y Magallanes, mientras que los ecosistemas del Chile central, localizados entre las regiones de Coquimbo y del Maule, se encuentran protegidos en menos del 1% de su área total, a pesar de corresponder a uno de los 25 *hotspots* identificados a nivel mundial por su valor de biodiversidad global y su alto grado de amenaza⁶. El 60% de las 85 formaciones vegetacionales identificadas para el país (según la clasificación de Gajardo⁷) están insuficientemente protegidas o sin protección por el SNASPE. A lo anterior se suma una serie de restricciones operacionales, financieras e institucionales. Por ejemplo, una evaluación de la efectividad de las áreas del SNASPE en la ecorregión valdiviana detectó entre las principales debilidades un marco legal que limita la capacidad fiscalizadora de los guardaparques, un presupuesto insuficiente, vacíos de información e investigación y una institucionalidad ambiental que no garantiza la prevención de amenazas en las áreas protegidas públicas⁸.

Alcanzar la meta de una protección efectiva de al menos el 10% de las superficies de cada uno de los ecosistemas relevantes, establecida en la ENB, tendría para el Estado costos relevantes asociados a la adquisición y manejo de estas áreas⁹. Por lo tanto, se hace claro que una meta de esta magnitud no se podrá alcanzar en el mediano plazo sino con la incorporación masiva de agentes privados, o bien, con la decisión de inversión estatal que parece no existir.

⁶ Al respecto, véase Pauchard Aníbal y Pablo Villarroel: "Protected Areas in Chile: History, Current Status, and Challenges", 2002, pp. 318-330; y Myers, Norman *et al.*, "Biodiversity Hotspots for Conservation Priorities", 2000, pp. 853-858.

⁷ Véase Gajardo, Rodolfo: *La Vegetación Natural de Chile: Clasificación y Distribución Geográfica*, 1995, y Luebert, Federico y Pablo Becerra, "Representatividad Vegetacional del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE) en Chile", 1998, pp. 62-69.

⁸ Tacón, Alberto *et al.*: *Evaluación Rápida de la Efectividad de Manejo en las Áreas Silvestres Protegidas de la Ecorregión Valdiviana*, 2005.

⁹ Considerando que la gran mayoría de los sitios prioritarios para la conservación identificados ya están en manos privadas. Esta es la situación, por ejemplo, de la totalidad de los sitios prioritarios reconocidos por la Estrategia Nacional de Biodiversidad para la Ecorregión de los Bosques Mediterráneos. Al respecto véase Sepúlveda, Claudia y Pablo Villarroel: "Servicios Ecosistémicos y Financiamiento de la Conservación Privada en Chile", 2006, pp. 12-20.

De acuerdo a estimaciones realizadas por el Plan de Acción Forestal en 1994, mejorar la superficie protegida a nivel nacional de modo que todas las formaciones vegetacionales del país queden protegidas en un 5% o más, y que el SNASPE supere algunos problemas de infraestructura y personal, significaría una inversión cercana a los US\$ 100 millones. Al respecto véase Villarroel, Pablo: "Cooperación Público-Privada para la Conservación de la Biodiversidad", 1998, pp. 65 -72.

En efecto, esta necesidad ha sido captada y espontáneamente ejecutada por dichos agentes, quienes se han adelantado al Estado y, sin incentivos de ningún tipo, han incorporado a la conservación más de 300 APP que suman cerca de 1 millón 400 mil hectáreas¹⁰. Estas iniciativas son sumamente diversas respecto de su tamaño, en un rango que va desde unas pocas hasta cientos de miles de hectáreas. También hay grandes diferencias en el uso que se les da: algunas se mantienen en un estado de preservación estricta, mientras otras utilizan de manera sustentable algunos recursos naturales del predio protegido, pasando por una serie de experiencias de ecoturismo y desarrollos inmobiliarios. Igual o más diversos son quienes están detrás de las distintas iniciativas, así como sus motivaciones: desde grupos de personas con mero interés filantrópico, los que a su vez buscan aprovechar un sector de las áreas para uso recreacional, empresas que se comprometen a la conservación de ciertas áreas como parte de medidas de compensación por impactos causados por proyectos sometidos al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA)¹¹, hasta la industria forestal, que protege más de 400.000 hectáreas¹², algunas por razones operacionales y otras de forma voluntaria. En el Recuadro se pueden ver algunos casos relevantes de APP.

Por otra parte, existe una serie de situaciones que imponen a propietarios privados la obligación de conservar sus predios (o parte de ellos) de manera no necesariamente voluntaria. Éste es el caso de las Áreas de Preservación Ecológicas definidas por los instrumentos de planificación territorial y que van más allá de las áreas del denominado SNASPE, así como de ciertos sitios Ramsar*. Otro caso lo constituyen los Sitios Prioritarios para la Conservación que han sido identificados por Conama. Éstos, sin un respaldo legal formal, definen áreas que el Estado considera relevante proteger, lo que afecta a las actividades económicas en la zona vía restricciones que se imponen en el SEIA (sistema de evaluación de impacto ambiental).

Finalmente, si se incluyeran todas estas áreas privadas al inventario de áreas protegidas en el país, éste aumentaría de forma relevante. Sin embargo, ninguna de éstas normalmente es incluida en dichos inventarios, lo cual es correcto dado que, si bien algunas pueden cumplir con su objetivo de protección, no cuentan con una protección efectiva que permita asegurarlos.

¹⁰ Maldonado, V. y R. Faúndez: "Asesoría para la Actualización Base de Datos Cartográfica de Áreas Silvestres Protegidas Privadas a Nivel Nacional. Informe Final", 2005.

¹¹ La Estrategia Nacional de Biodiversidad de 2003 señala que habría 50.000 ha de terreno bajo protección asociada a compensaciones del SEIA.

¹² Eliodoro Matte L., en discurso de presentación de este seminario "Liderazgo del sector privado en la conservación del medio ambiente", *infra*, en esta misma edición.

* Se trata de humedales que presentan una alta riqueza de especies, inscritos en la Convención sobre Humedales, firmada en Ramsar, Irán, en 1971. (N. del E.)

RECUADRO

ALGUNAS INICIATIVAS PRIVADAS DE CONSERVACIÓN

La Comunidad Ahuenco, formada por un grupo de 45 personas naturales, consiste en 850 hectáreas cercanas a la sección norte del Parque Nacional Chiloé, en la Región de Los Lagos. Además de recursos relevantes de flora y fauna, en el área se encuentra una colonia de pingüinos. La comunidad es una ONG que forma parte de la Red de Áreas Protegidas Privadas (RAPP), sin reconocimiento formal de su status de conservación. Cada miembro de la comunidad es dueño de una acción en una sociedad inmobiliaria, las que son transables en el mercado y/o heredables. Cada comunero tiene derecho a la construcción de una vivienda de verano sobre una reducida porción, manteniéndose la mayoría del predio como parque en común^a. El mantenimiento depende exclusivamente del aporte de dichos comuneros.

La Reserva Ecológica Huilo Huilo es un proyecto inmobiliario-turístico que nace a partir del patrimonio forestal de la Compañía Forestal y Maderera Panguipulli. Considera un total de 56 mil hectáreas, ubicadas en la comuna de Panguipulli, Región de Los Lagos, en la ribera sur del Lago Pihueico y del río Fuy. Combina áreas de conservación con venta de parcelas (menos del 1% del total del proyecto) y desarrollo turístico. Se conservan bosques de roble y raulí, poco representados en el SNASPE. Corresponde a un sitio prioritario de conservación según clasificación realizada por CONAMA en 2003, pero tampoco cuenta con reconocimiento formal de su status. Asimismo, en esta reserva se han iniciado programas de reproducción y reintroducción del huemul.

El Proyecto Karukinka, ubicado en Tierra del Fuego, región de Magallanes, consiste en un importante proyecto de conservación realizado por una organización financiera internacional (Goldman Sachs), en alianza con una ONG de conservación con base en Estados Unidos (Wildlife Conservation Society). Con una superficie aproximada de 250 mil hectáreas, contiene remanentes de importancia global de bosques primarios de lenga y bosques mixtos lenga-coigüe de Magallanes, y alberga además una variedad de otros ecosistemas que incluyen humedales, ecosistemas andinos, estepa patagónica, todos representativos de la biodiversidad austral^b. Se desarrollan proyectos de erradicación de castores y de investigación sobre guanacos. Esta APP tampoco tiene reconocimiento formal como área de conservación.

La conservación de la Laguna Conchalí^c, en la Región de Coquimbo, es el resultado del cumplimiento de los compromisos asumidos por Minera Los Pe-

^a Corcuera, Elisa: "Primer Congreso de Conservación Privada de Tierras en Chile", 2003, pp. 46-50.

^b Saavedra, Bárbara: "Karukinka, Nuevo modelo para la Conservación de Biodiversidad", 2006, pp. 21-27.

^c Información obtenida de la página web www.pelambres.cl.

lambres durante la evaluación de sus proyectos en el SEIA. Sus 34 hectáreas de humedales son el punto de descanso de alrededor de 70 especies de aves, gran parte de ellas migratorias del hemisferio norte, ya que por sus singulares características biológicas, constituye un ecosistema altamente diverso, especialmente importante para su nidificación, alimentación y refugio. Está reconocido como Santuario de la Naturaleza y fue designado Sitio Ramsar en 2004, convirtiéndose en el primer humedal del país con esta categoría que se encuentra bajo la protección de una empresa privada.

El Santuario de la Naturaleza Salar de Huasco, Región de Atacama, es una iniciativa en la cual participan la Municipalidad de Pica, CONADI, Minera Doña Inés de Collaguasi y la ONG Centro de Estudios del Desarrollo y que cuenta con apoyo financiero del Banco Mundial. Este humedal altoandino destaca por ser un ecosistema con rica avifauna altiplánica. Es una importante zona de alimentación, nidificación y residencia temporal o permanente de aves. Se caracteriza por mantener una vegetación atípica en la región^d.

En los humedales costeros de la Región del Bío Bío, la Compañía Siderúrgica Huachipato cuenta con 65 hectáreas de humedales bajo protección voluntaria. Llama la atención que esta área se encuentra adyacente a las instalaciones industriales de la empresa, la cual controla el nivel de las lagunas con el agua del río Bío Bío, con el fin de mantener este ecosistema. El plan de manejo en ejecución incluye un catastro de aves y el seguimiento de su desarrollo, y ha permitido detectar la presencia de cerca de 40 especies de aves. Una vez más, esta APP no tiene reconocimiento formal de su status de conservación.

Una experiencia reciente e innovadora es la que se gestó en Mejillones, Región de Antofagasta, zona que constituye un sitio de nidificación relevante del Gaviotín chico (*Sterna lorata*), ave clasificada en peligro de extinción^e. Si bien su situación ya había generado la necesidad de establecer áreas de conservación en los planes reguladores del sector y de exigir medidas de mitigación a los proyectos ubicados en la zona, recién en el año 2007, con el ingreso simultáneo de una serie de proyectos portuarios y termoeléctricos al SEIA, se implementó un plan de protección de largo plazo, a ejecutarse a través de la “Fundación para la Sustentabilidad del Gaviotín chico”. La creación de esta fundación fue hábilmente coordinada por la municipalidad local, y contó con la participación de las empresas, el gobierno regional, el SAG y la Universidad de Antofagasta. Busca proteger y conservar esta especie a través del desarrollo de capacidades de investigación, generación de nuevos conocimientos en torno a la especie e implementación de medidas técnicas asociadas a dicho objetivo.

Finalmente, el Sendero de Chile^f es un proyecto iniciado el año 2000 como parte de la celebración del bicentenario de la república y que tiene planifi-

^d Información obtenida de la página web www.monumentos.cl.

^e International Union for Conservation of Nature (IUCN): *Libro Rojo de Especies Amenazadas*, 2005.

^f Infante, Sebastián: “El Sendero de Chile”, 2007.

cado el desarrollo integral de 23 tramos asociados a destinos diferentes, con 2000 kilómetros comprometidos de sendero. El proyecto incorpora la participación de los privados en su implementación, basado en un novedoso modelo de intercambio de aportes entre los propietarios de las áreas en las cuales se emplaça el recorrido principal del sendero (y sus accesos a atractivos, paraderos y estaciones), y la Fundación Sendero de Chile. El esquema consiste en que dicho propietario cede los derechos de uso y goce de sus terrenos a la fundación, la cual los administra (explotándolo en base al turismo) y a cambio entrega al propietario un porcentaje del ingreso percibido.

3.2. Esquema normativo actual

La Ley N° 18.362 de 1984, que creó el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE), incluyó un conjunto de objetivos de conservación tendientes a la mantención de áreas de carácter único o representativas de la diversidad ecológica natural del país¹³. Ya al momento de su dictación existían en el país categorías de protección de la biodiversidad consagradas por un conjunto de textos normativos. Ejemplo de ello es la Ley de Bosques de 1925 (y su modificación de 1931) que establece la existencia de los Parques Nacionales de Turismo, así como algunos instrumentos de planificación que reconocían áreas de restricción, como es el caso del Plan Regulador Intercomunal de Concepción del año 1977. Sin embargo, la Ley N° 18.362 no estableció un régimen único de conservación, sino que fue diseñada de forma paralela a la existencia de estos estatutos. Ello generó una diversidad de textos normativos, de diversa jerarquía y ámbito de competencia, que reconocen áreas de protección de distinta índole, sobre la base de diversos criterios. Asimismo, el procedimiento para su dictación y autoridades competentes varía sustancialmente, así como el papel que juega la ciudadanía en su dictación.

En efecto, actualmente el SNASPE se encuentra conformado por diversos Parques Nacionales, Reservas Nacionales y Monumentos Naturales, categorías que coexisten con otros instrumentos de protección como son las Reservas Forestales (DL 1939 de 1977), los Santuarios de la Naturaleza (Ley 17.288), Áreas de Protección Turísticas (Ley 18.378), Zonas Típicas

¹³ Se debe indicar que dicha ley no ha entrado en vigencia por cuanto comenzará a regir a partir de la fecha en que entre en plena vigencia la Ley 18.348 de 1984, mediante la cual se crea la Corporación Nacional Forestal (CONAF), como persona jurídica de derecho público, lo cual aún no ha ocurrido. A la fecha, CONAF sigue siendo una corporación de derecho privado.

(Ley 17.288), Áreas de Valor Natural incluidas en instrumentos de planificación territorial, entre otras.

Por otra parte, la posibilidad que los privados puedan crear áreas silvestres protegidas ha sido reconocida por la Ley 19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente. En efecto, el artículo 35 de dicha ley asigna al Estado la función de fomentar e incentivar la creación de este tipo de áreas. Adicionalmente, les ha reconocido igual tratamiento tributario, derechos, obligaciones y cargas que aquellas áreas pertenecientes al SNASPE. Asimismo, establece que la afectación de las áreas protegidas privadas tiene el carácter de voluntaria y que su supervisión se encuentra a cargo del mismo organismo administrador del SNASPE. En cuanto a la desafectación de las áreas protegidas privadas, ésta se producirá por vencimiento del plazo, por incumplimiento de las obligaciones que el propietario asume al solicitar su declaración, o a petición anticipada del propietario.

Parte central de la operación de este sistema descansa en un reglamento que, conforme a la Ley 19.300, debe establecer los requisitos, plazos y limitaciones a que se encuentran las áreas privadas protegidas. A pesar de haberse elaborado dicho reglamento, éste no ha sido promulgado aún, en parte porque debe necesariamente tratar aspectos que son materias de ley.

3.3. Efectos del esquema actual

La existencia de diversos regímenes de conservación, cuya administración depende de autoridades tan diversas como el Consejo de Monumentos Nacionales, CONAF, el SAG y los gobiernos regionales, entre otras, lleva a un marco regulatorio complejo, no coordinado, produciendo en muchos casos un escenario de incerteza jurídica y, lo que es más grave, resultando en una amenaza a la misma biodiversidad que se pretende proteger.

Un ejemplo de lo anterior ha sido la reciente discusión respecto a la validez de las áreas de preservación ecológica reconocidas en instrumentos de planificación territorial. El centro de la discusión se ha enfocado en determinar si dichos instrumentos pueden crear áreas de protección o si sólo están facultados para reconocer áreas existentes, debida y formalmente definidas por los organismos competentes. La respuesta no resulta sencilla debido a la ausencia de una regulación clara al respecto por parte de la legislación de urbanismo y construcciones. En medio de dicha discusión se plantean nuevos proyectos de inversión que no tienen claridad jurídica para proponer medidas de compensación, mitigación o reparación en el caso que dichas áreas sean afectadas.

Por otra parte, si bien existe un número muy importante de iniciativas privadas de conservación, también es cierto que éstas presentan una serie de temas aún por resolver. Las APP no necesariamente están alineadas con las prioridades definidas por la ENB, muchas de ellas contando con una gran belleza escénica pero con una baja relevancia ecológica.

A pesar de algunos esfuerzos, como los que han realizado instituciones como Parques para Chile y el Comité Nacional Pro Defensa de la Flora y Fauna, CODEFF (a través la Red de Áreas Protegidas Privadas), existe una baja coordinación entre las distintas áreas. De esta manera, se desaprovecha la posibilidad de formar conjuntos de redes territoriales que permitan proteger superficies significativas de ecosistemas prioritarios mediante la formación de corredores biológicos que conecten áreas protegidas públicas o privadas entre sí, lo que podría generarse inclusive con áreas de poco tamaño que constituyen la mayor parte de las APP¹⁴.

Por otra parte, la mayoría de las APP no cuentan con reconocimiento formal de su estatus de protección, por las dificultades que implica realizarlo. Lo anterior redundo en que éstas quedan expuestas a ser afectadas por proyectos de vialidad, gasoductos, industrias, etc., sin ningún tipo de resguardo ambiental, contrariamente a lo que ocurre con las áreas que conforman el SNASPE. Además, las iniciativas de conservación privada se convierten en un mercado sin regulación de ningún tipo, en relación a su valor ecológico, quedando indiferenciadas aquellas que representan una contribución real a la conservación del patrimonio natural del país. Esta deficiencia tampoco permite asegurar que estas áreas efectivamente tendrán un manejo adecuado y las deja vulnerables frente a un eventual desvinculamiento en el futuro por parte de los mismos propietarios.

4. LINEAMIENTOS PARA LA CONSERVACIÓN PRIVADA

Nuestra propuesta busca abordar algunas de las deficiencias antes descritas, de manera de aportar a la discusión y eventual solución del problema, y a que el Estado pueda generar incentivos adecuados para alentar la incorporación de privados a la conservación, permitiendo alcanzar las metas propuestas en la Estrategia Nacional de Biodiversidad. La propuesta consta de tres etapas: la redefinición de las categorías de protección, la priorización de los ecosistemas y la incorporación de nuevas áreas protegidas. Cada una de éstas se describe en detalle a continuación.

¹⁴ En efecto, la mayoría de las APP registradas en Chile tienen tamaños inferiores a las 100 ha. Véase Sepúlveda, Claudia: “Áreas Privadas Protegidas y Territorio: La Conectividad que Falta”, 2002, pp. 119-124.

4.1. Redefinición de las categorías de protección

Teniendo en consideración el marco regulatorio actualmente existente, resulta imprescindible que cualquier política de conservación se encuentre respaldada por un régimen único de conservación de la biodiversidad, que opere sobre la base de criterios uniformes, y en la cual participen autoridades e instituciones atinentes al tema. Se debe evitar el escenario existente actualmente, en donde diversas autoridades, en forma descoordinada, declaran categorías de protección diversas, que no dialogan entre sí, y que generan un importante grado de incerteza jurídica. Además, dichas declaraciones habitualmente afectan propiedades de particulares, que ven cercenados sus derechos sobre esas propiedades sin que exista una compensación de por medio.

La generación de un mecanismo coherente debe ser la base de un sistema que permita homogeneizar las categorías de protección, permitiendo que las actuales competencias de diversos organismos que tienen facultad para declarar diferentes áreas de protección se integren, a fin de incluir, bajo un cierto número de categorías, las consideraciones y criterios de biodiversidad que hoy se encuentran dispersos. Para ello, y conforme se ha indicado precedentemente, el Estado debiera redefinir las categorías de conservación actualmente existentes, permitiendo que todos los instrumentos de protección respondan a criterios comunes. Además, se debiera aprovechar una instancia como ésta para actualizar los conceptos actualmente utilizados para definir las distintas categorías, provenientes de la Convención de Washington, realizada en la década de los 40. Si bien este trabajo no pretende ofrecer un nuevo listado de categorías, creemos deberán considerarse las categorías propuestas por la IUCN (International Union for Conservation of Nature)¹⁵.

4.2. Priorización de los ecosistemas

Como siguiente paso, el Estado deberá coordinar la priorización de las áreas a conservar, a través de un sistema basado en variables científicas, pero que también incorpore la participación ciudadana. El *Libro Rojo de los Sitios Prioritarios para la Conservación*¹⁶ y los listados regionales consti-

¹⁵ Al respecto, véase el documento de la UNEP: “Directrices para las Categorías de Manejo de Áreas Protegidas”, disponible en la página web: http://www.unep-wcmc.org/protected_areas/categories/esp/index.html.

¹⁶ Muñoz, M., J. Yáñez y H. Núñez: *Libro Rojo de los Sitios Prioritarios para la Conservación de la Diversidad Biológica en Chile*, 1997.

tuyen un avance en esta dirección, pero se hace necesario aunar los criterios y elaborar un listado priorizado a nivel nacional, mediante un mecanismo transparente y participativo. Dicha priorización debe responder al objetivo de la Estrategia Nacional de la Biodiversidad de dar protección al 10% de la superficie de cada uno de los ecosistemas relevantes. Por lo tanto, esto supone también la definición clara de lo que deba entenderse por “ecosistema”¹⁷.

Como resultado del proceso debería generarse un acuerdo político-ciudadano-científico respecto de los sistemas que se busca conservar. Se podrá determinar cuáles de ellos ya se encuentran suficientemente representados en el SNASPE y cuál es el déficit que debe ser incorporado al nuevo sistema de áreas protegidas que incluya al SNASPE y a las APP (al cual denominaremos Sistema Nacional de Áreas Protegidas, SNASP). Como ya se ha señalado, es de esperar que una proporción muy importante de dichos sistemas estén ubicados dentro de predios privados, por lo que nuestra propuesta se focaliza en la incorporación de éstos al SNASP.

Cabe señalar que esta priorización permitirá además determinar las áreas que se encuentran sobrerepresentadas en el SNASPE, algunas de las cuales podrían desafectarse y así generar recursos para la conservación de las otras áreas. Por otra parte, al igual que las normas de calidad ambiental, la definición de áreas debería revisarse periódicamente para efectos de redefinir prioridades.

4.3. Incorporación de nuevas áreas protegidas

Se estima que la mayor parte de las áreas que se definirán como prioritarias para conservación corresponderán a propiedades privadas, razón por la cual se deberán desarrollar mecanismos de incentivos para su conservación, orientados a los propietarios de dichas áreas.

Mucho se ha escrito en Chile respecto de este tipo de incentivos; se han presentado propuestas que van desde beneficios tributarios hasta subsidios directos, pasando por asistencia técnica¹⁸. Sin embargo, no se ha ofrecido una propuesta clara que permita abordar el siguiente hecho: en

¹⁷ Debe señalarse que la última clasificación relevante realizada corresponde a la de los “pisos de vegetación” (desarrollada en Federico Leubert y Patricio Pliscoff, *Sinopsis bioclimática y vegetal de Chile*, 2006).

¹⁸ Al respecto véase Sepúlveda, Claudia: “Incentivos para la Creación y Manejo de Áreas Silvestres Protegidas Privadas en Chile”, 1997, pp. 38-46; Geisse, Guillermo y Claudia Sepúlveda: “Iniciativas Privadas y Política Pública de Conservación Ambiental”, 2000, pp. 6-13; Villarroel, Pablo: “Los Gestores Privados y su Papel en la Conservación de la Biodiversidad”, 2004, pp. 65-74.

Chile ya existe una gran cantidad de áreas protegidas privadas, sin mediar incentivos de ningún tipo, lo que es reflejo de la elevada disposición a conservar de ciertos actores privados.

Por lo tanto, entregar incentivos por igual a todos los propietarios de predios que se busque conservar no resultaría en una asignación eficiente de recursos, debiendo buscarse incentivos diferenciados que capturen las diferentes disposiciones privadas hacia la conservación. No obstante, lo anterior sólo es posible cuando, para un mismo ecosistema, se cuenta con múltiples oferentes privados y, por ende, existe competencia y posibilidad de capturar esas diferentes disposiciones. En consecuencia, nuestra propuesta consta de dos casos generales que se presentan a continuación.

4.3.1. Caso de múltiples oferentes privados

4.3.1.1. *Licitaciones como mecanismo para la conservación*

En el caso de ecosistemas que se deseen incorporar al SNASP, de acuerdo a los criterios mencionados en el punto 4.2, y que se encuentren presentes en predios privados de propietarios distintos, nuestra propuesta es que existan incentivos diferenciados y que sean los privados quienes propongan cuánto desean recibir a cambio de conservar la biodiversidad existente en su propiedad.

La manera más eficiente de llevar esto a cabo es a través de licitaciones, en las cuales a los propietarios de las áreas que se busca conservar se les dé la posibilidad de presentar una propuesta para conservar un área específica a cambio de un subsidio directo, entregado anualmente, que provenga desde un fondo al que denominaremos Fondo para la Conservación de la Biodiversidad. De esta forma, aquellos con mayor disposición a conservar esperarán un subsidio menor que quienes no tienen interés de hacerlo, por lo que un sistema de licitación apelará a la competencia entre los actores y permitirá capturar la disposición intrínseca de algunos de éstos¹⁹. Una vez recibidas todas las propuestas, se deberían elegir las más costo-efectivas hasta alcanzar la representatividad requerida de cada ecosistema. En el caso de que la licitación se declare desierta, se deberá pasar al caso que se describe más adelante.

Son varios temas los que se deben afinar para poder poner en práctica un sistema de este tipo. El más obvio tiene que ver con el origen de los

¹⁹ Es esperable que muchas de las APP existentes, que no cuentan con una declaración formal pero que buscan obtenerla, exijan bajos subsidios para incorporarse al SNASP, pues ello no les implicaría cambios relevantes con relación a su actividad actual.

recursos necesarios para el fondo que entregará las compensaciones a los propietarios. Una parte debería provenir directamente del Fisco, pero el fondo podría ser complementado por aportes de los mismos privados²⁰, por ejemplo, de los proyectos que se someten al SEIA y que deben compensar ciertos impactos.

De acuerdo a lo establecido en el Reglamento del SEIA, las compensaciones deben realizarse en “moneda verde” y en el lugar donde los impactos ocurran²¹. Por lo tanto, ante la necesidad de compensar un cierto impacto, el titular del proyecto podría hacer un aporte, destinado específicamente a incorporar al sistema áreas prioritarias ubicadas en el sector de su proyecto (una alternativa sería que el titular adquiriera el o los predios donde se encuentre el ecosistema en cuestión y que luego él se presente a la licitación). De esta manera, iniciativas de este tipo, que hoy no necesariamente están alineadas con las prioridades de conservación, pasarían a formar parte de un sistema integrado de áreas protegidas.

También puede considerarse la posibilidad de que otras empresas hagan aportes para financiar el fondo general o específicamente para la conservación de ecosistemas seleccionados por ellos, lo que podría resultarles atractivo como acciones de responsabilidad social empresarial. En el caso de las empresas, las donaciones podrían además estar afectas a rebajas tributarias análogas a las que existen para las donaciones culturales. Este tipo de aportes también podría provenir de personas naturales interesadas.

Por otra parte, deberá desarrollarse un mecanismo objetivo para determinar el costo-efectividad de las distintas ofertas, en base a indicadores lo más objetivos posible. En este aspecto, el sistema de licitación tiene una gran ventaja: al momento de realizarse una convocatoria para un ecosistema específico, las ofertas se recibirán y evaluarán simultáneamente, lo que permite analizar los efectos sinérgicos entre ellas. Bien podría ocurrir que dos propiedades relativamente pequeñas por sí solas no sean ecológicamente atractivas, pero que en conjunto sí lo sean. Este tipo de situaciones deben ser incorporadas al análisis, buscando el mejor conjunto de ofertas al más bajo costo.

Además, debe examinarse cómo asegurar la conservación efectiva y adecuada de la propiedad. Para ello, las bases de la licitación de cada sector

²⁰ En efecto, la misma Estrategia Nacional de Biodiversidad establece en su Línea Estratégica N° 8 que se deben “definir las condiciones necesarias para establecer un fondo para la conservación de la biodiversidad”.

²¹ El artículo 60 del Decreto Supremo N° 95/2001 de Minsegreps, establece que “los recursos naturales o elementos del medio ambiente” deberán ser reemplazados o sustituidos por “otros de similares características, clase, naturaleza y calidad”.

específico deberán establecer el grado de conservación requerido del ecosistema respectivo: preservación estricta o si puede efectuarse algún nivel de uso.

Los concursantes deberían presentar una propuesta técnica (Plan de Manejo), en el caso que se soliciten usos consuntivos, debido al mayor grado de intervención asociado. Por ello, deberían generar líneas base, que determinen la situación inicial y el estado del área en cuestión, así como proponer sistemas de monitoreo de impacto. Alternativamente, los organismos del Estado relacionados (CONAF, SAG, etc.) podrían generar planes de manejo estándar para ecosistemas y tipos de usos específicos, los que podrían ser directamente incorporados a las bases²².

Una vez firmado el contrato de conservación, los subsidios anuales deberán estar condicionados a la verificación del cumplimiento de las condiciones establecidas en el Plan de Manejo respectivo, para de esta manera generar un incentivo permanente al manejo adecuado de las áreas seleccionadas.

Finalmente, cabe señalar que se ha optado por subsidios directos pues los beneficios tributarios (la alternativa muchas veces señalada) normalmente son poco atractivos dado el bajo valor que tienen las propiedades rurales, a diferencia de lo que ocurre en Estados Unidos, donde los impuestos territoriales suelen ser muy elevados y su rebaja representa uno de los principales incentivos para proyectos de conservación de tierras privadas²³. Debe señalarse que para la implementación de beneficios de este tipo, se hace necesaria la modificación de la Ley 19.300, pues su artículo 35 limita las compensaciones a los propietarios de las APP a beneficios tributarios.

4.3.1.2. *Contrato de conservación*

Se debe precisar de forma general los términos del contrato a firmarse entre el Estado y el propietario del terreno, el que impondrá una serie de restricciones al uso de la propiedad a cambio de una compensación en dinero. Este contrato podría asimilarse a las obligaciones que se contraen al constituir una servidumbre de conservación o “conservation easement”. De

²² Véase Sepúlveda, Claudia *et al.* “Aportes al Reglamento para Áreas Protegidas Privadas”, 2003, pp. 32-42. Una discusión que va más allá del alcance de este artículo corresponde al conflicto de intereses que presentan los organismos mencionados entre su labor de fomento productivo y de conservación, por lo que no necesariamente serían los más indicados para el desarrollo o aprobación de dichos planes de manejo.

²³ Véase Sepúlveda, Claudia: “Áreas privadas Protegidas y Territorio: La Conectividad que Falta”, 2002, p. 122.

esta forma, el propietario del terreno voluntariamente restringe o limita el tipo y cantidad de desarrollo que puede ser llevado a cabo sobre su terreno²⁴.

Este tipo de servidumbre de conservación es un instrumento de gran flexibilidad, capaz de adaptarse a las necesidades locales de cada propietario y cada terreno. Es también una opción de menor costo respecto de la adquisición de las propiedades, que suele variar entre el 30% y el 70% del valor de ésta, dependiendo de las restricciones acordadas²⁵.

Cabe hacer presente que este mecanismo de servidumbre, que se ha aplicado en otros países (como EE.UU.), es muy distinto del mecanismo de servidumbre que existe en el derecho chileno, por la posibilidad que una sola persona pacte la servidumbre, mientras en el derecho chileno se requiere la concurrencia de dos predios, constituyéndose así un derecho de un predio sobre el otro²⁶. En Chile, cuando ambas propiedades caen en una misma mano, legalmente termina la servidumbre. No obstante lo anterior, la servidumbre, bajo los criterios del derecho chileno, puede constituirse de todas formas en un instrumento privado de conservación, pero con limitaciones en cuanto a que se mantiene en la medida que no se confunda el dominio de las propiedades.

Las compensaciones deberían entregarse anualmente, por el período de tiempo que dure el contrato. El contrato no debe poder rescindirse en todo el plazo de conservación estipulado, salvo por el incumplimiento de alguna de las partes, debiendo constar la restricción en la respectiva inscripción en el Conservador de Bienes Raíces²⁷. Deberán tomarse las precauciones necesarias para compatibilizar estos contratos con la revisión periódica de las áreas prioritarias para la conservación.

4.3.1.3. *Declaración de autoridad*

Una vez que la autoridad haya finalizado el proceso de licitación, mediante la designación del oferente con la mejor oferta, y una vez que se haya suscrito el contrato de conservación respectivo, el privado debería

²⁴ Villarroel, Pablo: "Cooperación Público-Privada para la Conservación de la Biodiversidad", 1998.

²⁵ Corcuera, Elisa: "Conservación de Tierras Privadas en Chile y el Mundo: ¿Coincidencia o Tendencia?", 2000, pp. 36-43.

²⁶ Al respecto, véase Ubilla, Jaime: "La Conservación Privada de la Biodiversidad y el Derecho Real de Conservación", 2004.

²⁷ La posibilidad de hacer inscripciones al margen el Conservador de Bienes Raíces por razones ambientales puede tener utilidad en este tema como en otros. A modo de ejemplo, se pueden señalar las restricciones que pueden existir fruto de la contaminación de un sitio.

solicitar al Estado la declaración de la categoría de conservación voluntaria que le permita un reconocimiento *erga omnes* respecto a su status jurídico reconocido por el Estado como área que forma parte del SNASP²⁸. Ello posibilitará su protección con relación a obras que pretendan emplazarse en sus cercanías, o en el terreno mismo, sean éstas desarrolladas por el propio propietario o por terceros, sean públicos o privados.

4.3.2. Caso de un solo oferente privado o licitación declarada desierta

En caso que exista un solo oferente privado para un determinado ecosistema, el esquema de licitación antes descrito no resulta factible, pues no existiría competencia. En ese caso, la manera de asegurar su conservación consiste en que el Estado realice una declaración de ciertas zonas privadas bajo un esquema conservación. Para hacer efectiva la declaración, el Estado deberá ofrecer al propietario la entrega anual de una cierta compensación (monto a determinar por peritos, de forma similar a la Ley Eléctrica), por la conservación y administración del área, o derechamente deberá adquirir la propiedad, en el caso que el propietario no esté interesado en desarrollar un proyecto de conservación.

Este sistema debería además contemplar un plazo máximo (de cinco años, por ejemplo) después del cual, si el Estado no ha hecho efectiva la declaración y compensación antes descritas, las propiedades originalmente identificadas deben quedar desafectadas²⁹. Esto busca que la declaración no constituya un acto meramente formal, sino que se realicen las acciones necesarias para brindar protección efectiva a los ecosistemas relevantes.

5. FUNCIONAMIENTO DEL ESQUEMA EN EL MARCO DE UNA NUEVA INSTITUCIONALIDAD AMBIENTAL

Junto con la existencia de los incentivos económicos adecuados, el funcionamiento de un sistema como el propuesto requiere de un esquema que permita una correcta y eficiente administración del régimen de conser-

²⁸ El efecto *erga omnes* permitiría que el contrato suscrito genere efectos más allá de quienes concurrieron a su celebración, produciendo efectos respecto a terceros.

²⁹ Ello se asemejaría al sistema consagrado por la Ley General de Urbanismo y Construcciones respecto a la declaratoria de utilidad pública de ciertas áreas para la futura construcción de obras viales. Conforme al artículo 59 de dicha ley, los plazos de caducidad para las declaratorias de utilidad pública de los terrenos del área urbana, son de diez años para las vías expresas, y de cinco años para las vías troncales y colectoras y los parques intercomunales y comunales. El plazo de caducidad de las declaratorias de utilidad pública de los terrenos ubicados en áreas de extensión urbana, son de diez años, pudiendo prorrogarse por una vez por igual lapso.

vación de áreas protegidas. Para ello, resulta de especial relevancia establecer una institucionalidad relacionada con la conservación de la biodiversidad, y en particular respecto a la conservación privada.

Con el objeto de lograr lo anterior, y tal como lo han señalado estudios internacionales, se requiere contar con la capacidad de diseño, implementación y fiscalización del régimen de conservación propuesto. Desde esta perspectiva, la institucionalidad debe contar con la capacidad de generar y canalizar la información sobre biodiversidad que debe ser conservada y administrada, con el objeto de otorgar a dichos recursos los mecanismos de protección necesarios. A su vez, la autoridad deberá construir el necesario respaldo político para estas iniciativas, procurando contar con un sistema transparente y participativo.

En el marco de la nueva institucionalidad ambiental actualmente en discusión, el régimen de conservación de la biodiversidad debiera encontrarse bajo la administración del Ministerio de Medio Ambiente, a través de una eventual Subsecretaría de Recursos Naturales o un Servicio Nacional de Parques y Áreas Protegidas. Dicha entidad debería velar por el correcto funcionamiento de la conservación pública y privada de la biodiversidad, centralizando la información sobre recursos ambientalmente relevantes del país, estableciendo políticas y objetivos generales de alcance nacional. Esta entidad podría servir de promotor de las licitaciones de conservación propuestas, constituyendo la contraparte de los privados en esta materia. De este modo, es evidente que el rediseño institucional que actualmente se encuentra analizando la autoridad es una oportunidad para crear los instrumentos en esta dirección.

Sin perjuicio de lo anterior, parece razonable que, en función de sus atribuciones constitucionales respecto del desarrollo territorial armónico y equitativo de las regiones, los gobiernos regionales participen en la definición de aquellas áreas que deben ser destinadas a ciertos grados de protección ambiental. Si bien pueden existir categorías de protección a nivel nacional, las regiones debieran ser partícipes de la declaración de áreas de relevancia ambiental regional, pero obviamente dentro del marco ya señalado. Por lo anterior, la nueva institucionalidad también debería tener esto en consideración.

Se debe tener presente que el enfoque del régimen propuesto no hubiese requerido la existencia de un ente ministerial para su implementación, bastando un ente coordinador como el desempeñado por CONAMA, pero obviamente la propuesta gubernamental va en la dirección ya señalada.

6. CONCLUSIONES

Este artículo propone un sistema que capture la disposición voluntaria a conservar por parte de ciertos actores privados. Con ello, se busca optimizar el uso de los recursos públicos, generando incentivos para la conservación privada de la biodiversidad.

Parte central de nuestra propuesta descansa en la necesidad de reformular las categorías de protección ambiental, a fin de posibilitar un esquema de conservación que otorgue mayor certeza jurídica, superando la actual multiplicidad de categorías de protección actualmente existentes. Ello, a fin de posibilitar mayor claridad respecto a las autoridades que participan en la definición de zonas de conservación de la biodiversidad, y acerca de los criterios utilizados.

Adicionalmente, la priorización de sitios debe basarse en una definición de áreas a nivel nacional y regional, conforme a una evaluación ambiental estratégica que considere aspectos sociales y económicos. Los procedimientos de definición y asignación de áreas deben considerar procedimientos claros (como la dictación de normas) y transparentes, posibilitando la participación ciudadana.

Con el objeto de alcanzar las metas de conservación de la ENB, se deberá distinguir entre aquellos ecosistemas con múltiples oferentes privados, de aquellos con un solo oferente. En los primeros, el sistema propuesto apunta a la voluntariedad y competencia para fomentar la conservación. En el caso de los ecosistemas con un solo oferente (o cuando la licitación se declare desierta), nuestra propuesta asigna al Estado una responsabilidad respecto a estas áreas, debiendo compensar al propietario, o alternatively adquirir el predio.

El esquema propuesto permitiría establecer un régimen que defina con mayor claridad las áreas del territorio destinadas a la conservación. Lo anterior permitiría que se constituya un sistema que genere mayor certeza respecto a las áreas de protección de la biodiversidad en el largo plazo y que permita a los privados contar con un sistema que genere los incentivos adecuados para conservar dichas áreas.

Finalmente, se debe aprovechar la reforma a la institucionalidad ambiental en curso para implementar un sistema que permita cumplir con las metas de conservación definidas. En definitiva, esta propuesta pretende potenciar, de manera eficiente, el interés privado en la conservación, para dar cumplimiento a las metas fijadas en la ENB.

BIBLIOGRAFÍA

- Conama: “Estrategia Nacional de Biodiversidad”. Santiago, 2003.
- Corcuera, Elisa: “Conservación de Tierras Privadas en Chile y el Mundo: ¿Coincidencia o Tendencia?”. En *Ambiente y Desarrollo*, Vol. XV (4), 2000, pp. 36-43.
- “Primer Congreso de Conservación Privada de Tierras en Chile”. En *Ambiente y Desarrollo*, Vol. XIX (1), 2003, pp. 46-50.
- Gajardo, Rodolfo: *La Vegetación Natural de Chile: Clasificación y Distribución Geográfica*. Santiago: Ed. Universitaria, 2ª edición, 1995.
- Geisse, Guillermo y Claudia Sepúlveda: “Iniciativas Privadas y Política Pública de Conservación Ambiental”. En *Ambiente y Desarrollo*, Vol. XVI (3), 2000, pp. 6-13.
- Infante, Sebastián: “El Sendero de Chile”, 2007 (documento inédito).
- International Union for Conservation of Nature (IUCN): *Libro Rojo de Especies Amenazadas*. IUCN, 2005.
- Lindberg, Kreg: *The Sale of Biodiversity to Nature Tourists*. París: OCDE, 2003.
- Luebert, Federico y Pablo Becerra: “Representatividad Vegetacional del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE) en Chile”. En *Ambiente y Desarrollo*, Vol. XIV (2), 1998, pp. 62-69.
- Luebert, Federico y Patricio Plischoff: *Sinopsis Bioclimática y Vegetacional de Chile*. Santiago. Editorial Universitaria, 2006.
- Maldonado, V. y R. Faúndez: “Asesoría para la Actualización Base de Datos Cartográfica de Áreas Silvestres Protegidas Privadas a Nivel Nacional. Informe Final”. Programa de Biodiversidad Codeff/Conama, Santiago, diciembre 2005.
- Matte L., Eliodoro: Discurso de presentación del seminario “Liderazgo del sector privado en la conservación del medio ambiente”. *Infra*, en esta misma edición de *Estudios Públicos*.
- Muñoz, M., J. Yáñez y H. Núñez: *Libro Rojo de los Sitios Prioritarios para la Conservación de la Diversidad Biológica en Chile*. Santiago: Conaf, 1997.
- Myers, Norman, et al.: “Biodiversity Hotspots for Conservation Priorities”. En *Nature*, 403, 2000, pp. 853-858.
- OECD: “Recommendation of the Council on the Use of Economic Instruments in Promoting the Conservation and Sustainable Use of Biodiversity”. Adoptada por el Consejo de la OECD el 21 de abril de 2004.
- OECD, Programa de la OECD para el Medio Ambiente: “Harnessing Markets for Biodiversity: Towards Conservation and Sustainable Use”, 2003.
- Pauchard, Aníbal y Pablo Villarroel L.: “Protected Areas in Chile: History, Current Status, and Challenges”. En *Natural Areas Journal*, Vol. 22 (4), 2002, pp. 318-330.
- Saavedra, Bárbara: “Karukinka, Nuevo Modelo para la Conservación de Biodiversidad”. En *Ambiente y Desarrollo*, Vol. 22 (1), 2006, pp. 21-27.
- Sepúlveda, Claudia: “Incentivos para la Creación y Manejo de Áreas Silvestres Protegidas Privadas en Chile”. En *Ambiente y Desarrollo*, Vol. XIII (3), 1997, pp. 38-46.
- “Áreas Privadas Protegidas y Territorio: La Conectividad que Falta”. En *Ambiente y Desarrollo*, Vol. XVIII (2-3-4), 2002, pp. 119-124.
- Sepúlveda, Claudia, et al.: “Aportes al Reglamento para Áreas Protegidas Privadas”. En *Ambiente y Desarrollo*, Vol. XIX (1), 2003, pp. 32-42.

- Sepúlveda, Claudia y Pablo Villarroel: “Servicios Ecosistémicos y Financiamiento de la Conservación Privada en Chile”. En *Ambiente y Desarrollo*, Vol. 22 (1), 2006, pp. 12-20.
- Simpson, David: “Conserving Biodiversity through Markets: A Better Approach”. En *Perc Policy Series*, 2004.
- Tacón, Alberto, et al.: *Evaluación Rápida de la Efectividad de Manejo en las Áreas Silvestres Protegidas de la Ecorregión Valdiviana*. Santiago: WWF-Conaf, 2005.
- Ubilla, Jaime: “La Conservación Privada de la Biodiversidad y el Derecho Real de Conservación”. En *Revista de Derecho Ambiental*, Centro de Derecho Ambiental, Universidad de Chile, 2004.
- UNEP: “Directrices para las Categorías de Manejo de Áreas Protegidas”, disponible en la página web: http://www.unep-wcmc.org/protected_areas/categories/esp/index.html.
- Villarroel, Pablo: “Cooperación Público-Privada para la Conservación de la Biodiversidad”. En *Ambiente y Desarrollo*, Vol. XIV (4), diciembre de 1998, pp. 65 -72.
- “Los Gestores Privados y su Papel en la Conservación de la Biodiversidad”. En *Ambiente y Desarrollo*, Vol. XX (1), 2004, pp. 65-74.
- Western Governors Association: “Purchase of Development Rights: Conserving Lands, Preserving Western Livelihoods”. 2001.

Palabras clave: política chilena de conservación del medio ambiente y protección de la biodiversidad; sector privado y conservación del medio ambiente; economía del medio ambiente. □

INMORTALIDAD Y RESURRECCIÓN

PROBLEMAS FILOSÓFICOS Y RESPUESTAS ACTUALES*

Alfonso Gómez-Lobo

En este artículo se sostiene que debemos distinguir claramente entre inmortalidad del alma y resurrección de la persona entera. La primera es una noción que proviene del pensamiento griego y que tanto en su versión platónica como cartesiana requiere de un dualismo metafísico: hay inmortalidad del alma sólo si estamos compuestos por dos cosas distintas, un cuerpo y una mente, que pueden existir la una independientemente de la otra. La tradición aristotélica rechaza el dualismo substancial, pero al sostener que la facultad racional del alma humana no reside en ningún órgano concluye también que ésta puede sobrevivir después de la muerte del cuerpo. El autor rechaza la tesis de que el alma racional sea independiente del cuerpo y muestra que incluso aunque hubiese inmortalidad del alma ésta no sería inmortalidad de la persona. La noción cristiana de resurrección no es objeto de inferencia metafísica o empírica, es objeto de pura fe, pero no presenta las incoherencias conceptuales que implica la inmortalidad del alma separada del cuerpo.

Palabras clave: inmortalidad, resurrección, dualismo metafísico, alma racional, persona.

Recibido: mayo de 2008. *Aceptado:* junio de 2008.

ALFONSO GÓMEZ-LOBO. Ph.D. en filosofía, filología clásica e historia antigua. Estudió en Valparaíso, Atenas, Tubinga, Munich (donde obtuvo el doctorado) y Heidelberg. Profesor titular de la cátedra Ryan de Metafísica y Filosofía Moral de la Universidad de Georgetown y miembro del Consejo de Bioética de la Casa Blanca, Washington, D.C. Miembro del Consejo Directivo del CEP.

* Texto presentado en el CEP el 7 de mayo de 2008 en el marco del ciclo “Tres Conferencias Filosóficas”.

Estudios Públicos, 112 (primavera 2008).

I

El punto de arranque de esta exposición son dos experiencias personales de muy diversa índole que me han llevado a tratar de repensar un problema humano fundamental, el problema de si al morir desaparecemos por completo o si cabe esperar que nuestra existencia se prolongue después de la muerte.

La primera experiencia data de los años cincuenta, cuando al llegar a Atenas como joven estudiante me incorporé a una comunidad “unita”, es decir, a una comunidad de rito bizantino unida a la iglesia de Roma. Durante la liturgia dominical aprendí a profesar la fe cristiana con el Credo de Nicea (del año 325 d. C.) en su versión original griega¹. Desde un comienzo me llamó la atención que ese credo no mencionara en ningún momento que esperamos la *athanasía*, la inmortalidad. Lo que es motivo de *prosdokía*, de expectación y esperanza, es la *anástasis nekrôn*, la “resurrección” o “el volver a levantarse o erguirse”, no de los cuerpos, sino de los muertos. Más tarde pude comprobar que tanto el Nuevo Testamento como los demás credos son consistentes en el uso de *anástasis* en vez de *athanasía* en la expresión de este punto central de la fe cristiana.

Ahora bien, dentro la tradición filosófica, por ejemplo, en el *Fedón* de Platón o en las *Meditaciones* de Descartes, se habla de la inmortalidad o supervivencia no de la persona muerta, sino de su alma. En términos filosóficos estrictos la inmortalidad del alma supone una real distinción entre el alma y el cuerpo de modo que aquella pueda seguir existiendo cuando éste ha dejado de existir. En el lenguaje más especializado decimos que la inmortalidad del alma supone un dualismo metafísico, es decir, la tesis de que un ser humano está constituido por dos cosas muy distintas: un alma inmaterial y un cuerpo material, y que la persona se identifica con el alma.

La segunda experiencia a la que aludía al comienzo es mucho más reciente y tiene que ver con mi participación en las grandes batallas de la bioética contemporánea. Una de ellas es la disputa acerca de la condición de la vida humana en sus comienzos o en sus fines. ¿Se la debe proteger o es lícito destruirla, ya sea para promover la investigación en células embrionarias o para respetar la autonomía de una mujer que no quiere tener un hijo? ¿Se debe respetar a quien se encuentra en estado vegetativo irreversible? A mí me han parecido más fuertes los argumentos en pro del respeto por la vida en sus inicios y en su ocaso, pero cuando me he detenido a examinar los argumentos de mis contrincantes me he encontrado con algo inesperado: un resurgimien-

¹ Ver www.creeds.net. Los textos griegos que ofrece este sitio contienen numerosos errores.

to del dualismo metafísico. No todos los autores que he leído están conscientes de los supuestos dualistas de lo que defienden, pero algunos sí, si bien defienden por lo general lo que podríamos llamar un dualismo post-cartesiano en cuanto piensan que uno de los dos constituyentes de un ser humano no es un alma inmaterial, como pensaba Descartes, sino un cerebro material, y que por lo tanto no habría inmortalidad.

Pienso como ejemplo en la posición de un filósofo norteamericano muy influyente hoy, Jeff McMahan, quien habla de un cuerpo “no ocupado” antes de 28 a 30 semanas². ¿No ocupado por qué cosa? Por un cerebro activado. Éste sería el constitutivo esencial de la persona. Igualmente un paciente al final de su vida que se encuentra en estado vegetativo persistente sería un individuo que ha dejado de ser persona al dejar de funcionar la zona cortical de su cerebro. Si traducimos esto a términos metafísicos me parece ineludible sostener que un individuo humano, según esta posición, está compuesto por dos cosas, por un cuerpo y por una cosa distinta, un cerebro, y que una de ellas puede existir sin la otra. Con distintos matices me parece que éste es el supuesto metafísico que subyace a gran parte de aquellas doctrinas éticas que admiten la licitud de destruir intencionalmente organismos humanos muy jóvenes o en estado de inconciencia irreversible³.

Lo que me propongo hacer en esta exposición es re-examinar tanto a la luz de categorías metafísicas tradicionales como de evidencias empíricas recientes la constelación de ideas y convicciones que están a la base de la tesis de la inmortalidad. A partir de ese examen crítico mostraré que es altamente improbable que haya inmortalidad personal. Para concluir, entrelazando deliberadamente filosofía y teología, diré algo sobre la supuesta necesidad de que el alma sea inmortal para garantizar identidad personal en la resurrección.

II

A fin de abordar los problemas con el debido rigor comienzo con algunas precisiones de ontología fundamental. En el mundo es posible distinguir dos clases de cosas: sustancias y entidades inherentes. Sustancias o entidades sustanciales son cosas que pueden existir *kath'hautá*, *per se*, por su cuenta. Inherencias o entidades inherentes son en cambio cosas parasíticas que requieren de otra cosa para poder existir. La vanidad de Callias y la palidez de Sócrates no pueden existir sin Callias o Sócrates,

² McMahan (1999), p. 83. Su influencia se basa sobre todo en su libro McMahan (2002).

³ Ver Singer (1999) y Tooley (1983).

respectivamente, pero Callias puede seguir existiendo después de la ejecución de Sócrates. Entre las entidades inherentes se incluyen aquí, por ejemplo, propiedades y factores explicativos que no existirían si no existe aquello que explican. Esto se verá más claro a medida que avancemos.

La distinción recién propuesta está lógicamente ligada a otra importante distinción, a la distinción entre cambio con pérdida de la identidad y cambio sin pérdida de la identidad. Si Sócrates pierde su palidez y adquiere un tono bronceado luego de hacer ejercicios al aire libre, no deja de ser Sócrates, pero si pierde su vida deja de ser el ser humano que era. Un cambio substancial produce pérdida de identidad, un cambio de propiedades inherentes no la genera. Es por ello que algo no puede ser a la vez una substancia y una propiedad inherente. Debe ser o lo uno o lo otro. Se trata de categorías mutuamente excluyentes.

III

Si bien estas distinciones requieren un mayor refinamiento (y quizás la discusión de contraejemplos), creo que bastan para nuestros fines. Lo primero que podemos inferir es que las formas de dualismo que introduce hace un momento, tanto el dualismo cartesiano como el dualismo post-cartesiano, son dualismos substanciales. La pervivencia de un alma inmortal requiere que ésta sea una substancia y no una entidad inherente, y la destrucción de la zona cortical del cerebro con pérdida de la identidad de la persona también requiere que el cerebro sea una substancia. Si la destrucción de la zona cortical fuese la pérdida de una propiedad inherente, entonces no habría pérdida de identidad, y por lo tanto el paciente en estado vegetativo persistente seguiría siendo lo que era antes, es decir, una persona (y por ende inviolable). Pero si la destrucción de la zona cortical es un cambio substancial entonces hay dos muertes. En el tristemente célebre caso de Nancy Cruzan hay quienes sostienen, en forma perfectamente consistente, que ella murió en 1983 cuando entró en coma permanente a raíz de un accidente automovilístico, y que su cuerpo murió en 1990 luego de que le fuese retirado el tubo gástrico⁴.

En este punto habría que preguntarse cuán razonables son las formas de dualismo que estamos considerando. Las principales objeciones al dualismo cartesiano son conocidas desde el siglo 17 y la más fuerte de ellas es que no parece haber manera de explicar la interacción entre dos substancias tan distintas, una inmaterial y la otra material⁵. La tesis cartesiana de

⁴ McMahan (2002), p. 423, quien cita la inscripción puesta sobre su tumba.

⁵ Ver Dicker (1993), pp. 217-224.

que la interacción, es decir, la recepción por parte del alma de información procedente del cuerpo y la causalidad del alma sobre el cuerpo, ocurriría en la glándula pineal nos parece hoy ingenua e insostenible. Pero igualmente insostenible parece ser el dualismo post-cartesiano, pues el cerebro (y más aún su porción neocortical) es una parte de un organismo y difícilmente cumple con los requisitos conceptuales para ser una sustancia independiente, que, como vimos, es un elemento esencial de la doctrina correspondiente. Simplemente no es algo que en principio pueda existir por su cuenta y que por ende sea algo completamente independiente del cuerpo.

Ahondemos en el problema, dejemos de lado la búsqueda de justificaciones éticas *ad hoc* como ha ocurrido, a mi juicio, en la bioética contemporánea, y preguntémonos por la motivación estrictamente teórica de las posiciones dualistas. Preguntémonos también si existen posiciones que tomen en cuenta esas motivaciones, pero que no sean dualistas. A mi entender, la motivación para introducir la tesis dualista no es exactamente la misma en el *Fedón* platónico que en las *Meditaciones* cartesianas.

Lo que prima en el diálogo platónico es la distinción tajante entre los objetos accesibles a los sentidos, que se caracterizan por su imperfección, es decir, por poseer un atributo y a la vez su contrario, y los objetos que poseen únicamente dicho atributo⁶. El diagrama del círculo dibujado en la arena (que era como procedían los geómetras griegos) es una línea curva, pero no lo es perfectamente. Hay tramos cortos que son más bien rectos. Pero por otra parte está “el círculo mismo”, que no es visible mediante los órganos del cuerpo y cuya circunferencia posee la propiedad de ser estrictamente equidistante del centro en todos sus puntos. En ningún segmento ese círculo es recto. De allí infiere Platón que, además del cuerpo, los seres humanos poseemos otra cosa, un alma (*psykhé* en el texto platónico), que por su cuenta tiene acceso a los objetos perfectos o Formas Platónicas. Y puesto que el alma es algo distinto del cuerpo, ésta lo puede sobrevivir. El alma es inmortal.

Descartes parece tener una motivación algo diferente. Sus meditaciones se ocupan no sólo del conocimiento puramente racional de entidades abstractas sino de la totalidad de las experiencias internas de una persona.

Pero entonces ¿qué soy yo? Una cosa que piensa. Y ¿qué es eso? Una cosa que duda, comprende, afirma, niega, quiere, no quiere, y que también imagina y posee percepciones sensoriales. (Med. II, §8)⁷.

⁶ *Fedón* 74b-c. Para mayor claridad he reemplazado el ejemplo de “los iguales” del *Fedón* (que corresponde a un predicado diádico) por el del círculo, que es el ejemplo empleado en *Carta VII*, 342b y que es más simple.

⁷ Dicker (1993), p. 39.

La intención de esta enumeración, en sí incompleta, es sin duda abarcar la totalidad de las experiencias mentales de un sujeto. El contraste con el mundo externo es claro. Los objetos del mundo externo poseen propiedades físicas cuantificables y accesibles a múltiples observadores. Los estados de mi mente en cambio sólo me son accesibles a mí y no responden a leyes del mundo físico. Mi mente, por lo tanto, en la medida en que puedo concebir su existencia independientemente de la existencia de mi cuerpo, es una substancia distinta de aquella otra que me sitúa en el mundo físico y que llamo mi cuerpo.

Si bien históricamente tanto la experiencia de las Formas como la de los hechos mentales y subjetivos han llevado a suposiciones dualistas, esto no tiene por qué ser así necesariamente. Hay una tradición que toma en cuenta ambas motivaciones pero que confía en dar cuenta de ellas sin suponer una dualidad sino asumiendo una radical unidad en el ser humano. Me refiero a la tradición aristotélica.

IV

¿Cuáles son sus rasgos esenciales? ¿Qué podemos agregarle o sustraerle desde la perspectiva contemporánea? La fuente primera de esta tradición es el breve pero clarividente tratado de Aristóteles que llamamos el *De Anima*. En él se traza una distinción fundamental entre los fenómenos vitales, la vida en cualquiera de sus formas, y los fenómenos mentales o conscientes, sobre todo el pensamiento. Aristóteles, por lo general, es consistente en su terminología. *Psykhé*, “alma”, designa el principio explicativo de la vida. Al principio explicativo del pensamiento le asigna un término también tradicional, pero diferente: *noûs*, “intelecto” y sus derivados. Al mantener en principio esta distinción terminológica Aristóteles introduce una fundamental claridad en la constelación de problemas que nos preocupan. Las conjeturas que explican la vida no tienen por qué coincidir, al menos inicialmente, con las conjeturas explicativas de la vida mental.

Al comienzo del *De Anima* Aristóteles afirma que el alma es “como *arkhé tôn zôon*”⁸. La expresión griega es ambigua entre “principio de los seres vivientes” y “principio de los animales”, pero el contexto posterior indica que la primera es la interpretación correcta: el alma es el principio explicativo (o forma o esencia) de los seres vivos. Todo ser vivo, incluso una planta o un micro-organismo, tiene un alma, tiene algo que explica por qué y cómo está vivo, por qué tiene las características que tiene y por qué se desarrolla como se ha desarrollado. Explica, en otras palabras, por qué un

⁸ *De Anima*, 402 a 6-7.

organismo es lo que es, a saber, un ser vivo perteneciente a una cierta clase natural.

Dentro de la dicotomía ontológica introducida al comienzo el alma aparece más bien como una entidad inherente que como una substancia. Es evidente que un animal existe por su cuenta y es razonable suponer que lo que lo hace ser un organismo, su componente formal, difícilmente puede seguir existiendo cuando el animal perece.

El alma entonces es algo introducido como una hipótesis o conjetura, es como una incógnita que debe ser despejada a medida que avanza nuestro conocimiento de la naturaleza. De hecho, en esta exposición me propongo ofrecer una identificación contemporánea del alma, pero para no provocar un rechazo frontal por lo escandaloso de la propuesta daré un breve recuento de las explicaciones aristotélicas a partir de la forma o esencia.

Observemos algunos ejemplos utilizados por Aristóteles. Para ilustrar la función del *eîdos* o forma Aristóteles dice que la diferencia entre un umbral y un dintel, es decir, un trozo de madera en el suelo y uno sobre la puerta, radica en que ocupan lugares distintos. La forma de un dintel nada tiene que ver con el aspecto o forma física del madero. La forma en este caso es el ocupar un determinado lugar⁹. Otro ejemplo aristotélico es el de la forma de la sílaba griega BA. Dicho *eîdos* no es ni la letra Alfa ni la letra Beta ni una tercera letra, sino la posición relativa de ambas letras. Si ésta cambiara ya no tendríamos la sílaba BA sino AB¹⁰.

Pensemos por analogía en un ejemplo moderno. La esencia o *eîdos* del agua no son los átomos de hidrógeno y oxígeno, sino aquello que hace que una molécula formada por dichos átomos sea una molécula de esa clase natural. La clave está dada por su combinación en una proporción de dos a uno. Si la proporción fuese de dos a dos tendríamos un líquido muy diferente, a saber, peróxido de hidrógeno o agua oxigenada. La fórmula H₂O expresa entonces la esencia del agua y es esa esencia la que explica sus propiedades emergentes. Éstas no son propiedades ni del hidrógeno ni del oxígeno cuando estos átomos existen por su cuenta o en otra proporción. Nótese que en este caso la esencia o forma ha sido descubierta como resultado de la investigación científica.

En efecto, dentro de la tradición aristotélica (y también dentro de una rama muy importante del esencialismo contemporáneo¹¹) la tesis de que las esencias de las cosas sensibles son cognoscibles *a posteriori* es una doctrina central.

⁹ Met. VIII. 2. 1042b 19-20.

¹⁰ Met. VII. 17. 1041b 11-33.

¹¹ La obra clave en esta corriente es Kripke (1972).

En el panorama actual ¿qué podría corresponder en el caso de los seres vivos al hallazgo de la esencia del agua? ¿Qué se piensa hoy que es aquello que determina el genotipo, la herencia, el desarrollo y en general las propiedades de un ser vivo? La respuesta es unánime: el código genético contenido en el ADN de cada célula de un organismo que hace a cada célula coordinarse con las demás para formar un todo¹². No se trata de hacer aquí una exposición de la genética actual (para lo cual me declaro obviamente incompetente), sino baste con recordar tres puntos cruciales. El primero es que todos los seres vivos y sólo los seres vivos poseen moléculas de ADN. La posesión de ADN es co-extensiva con la vida. Segundo, los genes contenidos en una molécula de ADN son invocados para explicar la producción de proteínas y éstas a su vez son invocadas para explicar propiedades como el color de los ojos o del pelo, y miles de otras propiedades cuya conexión con uno o más genes se espera establecer. Tercero, y esto es lo más importante para nosotros, el código genético de un organismo es un sistema de información, y como tal es inmaterial. No se identifica ni con los genes ni con la molécula de ADN que los contiene. Éstas son partes materiales de un organismo organizado a partir de la información inmaterial codificada dentro de ellas. Por otra parte, si el organismo parece debemos suponer que cesa la activación basada en dicha información. La información misma deja de existir en cuanto activante de un organismo singular.

Otro punto digno de tenerse en cuenta es el carácter único de la información genética de cada individuo que hace que sea posible establecer, por ejemplo, culpabilidad o inocencia a partir de exámenes de ADN comparando el del acusado con el ADN encontrado en el lugar del crimen. Hasta ahora se pensaba que los gemelos monocigóticos constituirían una excepción a este carácter único, pero aparentemente se ha confirmado que hay diferencias entre ellos, como ya se sospechaba debido a los casos de gemelos monocigóticos de los cuales uno padece, por ejemplo, síndrome de Down y el otro no¹³. Si esto es así, podemos afirmar que cada ser humano posee un código genético o sistema de información biológica perfectamente único y no repetido.

No es difícil imaginar el entusiasmo que habría despertado en Aristóteles este avance del conocimiento, pues la coincidencia entre su descripción genérica del alma y las propiedades específicas del código genético es sencillamente asombrosa. Sugiero entonces considerar el descubrimiento del código genético de los seres vivos como análogo al descubrimiento de la fórmula molecular del agua: se trata de una esencia o forma aristotélica

¹² A modo de ejemplo dentro de la extensa bibliografía actual destaco sólo a Cummings (2006).

¹³ Ver Cummings (2006), pp. 106-107.

descubierta *a posteriori*. No quiero sugerir por cierto que nuestro conocimiento del código genético esté plenamente alcanzado. Estamos todavía muy lejos de eso debido a su inmensa vastedad y complejidad, pero esto no es un obstáculo para considerarlo hipotéticamente como el contenido específico de la forma o esencia de los seres vivos, es decir, del alma.

Demos un paso más y dentro del marco de referencia que hemos establecido regresemos a la dimensión que motiva las posiciones dualistas. Aristóteles, como es sabido, aborda lo mental en forma gradual distinguiendo *dýnáméis* o potencias del alma, es decir, capacidades que explican las funciones básicas de los seres vivos¹⁴. Sostiene que todos los seres vivos toman alimento y se reproducen. A esto lo llama potencia o capacidad vegetativa del alma y la poseen todos los seres vivos. Luego hay organismos que son capaces de percibir. Éste es el primer nivel de lo mental y es lo que poseen los animales. Hay un tercer nivel que corresponde a la capacidad humana para pensar y ésta es también introducida inicialmente como una *dýnamis*, como una propiedad más del alma, en estrecho paralelismo con la capacidad sensitiva¹⁵. Sin embargo, Aristóteles sostiene que entre ambas capacidades hay una diferencia. Ésta tendrá enormes consecuencias sobre todo para el aristotelismo posterior: la percepción mediante los sentidos radica en los órganos correspondientes, el pensamiento en cambio carece totalmente de órgano¹⁶. Puesto que carece de base orgánica se seguiría que no hay nada que al corromperse acarree consigo la destrucción de la capacidad racional del alma y por ende del alma misma que posee dicha capacidad racional.

La articulación aristotélica de estos conceptos es de alta complejidad y está llena de incertidumbres en el original griego, pero la versión simplificada que he presentado es la que está a la base de la tesis de la inmortalidad del alma racional de la tradición aristotélico-tomista. Una importante diferencia entre Aristóteles y la tradición es que aquél aparentemente no apunta a una pervivencia del compuesto, de lo que nosotros llamaríamos el individuo o la persona, sino de algo “divino e impasible”¹⁷. La tradición tomista en cambio insiste en la inmortalidad del alma individual¹⁸.

V

¿Cómo abordar críticamente estas posiciones desde una perspectiva contemporánea? A mi juicio, lo primero que cabe examinar es si es verdadera o falsa la tesis de que “el alma racional”, es decir, la capacidad humana

¹⁴ *De Anima* II. 3. 414a 29-415a 13.

¹⁵ *De Anima* III. 5. 429a 10-430a 9.

¹⁶ *De Anima* III. 5. 429a 18-27.

¹⁷ *De Anima* I. 4. 408b 29.

¹⁸ *Summa Theologiae* I. Q. 75, a. 6.

para pensar, carece completamente de órgano, es decir, que es en rigor independiente del cuerpo en su operar más propio. Aquí hay dos cosas que tomar en cuenta: la argumentación aristotélica y las evidencias actuales.

Aristóteles argumenta en pro de la inmaterialidad del *noûs* o capacidad para pensar por analogía con los órganos sensoriales. La vista, es decir, la capacidad para percibir colores, sostiene Aristóteles, radica en un órgano que no puede a su vez tener color porque dicho color obstaculizaría la percepción de otros colores. El *noûs* entonces, puesto que puede captar todas las formas, no puede tener forma alguna, pues si la tuviera, ésta se interpondría y haría imposible la captación de las demás¹⁹. Si el ojo fuese amarillo no podríamos ver los demás colores, si el órgano del *noûs* fuese esférico no podríamos pensar las demás formas.

Debo confesar que a mí, al menos, me parece muy poco persuasivo este argumento porque supone una noción muy primitiva de interposición, como la de la Tierra entre el Sol y la Luna en un eclipse de esta última. Hoy diríamos que nada impide, por ejemplo, que la retina no sea incolora, pues la recepción de la luz, que causa los impulsos que comunicados al cerebro producen la visión, no se ve afectada si la retina misma tiene un color determinado. Igualmente, si hay un órgano en el cual reside la mente y cuya activación, por ejemplo, consistiera en descargas eléctricas, sería ingenuo sostener que la mente sólo podría pensar en descargas eléctricas. La interacción o “interfaz” entre un órgano y las experiencias mentales que posibilita debe ser pensada conforme a modelos mucho más refinados que los que estaban al alcance de Aristóteles, modelos de los cuales tenemos un atisbo en el interactuar del *hardware* y *software* de nuestros computadores.

Por otra parte, las evidencias empíricas muestran en forma progresiva que el cerebro o, más precisamente, las zonas neocorticales del cerebro se relacionan con la mente en forma análoga a la relación de un órgano sensorial y la sensación correspondiente. La destrucción de los ojos lleva consigo la pérdida de la vista, la necrosis cortical lleva consigo la pérdida de la conciencia. Se ha progresado en las localizaciones cerebrales de muchas funciones y se ha progresado también en la comprensión de cómo los desajustes químicos afectan las emociones, el pensamiento y el dominio de sí mismo.

Para nuestros fines hay dos puntos importantes. Uno es que por analogía con la percepción la actividad de un órgano del cuerpo es condición necesaria para la actividad de la mente. Tal como no sabemos de nadie que pueda ver después de que sus ojos han sido destruidos, así tampoco

¹⁹ De Anima III. 5. 429a 2-21.

sabemos de nadie que tenga conciencia después de que ha perdido las zonas clave del cerebro. Hoy nos parece claro que la totalidad de nuestra actividad mental, incluyendo las funciones superiores del pensamiento y de la voluntad, está profundamente enraizada en nuestro cuerpo.

No quisiera que lo que acabo de concluir sea entendido como la defensa de la posición llamada hoy reductivismo fisicalista. No sostengo la identidad mente-cerebro. Esta última me parece insostenible porque las propiedades de los acontecimientos cerebrales son radicalmente distintas de las propiedades de las experiencias mentales.

Sostener que la mente tiene una base orgánica sin ser idéntica a ella requeriría dar cuenta o explicar dicha relación, pero ni yo ni otros, me parece, estamos hoy en condición de dar esa explicación. Sencillamente no sabemos cómo el aumento de flujo sanguíneo y de actividad eléctrica en las sinapsis de las neuronas de una determinada región de la zona cortical se traduce, por ejemplo, en la creencia de que Valparaíso es la capital de Chile, es decir, en una actitud proposicional que además tiene un valor de verdad. En el ejemplo se trata de una creencia falsa. Ningún neurólogo puede examinar el cerebro de alguien y descubrir lo que está pensando, pero un neurólogo puede examinar el cerebro de alguien y determinar que debido al daño cerebral que ha padecido esa persona no puede pensar.

¿Qué podemos concluir de todo esto? Una primera inferencia es que hay que rechazar el argumento de corte cartesiano que sostiene que puesto que puedo imaginar o concebir que puedo existir sin mi cuerpo, mi alma racional es distinta de mi cuerpo²⁰. Este tipo de argumento es inaceptable porque depende de la omisión de información que efectivamente se posee. Si me pregunto, por ejemplo, si es posible imaginar o concebir un centauro, la respuesta variará según lo que uno tenga en cuenta u omita. En un sentido basta con haber visto los magníficos tímpanos del templo de Zeus en Olimpia para imaginarse un centauro, pero si uno toma en cuenta lo que sabemos de fisiología no me parece que sea concebible, pues un centauro tendría dos pares de pulmones, dos corazones, probablemente dos estómagos, uno de animal herbívoro y otro de carnívoro, etc., con los consiguientes problemas de coordinación funcional. En otras palabras, un centauro es biológicamente inviable y por ende estrictamente inconcebible. Igualmente, si tomo en cuenta lo que sé acerca del condicionamiento neurológico de la conciencia tendré que decir que no puedo concebir mi propia existencia sin mi cuerpo tal como no puedo concebir que alguien vea después de que sus ojos han sido destruidos, como Edipo después de su auto-flagelación.

²⁰ Dicker (1993), p. 71.

La segunda inferencia que fluye inmediatamente de la anterior es que nuestra alma no sería inmortal²¹. Antes de aceptar o rechazar la inferencia quisiera contribuir una vez más a clarificar las dificultades que debemos enfrentar.

La inmortalidad del alma requiere que ésta sea una substancia y por lo tanto requiere la aceptación del dualismo substancial. Si el alma es una entidad inherente (en el sentido definido al comienzo), a saber, la forma de un cuerpo vivo, entonces un ser humano es efectivamente una substancia unificada cuya alma deja de existir al momento de morir. ¿Cuál de estas dos alternativas es la mejor avalada por los argumentos racionales y las evidencias empíricas?

VI

Existe una salida a la perplejidad, la preconizada por Sto. Tomás de Aquino, que propone navegar entre los cuernos de la disyuntiva en vez de optar por una de las alternativas. Ésta consiste en decir que si bien el alma humana no es de suyo una substancia sino una forma substancial, ésta, “la llamada intelecto o mente”, es sin embargo algo “incorpóreo y subsistente” que existe por su cuenta después de la muerte²². En nuestra terminología esto implicaría que el alma en cuanto forma es una entidad inherente y en cuanto subsistente una substancia²³. Aparte de la imposibilidad conceptual que implica esta doble caracterización, a mi juicio genera también problemas irresolubles de identidad personal.

Si la persona, el individuo que se refiere a sí mismo mediante el pronombre personal “yo”, es un ser viviente que posee propiedades mentales y no es un alma que tiene adosado un cuerpo, entonces si hubiese inmortalidad del alma, la inmortalidad de ésta no sería inmortalidad de la persona²⁴. Mi alma

²¹ Esta conclusión contraviene no sólo una venerable tradición, sino que aparentemente contradice además la ortodoxia católica expresada en el Quinto Concilio Lateranense de 1513: *hoc sacro approbante Concilio damnamus et reprobamus omnes asserentes animam intellectivam mortalem esse, aut unicam in cunctis hominibus* (“con la aprobación de este Sagrado Concilio condenamos y reprobamos a todos los que afirman que el alma intelectiva es mortal o única en todos los seres humanos”) (Bulla Apostolici Regiminis DS 1440) (trad. de AG-L).

²² *Summa Theologiae* I. Q. 75, a 2.

²³ Esta dificultad es discutida explícitamente en *Quaestio Disputata De Anima*, Q. 1. La poco convincente solución depende directamente de la aceptación de la tesis aristotélica de que la mente no radica en un órgano corporal.

²⁴ La tesis de que el alma no es la persona aparece en *Summa Theologiae* I. Q. 75, a 4: *Ad secundum dicendum quod non quaelibet substantia particularis est hypostasis vel persona, sed quae habet completam naturam speciei. Unde manus vel pes non*

alcanzaría la *salus*, “salvación” o “preservación”, pero no sería yo quien la alcanzaría, como dice explícitamente Sto. Tomás de Aquino²⁵.

Pero ¿es cierto que la persona y su alma racional no se identifican? Por una parte existen textos aristotélicos que sugieren que cada ser humano es precisamente su elemento dianoético, o que lo es *málista*, “por sobre toda otra cosa”²⁶. Estos textos (salvo el último) aparecen en el contexto del examen aristotélico del amor de sí, una doctrina capital de su pensamiento, sin embargo todos ellos van precedidos por una forma del verbo griego *dokeîn*, “parecer”. Como todo estudioso de Aristóteles sabe, el verbo *dokeîn* marca con frecuencia no un mero parecer del autor sino un parecer generalizado, un *éndoxon*, una opinión que merece respeto y que a menudo sirve de premisa aceptable. En este caso, como anota John Burnet, el famoso editor del texto crítico de los diálogos platónicos publicado a comienzos del siglo XX, el *éndoxon* proviene de Platón (incluso el empleo del verbo *froneîn* es aquí platónico), debiendo quedar abierto si Aristóteles hace suya la respetable opinión, y en qué sentido²⁷. Personalmente me inclino a pensar que Aristóteles no necesita aceptar estrictamente el *éndoxon*, pues posee los recursos necesarios para sostener que el ejecutar un acto moralmente virtuoso constituye genuino amor de sí mismo, dado que, como ya lo ha mostrado, la virtud o excelencia moral es un bien y amarse a sí mismo es asignarse a sí mismo bienes.

Bastante serio me parece el argumento en pro de la identidad de mente y persona que proviene de la experiencia actual de los transplantes de órganos y de la incorporación de múltiples prótesis al organismo. Si es posible que un número creciente de mis órganos sea reemplazado por ór-

potest dici hypostasis vel persona. Et similiter nec anima, cum sit pars speciei humanae (“A la segunda objeción se debe responder que no cualquier substancia particular es una hipóstasis o persona, sino la que posee la naturaleza completa de su especie. De allí que una mano o un pie no puede ser llamada hipóstasis o persona. Y lo mismo vale para el alma puesto que es una parte de la especie humana”, trad. de A. G-L).

²⁵ Véase *Super I Epistolam Pauli ad Corinthios*, Lectio 2 (in fine, ad I Cor. 15: 17-19): *Alio modo quia constat quod homo naturaliter desiderat salutem sui ipsius, anima autem cum sit pars hominis, non est totus homo, et anima mea non est ego; unde licet anima consequatur salutem in alia vita, non tamen ego vel quilibet homo. Et praeterea cum homo naturaliter desideret salutem, etiam corporis, frustraretur naturale desiderium* (“de otro modo porque consta que el ser humano desea por naturaleza su propia salvación, pero el alma por ser parte del ser humano no es todo el ser humano y mi alma no soy yo; de allí que aunque el alma alcance la salvación en la otra vida, no la alcanzaría yo o un ser humano cualquiera. Y además, puesto que el ser humano desea la salvación por naturaleza, también del cuerpo, se frustraría su deseo natural”).

²⁶ *Etica Nicomáquea* IX. 4. 1166a 16-17 y 22-23; IX. 8. 1168b 30-35; X. 7. 1178a 2.

²⁷ Burnet (1904), p. 411.

ganos naturales o artificiales, ¿hasta qué punto es mi cuerpo una parte esencial mía? Más de alguien ha hecho el experimento especulativo de ir reemplazando hipotéticamente todos los tejidos y órganos hasta que quedaría, quizás, sólo el cerebro. ¿Cómo podría entonces dejar de identificarme con mi mente puesto que mi cuerpo ha cambiado casi totalmente?

Curiosamente, el problema filosófico no es nuevo. En el *Simposio* de Platón se expresa claramente la convicción de que todos los elementos del cuerpo de un ser humano se están renovando constantemente y que la persistencia se alcanza por reemplazo de lo viejo por algo nuevo en forma análoga a como en los trasplantes actuales un órgano donado sustituye a uno propio que ha dejado de funcionar²⁸.

Lo filosóficamente nuevo, por otra parte, es que ahora tenemos mayor claridad sobre los criterios de identidad de organismos a través del tiempo. Si bien las células y otros componentes de un organismo pueden ser totalmente sustituidos, el organismo seguirá siendo el mismo organismo si su genoma continúa siendo el mismo. De hecho la interpretación más plausible de lo que ocurre en un trasplante es que el nuevo órgano es incorporado a la vida total del organismo receptor gobernada por su información genética. Si esto no ocurre, el órgano es rechazado y muere.

El que mi cuerpo cambie no es entonces una razón suficiente para identificarme exclusivamente con mi mente ni menos aún para pensar que ésta no requiere una base orgánica para funcionar. En rigor hemos vuelto a la antigua fórmula aristotélica que dice que un ser humano (*ánthropos*, hombre y mujer) es un *zoon lógon ékhon*. *Zoon*, “animal”, es un término que denota un organismo vivo, dotado además de los niveles básicos de conciencia, es decir, de percepción, sensación y, por ende, de experiencia de placer y dolor. A estos niveles se agrega la *dýnamis* o capacidad de captar conceptos abstractos y universales, de afirmar unos de otros, y de discurrir entrelazándolos en inferencias y deducciones. Como afirmé antes, no estamos aún en condiciones de explicar en forma satisfactoria estas operaciones, pero sí podemos decir que no cabe introducir como hipótesis explicativa una substancia independiente. Cada uno de nosotros es un todo unificado cuyo cuerpo sostiene una conciencia que puede tomar nota de un abanico de contenidos, desde una elemental sensación de agrado o desagrado hasta una compleja ecuación matemática.

Creo que he logrado mostrar algunas de las dificultades que suscita la tesis eminentemente filosófica de la inmortalidad del alma y que nos pone ante disyuntivas aparentemente insuperables. A esto habría que agregar una consecuencia de otra índole, pero no por ello menos importante.

²⁸ *Simposio*, 207d 6-e 1.

Desde que fuera formulada no ha captado muchos partidarios la tesis epicúrea de que no hay que temerle a la muerte porque *medèn hemîn*, porque “no es nada para nosotros”²⁹. La razón que ofrece Epicuro es que “cuando existimos la muerte no está presente, y cuando la muerte se presenta, entonces nosotros ya no existimos”³⁰. Pero un argumento de este tipo genera, a mi juicio, una trivialización de la honda experiencia humana que es el morir. La muerte pierde el carácter trágico que le confiere el serio y profundo temor a la aniquilación total³¹.

Pero lo mismo ocurre, paradójicamente, con la doctrina de la inmortalidad del alma. Si al momento del deceso ésta simplemente abandona el cuerpo y emerge por su cuenta con plena conciencia, entonces en rigor no hay muerte de la persona, del individuo. Esta interpretación del morir como algo inofensivo se refleja en el famoso pasaje con que concluye el *Fedón*. Como ha sostenido Christopher Gill, el famoso pasaje sobre la muerte de Sócrates es una construcción literaria que no corresponde a la experiencia de la muerte por envenenamiento con cicuta (si es que es cicuta el *fármakon* que Sócrates tuvo que beber). Ésta va acompañada de convulsiones, vómitos, dolor y agudo sufrimiento. Lo que leemos es una idealización del proceso mediante el cual el alma de Sócrates (es decir, Sócrates mismo) emerge de su cuerpo. Platón, como escritor genial, marca el contraste entre la confianza de Sócrates en su pervivencia personal y la reacción natural de sus amigos que temen la muerte como un final y, en definitiva, como “el más estremecedor de los males”³².

VII

Dejemos ahora la *athanasía* y digamos algo sobre el concepto de *anástasis*. Puesto que no soy de profesión ni exégeta ni teólogo, mucho de lo que diga quedará sujeto a revisión por parte de colegas competentes en esos campos.

Así como para la sección anterior tomé como fuentes paradigmáticas un texto de Platón y otro de Descartes, ahora tomaré como representativo un texto de Pablo de Tarso que sin duda ha ocupado un lugar preeminente

²⁹ Boeri (1997), p. 58.

³⁰ *Ibidem*.

³¹ Me parece que se puede interpretar en este sentido “el abismo de la soledad” que se experimentaría en la muerte según el entonces teólogo J. Ratzinger en una conferencia de 1968 reproducida en *El Mercurio* el 20 de febrero 2008 (A2).

³² Ver Gómez-Lobo (1998), pp. 67-74. La caracterización de la muerte como “el más estremecedor de los males” proviene, paradójicamente, de Epicuro. Ver Boeri (1997), p. 58.

en la transmisión o tradición de la creencia en la resurrección. Me refiero a I Corintios 15³³.

Hablo deliberadamente de creencia en un sentido fuerte, vale decir, de lo que uno cree no porque tenga evidencias que avalen lo creído, sino en el sentido de confianza (*pístis*) en lo que a uno le ha sido transmitido. En efecto, no hay evidencia ni conceptual ni empírica de ninguna especie de que haya *anástasis nekrôn*, un levantarse de los muertos. Se trata estrictamente de un acto de fe.

Éste es precisamente el punto inicial de la polémica de Pablo: hay algunos entre los corintios que dicen de plano que no hay resurrección de los muertos³⁴. No sabemos qué razones daban para sostenerlo, pero no es difícil imaginar una razón posible a partir del contexto: que una vez que alguien muere su cuerpo se corrompe y disgrega, y no se ve cómo esa persona podría volver a vivir³⁵.

Frente a eso Pablo afirma de plano que “si no hay *anástasis nekrôn*, tampoco Cristo ha sido levantado” (*egérgetai*, un verbo que en la voz activa significa también “despertar a alguien”, “levantar a alguien de la cama”). Y “si Cristo no ha sido levantado, vana por ende es nuestra proclamación [*kérygma*] y vana también la fe de ustedes”³⁶. Es decir, la creencia en la resurrección es absolutamente esencial al cristianismo. Forma parte del *kérygma* primitivo (esa enumeración brevísima de acontecimientos a partir de la cual se organiza la totalidad del Nuevo Testamento³⁷) y es por eso que fue incluida en todas las versiones del credo de los primeros siglos.

Lo que nos interesa aquí es cómo se debe entender el concepto de resurrección. El texto ofrece diversas dificultades de interpretación en las cuales no puedo entrar. Quisiera enfatizar sin embargo algunos puntos. El primero es que la muerte es descrita como destrucción (*apólonto*)³⁸. Del Cristo no se dice que su cuerpo fue enterrado, sino que murió él y él fue enterrado³⁹. Su levantamiento es *ek nekrôn*, de entre los muertos, primicia de los *kekoiméménon*, de los que yacen o duermen el sueño de la muerte (de allí nuestra palabra “cementerio”)⁴⁰. Todo esto sugiere una muerte real de la persona.

Sin embargo, más adelante Pablo intenta responder a la pregunta que, como vimos, tal vez llevó a ciertos miembros de la comunidad de Corin-

³³ Mis referencias son todas al texto de Aland *et al.* (1975).

³⁴ I Cor. 15. 12.

³⁵ Ver Brown (1997), p. 525: “This has remained an objection over the centuries as the earthly remains of millions of people have disintegrated and disappeared”.

³⁶ I Cor. 15. 13-14.

³⁷ La obra decisiva sobre este punto es Dodd (1936).

³⁸ I Cor. 15. 18.

³⁹ I Cor. 15. 3-4.

⁴⁰ I Cor. 15. 20.

to a la negación de la resurrección: ¿“con qué cuerpo vendrán” (los que resucitan)⁴¹? Probablemente la duda proviene, como sugerimos, de la constatación de la putrefacción. La tentación de interpretar aquí *sôma* en el sentido que tiene en la metafísica clásica griega es casi irresistible, sin embargo más adelante hay expresiones que sugieren que *sôma* alude al ser humano completo: lo que muere, como el grano de trigo, es un cuerpo animado (*sôma psukhikón*), lo que es levantado es un cuerpo espiritualizado (*sôma pneumatikón*). En todo caso, lo esencial para Pablo es que no es un alma lo que resucita sino alguien que es denominado alternativamente “un cuerpo” (*sôma*) o “un ser humano” (*ánthropos*)⁴². Y es éste quien es transformado radicalmente en algo incorruptible (sin que Pablo tenga muy claro en qué consiste exactamente eso y por ende lo describe mediante diversas imágenes).

Lo central de la esperanza en la resurrección entonces es la restitución, en contra de toda evidencia empírica, de la vida de un ser humano, de una persona, y no de una parte o componente de ella. En este sentido la fe en la resurrección no presenta las dificultades conceptuales que presenta la inmortalidad del alma, pero sí genera un problema filosófico de otra índole. Si en la muerte una persona es aniquilada completamente, si no hay algo que perviva y haga de puente entre el estado de corruptibilidad y el de incorruptibilidad (para usar lenguaje paulino), ¿cómo puede haber identidad entre uno y otro? Si yo muero realmente, ¿no ocurrirá que el individuo que resucita no soy yo sino un individuo distinto puesto que no hay continuidad entre ambos?

Para los sostenedores de la inmortalidad del alma personal sin el cuerpo este problema está resuelto puesto que habría un alma que continuaría existiendo y a la cual vendría más tarde a incorporarse un cuerpo. La identidad del alma separada garantizaría la identidad de la persona antes y después de su resurrección. Pero si es correcta la tesis del criterio de identidad de organismos basado en la identidad genética, entonces cabe una conjetura, altamente especulativa, pero coherente con el resto de la interpretación de nuestra naturaleza como un todo unificado. En el acto de resucitar a un ser humano Dios echaría mano a la información genética estrictamente individual que lo ha constituido a lo largo de su vida para recrear un organismo que es substancialmente el mismo que existía antes de su muerte pero que ahora posee muchas propiedades drásticamente nuevas. Debo admitir que esto es, como dije, altamente especulativo, pero solucionaría la dificultad de los corintios, si es que ésta consistía en apelar a corrupción y desaparición del cuerpo.

⁴¹ I Cor. 15. 35.

⁴² I Cor. 15. 45-48. Para entender las vicisitudes de la terminología paulina es de gran utilidad Fitzmyer (1990), pp. 1402-1412 “Paul’s Anthropology”,

VIII

Termino entonces señalando que la resurrección de los muertos es una imposibilidad física, desafía las leyes de la biología, y requiere un acto recreativo de Dios en el cual los cristianos creemos y esperamos (contra toda esperanza), pero es una noción internamente coherente con nuestra experiencia de nosotros mismos como una indisoluble unidad. La inmortalidad del alma, en cambio, implica incoherencias conceptuales que sólo pueden ser mitigadas si se adopta un dualismo substancial, pero, como vimos al comienzo, ésta es una doctrina metafísica que tiene muy pocas razones a su favor.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aland, K. *et al.* (1975): *The Greek New Testament*. New York: American Bible Society, tercera edición.
- Boeri, M. (1997): *Epicuro: Sobre el Placer y la Felicidad*. Traducción, análisis y notas de M. Boeri. Santiago: Editorial Universitaria.
- Brown, R. E. (1997): *An Introduction to the New Testament*. New York: Doubleday.
- Brown, R. E., J. A. Fitzmyer y R. E. Murphy (1990): *The New Jerome Biblical Commentary*. Englewood Cliffs: Prentice Hall.
- Burnet, J. (1904): *The Ethics of Aristotle*. Edición, introducción y notas J. Burnet. London: Methuen.
- Cummings, M. R. (2006): *Human Heredity. Principles and Issues*. Belmont: Thomson.
- Dicker, G. (1993): *Descartes. An Analytical and Historical Introduction*. New York: Oxford University Press.
- Dodd, C. H. (1936): *The Apostolic Preaching and Its Developments*. London: Hodder & Stoughton (edición de 1966).
- Edwards, P. E. (1992): *Immortality*. Edición, introducción, notas y ensayo bibliográfico de P. E. Edwards. New York: MacMillan.
- Fitzmyer, J. (1990): "Pauline Theology". En R. E. Brown *et al.*, *The New Jerome Biblical Commentary*. Englewood Cliffs: Prentice Hall.
- Gómez-Lobo, A. (1998): *Platón: Critón*. Traducción, análisis y notas de A. G-L. Santiago: Editorial Universitaria.
- Kripke, S. (1972): *Naming and Necessity*. Cambridge, MA: Harvard University Press (reimpresión 1999).
- McMahan, J. (1999): "Cloning, Killing, and Identity." En *Journal of Medical Ethics* 25: 77-86.
- (2002): *The Ethics of Killing. Problems at the Margins of Life*. New York: Oxford University Press.
- Singer, P. (1993): *Practical Ethics*. Cambridge: Cambridge University Press, segunda edición (reimpresión 1999).
- Tooley, M. (1983): *Abortion and Infanticide*. New York: Oxford University Press (reimpresión 1985). □

Enrique Barros: *Tratado de Responsabilidad Extracontractual*
(Santiago: Editorial Jurídica de Chile, 2006).

EN DEFENSA DE LA RESPONSABILIDAD ESTRICTA
UNA REVISIÓN CRÍTICA DEL *TRATADO DE*
RESPONSABILIDAD EXTRA CONTRACTUAL,
DE ENRIQUE BARROS BOURIE

Carlos F. Rosenkrantz

I. La filosofía del *Tratado de la Responsabilidad Extracontractual*

El *Tratado de la Responsabilidad Extracontractual* (TRE) es un libro estructurado alrededor de una creencia filosófica fundacional, más precisamente, la idea que “la responsabilidad por culpa es el régimen general y supletorio de la responsabilidad civil” (TRE, p. 450). Efectivamente, si bien Barros sostiene que “la conformación del orden más básico de la sociedad —como el que cotidianamente rige las relaciones entre las personas— [es] una empresa en la que interv[ienen] consideraciones de diferente naturaleza” (TRE, pp. 51-52) y que “el modelo [de responsabilidad por culpa] asume que hay un punto de equilibrio eficiente entre el cuidado excesivo y el descuido, de modo que naturalmente tiende a coincidir la diligencia debida con la conducta socialmente más eficiente” (TRE, p. 29), TRE está animado por la convicción de que la culpa es el punto nodal en la empresa de la justifica-

CARLOS F. ROSENKRANTZ, J. D. (abogado) Universidad de Buenos Aires. J. S. D. (Doctor in the Science of Law), Yale University. Rector de la Universidad de San Andrés, Buenos Aires. Profesor del Hauser Global Law School Program (HGLSP) de la Facultad de Derecho de New York University.

ción de un régimen de la responsabilidad civil y que los otros factores de atribución de la responsabilidad, en todo caso, pueden explicar partes de nuestra práctica jurídica pero nunca racionalizarla en su totalidad.

En esta nota de revisión quiero problematizar esta creencia de Barros y desarrollar las ideas que sustentan la creencia contraria, esto es, que el principio de la responsabilidad estricta es el pivote de la responsabilidad civil. En mi argumentación describiré las ideas de Barros en pos de su creencia fundacional y aludiré a las críticas que Barros ha desarrollado contra el principio de la responsabilidad estricta. Incidentalmente, comentaré otras convicciones que Barros sustenta, no obstante que ellas no son del todo pertinentes para esta discusión. Finalmente, en la última sección hará algunas consideraciones generales sobre TRE y sobre su mérito.

Desde ya quiero destacar que, a mi criterio, TRE es un libro maravilloso que puede y debe compararse con los mejores libros de derecho que se han escrito en todas las latitudes, que coloca a su autor entre los más destacados de la disciplina y que debe enorgullecer a la cultura jurídica chilena por haber sido capaz de nutrir al autor que lo escribió.

II. La objetivización de la culpa

De acuerdo con nuestras categorías morales usuales alguien es culpable cuando ha realizado una acción que no debería haber realizado y cuya realización sólo puede explicarse como el resultado de su mala voluntad que, a su vez, puede serle personalmente imputada. En el sentido moral común la culpabilidad, entonces, presupone un juicio de reproche dirigido al agente, y el juicio de reproche presupone un carácter vicioso por el que el agente puede y debe responder.

En el derecho civil, por el contrario, afirmar que alguien es culpable significa algo diferente. En este ámbito la culpa se objetiviza en el sentido que se independiza de todo juicio de reproche. Como bien dice Barros, la “culpa civil no implica un juicio subjetivo de reproche al autor del daño” (TRE, 62). Alguien es culpable civilmente por el mero hecho de haber realizado una conducta que un estándar de cuidado descalifica, independientemente de que lo que hizo pueda serle imputado a un carácter vicioso por el que el agente pueda y deba ser hecho responsable.

Barros sostiene, con razón, que lo que justifica la objetivización de la culpa civil (y lo que problematiza a las concepciones retributivas de la responsabilidad) es que la objetivización es una buena manera de expresar preocupación por la víctima, pues si la culpa no fuera “objetiva”, esto es, si

a pesar de haberse violado un estándar de cuidado usted pudiera liberarse de la obligación de compensar cuando su conducta no le fuera subjetivamente reprochable, el derecho le daría una protección unilateral anti-igualitaria pues lo inmunizaría frente a los reclamos de los demás en razón de “sus propias debilidades” (TRE, p. 87) lo que afectaría la “confianza [...] y la construcción de expectativas razonables que podemos tener respecto del comportamiento de los demás” (TRE, p. 79).

III. La culpa y la antijuricidad

Barros sostiene que “la culpa entendida como infracción al deber de conducta es sinónimo de ilicitud. La antijuricidad en materia civil no es nada más que el hecho culpable que causa daño” (TRE, p. 97). Barros, aún más claramente, agrega que “quien dice que un acto es culpable dice también que es antijurídico y viceversa” (TRE, p. 132).

La objetivización de la culpa civil es una movida natural en el ámbito de la responsabilidad civil por las razones de igualdad y seguridad que Barros ofrece y que he mencionado en la sección anterior, pero ninguna de estas razones parecería justificar un grado de objetivización tal que fuera imposible diferenciar entre culpabilidad y antijuricidad ni que ambas categorías civiles fueran analíticamente indistinguibles. El mejor argumento es aquí un ejemplo.

Piénsese en la violación por parte de A de un estándar de cuidado que sociedades como las nuestras exigen a quien conduce un automóvil a una velocidad mucho más alta de lo razonable, y de este modo, sin saberlo, pone la carga explosiva que lleva (también sin saberlo) en su acoplado más allá de donde ésta pueda causar daño.

Esta conducta de A no es antijurídica, pues, todas las cosas consideradas, no debería haberse omitido. Por el contrario, un observador omnisciente debería incentivar a A para que acelere todo lo que pueda. Sin embargo, más allá de la justificación objetiva de la conducta de A y de sus consecuencias beneficiosas, en este caso pareciera que A ha realizado algo por lo que, desde algún lugar, puede ser reprobado en tanto —aunque no ha hecho algo que, todas las cosas consideradas, no debería haber hecho— ha violado una norma —el estándar de cuidado— que no dejó de aplicarse a él ni a la actividad que él desarrollaba.

En este punto es importante una aclaración. Buena parte de la dogmática civil se ha articulado alrededor de la convicción de que existe una norma primaria y básica que nos prohíbe causar daño. Obviamente, esta

convicción no implica que se piense que nunca está justificado causar un daño sino, más circunsriptamente, que el hecho de que exista una justificación para dañar y que uno pueda encontrar amparo en haber hecho algo que, por ejemplo, produce más bien que mal, no implica que lo hecho no haya sido violatorio de una norma que nos dice de un modo general, que dañar está prohibido.

Barros no es muy explícito al respecto pero parecería creer, correctamente a mi criterio, que tal deber general de no dañar no existe (o al menos que no es importante para entender la responsabilidad civil)¹. Así, sostiene que “mientras la responsabilidad contractual da lugar a una obligación de segundo grado, que tiene por antecedente el incumplimiento de otra obligación de primer grado que nace del contrato, en materia extracontractual la relación de responsabilidad civil no tiene por antecedente un vínculo obligatorio que la anteceda” (TRE, p. 978), esto es (y aquí hay bastante de mi interpretación), no existe ninguna obligación distinta a la de compensar el daño causado².

¹ En realidad, Barros (TRE, p. 20) menciona que el derecho “pone límites y establece consecuencias patrimoniales al ejercicio negligente de nuestra libertad (según el antiguo principio de justicia que ordena no dañar a los demás)”. A mi criterio, esta mención es incidental y no tiene ningún lugar en su universo dogmático.

² Usted podría pensar que el párrafo de Barros que he reproducido en el texto no puede ser interpretado del modo en que yo lo hago. Usted podría indicar que Barros distingue entre deberes y obligaciones, reservando la denominación de “obligación” para aquellas razones dominantes que uno puede tener para hacer algo originadas en el hecho de que uno ha realizado una conducta previa apta para generar dichas razones, y la denominación “deberes” para aquellas razones dominantes que uno puede tener para hacer algo que no derivan de haber realizado una conducta previa sino que se aplican a nosotros por el mero hecho, por ejemplo, de ser un individuo del género humano, un nacional, un miembro de un club, etc. Sobre la base de esta interpretación usted podría sostener que el hecho de que Barros afirme que no hay “obligaciones” que le sirvan de base a la compensación no quiere decir que no existan “deberes” que sí lo hagan, entre ellos, el deber general de no dañar. Si bien esta interpretación es literalmente posible creo que el espíritu de Barros es otro. Efectivamente, en otro apartado de TRE Barros sostiene que “la responsabilidad extracontractual tiene por antecedente los deberes generales de cuidado que nos debemos recíprocamente en nuestra actividad susceptible de dañar a terceros” (TRE, p. 20). Por eso, agrega Barros, “la fuente de la responsabilidad extracontractual es la *convención* mientras que en sede extracontractual lo determinante es el *derecho*, que pone límites y establece consecuencias patrimoniales al ejercicio negligente de nuestra libertad...” (TRE, p. 20). Ratificando la idea que en la base de la responsabilidad civil está un mandato de cuidado y no una deber general de no dañar, Barros afirma que “desde un punto de vista moral la responsabilidad queda limitada a las conductas que infringen deberes de cuidado que nos debemos en el ejercicio de nuestra libertad” (TRE, p. 29).

Quien a mi criterio ha distinguido con claridad la lógica de un deber general de no dañar y de los deberes de cuidar a los demás es John Gardner. Gardner sostiene que “una

Barros, tiene razón y es un mérito de TRE que allí no se predique la existencia de un deber general de no dañar. Ahora bien, el que no exista un deber general de no dañar, ¿nos debe llevar a la conclusión de Barros que las categorías culpabilidad y antijuricidad deben fusionarse en una sola?

Si existiera un deber general de no dañar la distinción entre “culpabilidad” y “antijuricidad” sería bastante fácil de establecerse pues, en ese caso, podría sostenerse sencillamente que en el derecho civil la “antijuricidad” está constituida por la violación del deber general de no dañar mientras que la “culpabilidad” por la violación del estándar de cuidado debido que hemos fijado .

Pero la inexistencia de un deber general de no dañar no convierte a la distinción entre culpabilidad y antijuricidad en imposible. Efectivamente, podemos distinguir entre culpabilidad y antijuricidad siempre que exista *algún* deber, cualquiera que éste fuera, distinto al deber de satisfacer el estándar de cuidado. Así, por ejemplo, si tuviéramos un deber moral, como yo creo que tenemos, que nos reclama que internalicemos las consecuencias de nuestras acciones o que nos exige que asumamos las consecuencias de nuestros actos y nos hagamos responsable por lo que hacemos y de ese modo liberemos a los demás de los costos que nosotros les imponemos, podríamos afirmar que la culpabilidad no se confunde con la antijuricidad, pues el actuar culpable consistiría en infringir el estándar de cuidado mientras que la antijuricidad consistiría en no asumir las consecuencias de nuestros actos.

IV. La obligación de compensar no se deriva de la infracción a un deber de cuidado

Incidentalmente me gustaría recalcar lo que yo considero un error de Barros, aunque en justicia compartido por casi toda la doctrina civil. Barros cree que del hecho que el demandado ha cometido un acto antijurídico o culpable (los que para Barros son indiscernibles) se sigue la obligación de compensar las consecuencias dañosas de dicho acto. Para Barros, “la cir-

obligación incondicional de no dañar a P —la obligación que regula a D y que D viola cuando ella es hecha responsable objetivamente por haber dañado a P— es un caso claro de una obligación de resultado (“obligation to succeed”). En cambio, lo que el derecho llama la obligación de D de “cuidado” respecto de P —la obligación de no dañar a P cuya violación hace a D culpable y sostiene la responsabilidad subjetiva de D— es un caso claro de una obligación de comportamiento (“obligation to try”). Véase Gardner, John: “Obligations and Outcomes in the Law of Torts”, 2001, p. 10.

cunstancia de que el daño pueda ser atribuido a la infracción de un deber de cuidado es razón suficiente para imponer” la obligación de compensar (TRE, p. 453).

Si bien es cierto que Barros no ve necesariamente una derivación lógica entre la violación de un estándar de cuidado y la obligación de compensar, sí cree que el tránsito de una proposición a la otra se sustenta en la “la práctica judicial y argumental que se ha extendido por más de dos milenios” (TRE, p. 453) al punto de convertir en innecesaria su fundamentación.

Pero la obligación de compensar no puede derivarse de la violación de ningún deber de cuidado ni de la realización de una acción indebida. Esta derivación es, sencillamente, un *non-sequitur*. De un deber de cuidado no puede derivarse la obligación de compensar porque del hecho que A hubiera infringido un derecho de B —el derecho a que, por ejemplo, A actúe con cuidado— no puede derivarse el derecho de B a ser compensado por A. Como M. Zimmerman persuasivamente lo ha sostenido, el deber de compensar de A y el derecho de B a ser compensado debe derivar, si acaso, de una fuente autónoma al derecho de B a que A se comporte de un modo diferente³.

Este comentario incidental es pertinente porque la imposibilidad de derivar la obligación de compensar de la violación a un estándar de cuidado debilita la idea que la culpa es el régimen “general y supletorio” de la responsabilidad civil —si la derivación fuera posible el hecho de que usted incurrió en culpa podría señalarse como la explicación de la existencia de su obligación de compensar en los casos paradigmáticos— y, por lo tanto, introduce la necesidad de encontrar alguna otra razón que explique por qué tenemos que compensar los daños que causamos.

V. Los problemas de la responsabilidad por culpa

Ahora bien, ¿la cuestión de si la responsabilidad por culpa o la responsabilidad objetiva, son, una u otra, el régimen “general y supletorio de la responsabilidad”, tiene alguna relevancia práctica? Después de todo, nadie duda que todos los sistemas jurídicos poseen ámbitos donde reina la responsabilidad por culpa y otros donde lo hace la responsabilidad estricta de modo que toda conceptualización de la responsabilidad civil, cualquiera sea su principio “general y supletorio”, deberá dejar espacio para regímenes de ambos tipos. En síntesis, ¿hay algo en cuestión en esta discusión?

³ Véase Zimmerman, Michael: “Rights, Compensation and Culpability”, 1994, p. 426.

Yo creo que sí. Piénsese en el siguiente caso. Supóngase que usted tiene una cabina en una montaña. Supóngase que perdido en la montaña después de un alud de nieve, desesperado por la sed y próximo a desfallecer deshidratado, un montañista entra en su cabaña en busca de agua potable para saciar su sed. Lamentablemente, para entrar en su cabaña el montañista tiene que romper la puerta (estaba perfectamente asegurada) causándole de ese modo daños patrimoniales considerables. Finalmente, para hacer el caso más interesante, suponga que en la cabaña no había agua ni ningún otro líquido bebible que pudiera aprovechar al montañista.

En estas circunstancias nadie diría que el montañista ha violado un estándar de cuidado, por más “objetivo” que este fuera. Todo estándar de cuidado, como bien destaca Barros (TRE, p. 112 y ss.), debe sopesar los bienes en juego y, por ello, no puede considerarse que lo hemos infringido cuando causamos daños para evitar daños mayores e inminentes. Consecuentemente, todo sistema de responsabilidad civil basado en un estándar de cuidado —y el régimen por culpa lo es— debe concedernos la prerrogativa de causar daño en estas circunstancias. Por ello, si la responsabilidad por culpa fuera el régimen “general y supletorio” de la responsabilidad civil, usted no tendría derecho a solicitar compensación alguna.

Barros no se incomoda antes esta conclusión. De hecho, para Barros los daños ocasionados en estado de necesidad no dan lugar a compensación aunque, si ello hubiera sido el caso, podrían dar lugar a una acción restitutoria cuando quien dañó obtuvo un beneficio para sí o para un tercero (TRE, p. 139)⁴.

Pero liberar de responsabilidad civil al montañista no parece ser una solución ni moral ni jurídicamente aceptable. Es claro que el montañista estaba justificado en hacer lo que hizo por su estado de necesidad y también es claro que no hay nada que reprocharle desde el punto de vista objetivo en tanto no podría haber ninguna norma que exija que él, todas las cosas consideradas, haga algo distinto a lo que hizo pero, no obstante todo ello, no parece aceptable que usted deba pagar los costos de la necesidad del montañista. De hecho no hay ninguna razón por la que usted, y no, digamos, todos los miembros de la comunidad, deba contribuir al infortunio de los demás, entre ellos el montañista. Una concepción de la responsabilidad civil insensible a su situación no parece ser de modo alguno aceptable.

⁴ En justicia a Barros, su visión reconstruye bien el derecho chileno, pues de acuerdo con su descripción la irresponsabilidad de quien causa un daño en estado de necesidad no sólo está sostenida por los artículos 2284, 2314 y 2329 del Código Civil sino también por la jurisprudencia unánime.

Supongamos que tengo razón y que la responsabilidad por culpa no puede dar cuenta de la solución correcta para los daños causados en estado de necesidad. Esto es importante pero prácticamente insignificante. Después de todo es bastante probable que el montañista, salvo que sea un cretino irremediable, se ofrezca para reparar la puerta de su cabaña y, por otro lado, no hay muchas situaciones como ésta en la vida real. En la discusión respecto de qué sistema de responsabilidad civil debe ser considerado “general y supletorio”, ¿hay alguna otra cuestión en juego con mayor relevancia práctica que la cuestión de si los daños causados en estado de necesidad son compensables en cuestión?

En el derecho civil de casi todos los países, cada vez más casos se encuentran regidos por el principio de la responsabilidad objetiva. El mismo Barros reconoce que el tránsito hacia la responsabilidad objetiva es irreversible. Así sostiene que “una vez introducido un estatuto de responsabilidad estricta en razón de riesgos [...] no se regres[a] jamás al régimen de la responsabilidad por negligencia luego que el riesgo se muestra controlable” (TRE, p. 456)⁵.

Ahora bien, si usted creyera que la responsabilidad civil se articula o se debe articular alrededor de la culpa no podría dar cuenta del fenómeno anterior, lo que lo colocaría en dificultades explicativas difíciles de superar⁶.

Tampoco podría racionalizar el hecho que en la práctica jurídica la medida de la compensación siempre está determinada por la magnitud del daño sufrido por la víctima y nunca por la entidad de la culpa de quien causa el daño. En efecto, independientemente de si la violación del estándar de diligencia ha sido importante o no (y los estándares de diligencia siempre se pueden violar en grados), en derecho uno compensa hasta el punto de dejar a la víctima indiferente entre el daño y la compensación sin importar si se ha incurrido en más o en menos culpa.

Finalmente, la responsabilidad por culpa nos deja sin un punto de apoyo para criticar la manera en que ciertos sistemas jurídicos deciden las cuestiones de la responsabilidad civil. Los principios de la responsabilidad civil nos deben servir para someter a escrutinio crítico los sistemas jurídicos

⁵ Barros destaca que en sus inicios la responsabilidad civil fue objetiva (TRE, p. 449) por lo que dado el tránsito moderno hacia la objetividad podríamos pensar que el principio de la culpa es un accidente histórico.

⁶ Usted no puede decir que la responsabilidad estricta es un estatuto de excepción para aquellos casos en los que es injusto que la víctima cargue con los daños porque para la víctima siempre el daño que ella sufre es un “injusto”. Tampoco puede sostener que el carácter especialmente riesgoso de una actividad justifica la responsabilidad estricta dado que para la víctima lo importante no es haber sido sujeta al riesgo que otro le ha impuesto sino haber sido dañada por él, lo que es igual, cualquiera sea la magnitud del riesgo de daño.

que de hecho tenemos y para mejorarlos tanto como podamos. Los principios de responsabilidad estricta sirven este ideal. Refiriéndonos a ellos podemos sostener que un sistema que supedita toda compensación a la violación de un estándar de cuidado distribuiría injustamente los costos de vivir en sociedad, pues los más activos y emprendedores podrían en algunas circunstancias externalizar las consecuencias de lo que hacen en un contexto en el que no tenemos desarrollado un sistema suficientemente sensible para que también externalicen los beneficios de su proceder⁷. El principio de la culpa, por su parte, no cumple esta función. En tanto está anclado en la idea que sólo se responde cuando se viola un estándar de cuidado, descuida a la víctima del daño imponiéndole la carga de soportar las consecuencias de acciones de otro que él no causó.

VI. La justificación de la responsabilidad por culpa

Nuestras prácticas sociales se han desarrollado a lo largo de muchos años, muchas veces de un modo espasmódico sin responder a ningún plan maestro, de tal modo que el hecho que no podamos racionalizarlas íntegramente no es algo que nos deba necesariamente sorprender ni, para el caso, apesadumbrar. Podemos concebir prácticas sociales alternativas que satisfagan mejor ideales últimos que consideramos más aceptables *sub species aeternitatis*, pero a todo evento ellas no serían *nuestras* prácticas con lo que su poder normativo, su aptitud para regular nuestra vida en común y su sustentabilidad en el tiempo, es algo que habría que experimentar y que no podamos dar por descontado. Por ello, la imposibilidad de explicar casos marginales —la responsabilidad por daños causados en estado de necesidad—, ciertas tendencias —el tránsito hacia la responsabilidad estricta— y ciertas costumbres judiciales —la determinación de la compensación sobre la base de la magnitud del daño— no debería ser definitoria. Como bien dice Barros “es un error práctico y conceptual asumir que el conjunto de fines y valores que orientan una institución compleja conforma necesariamente un sistema coherente y cerrado” (TRE, p. 34), por lo tanto los problemas en los márgenes no pueden servirnos para desechar un principio tan arraigado. Por ello, para evaluar la creencia en la responsabilidad por culpa como estatuto “general y supletorio” de la responsabilidad civil es preciso asaltar la ciudadela y ver si la responsabilidad por culpa es suficientemente consistente con otras creencias centrales que no estamos dispuestos a abandonar.

⁷ Barros hace referencia a este argumento y afirma que fue originariamente ofrecido por Pufendorf.

El Análisis Económico del Derecho (AED) es el desafío más radical a la idea que la responsabilidad por culpa debe ocupar el lugar del principio “general y supletorio” de la responsabilidad civil.

El AED considera que el objetivo de la responsabilidad civil no es responder apropiadamente a acciones reprochables, ni realizar la lógica inmanente de la relación que se crea entre quien causa un daño y quien lo sufre, ni rescatar nuestra dignidad como agentes intencionales (la que se vería afectada si tuviéramos la obligación de compensar los daños que causamos sin intención de dañar, o al menos, sin intención de actuar con desaprensión respecto de los intereses y derechos de otro) sino, mucho más prosaicamente, minimizar el costo de los accidentes (o, más elaboradamente, minimizar la suma del costo de los accidentes y los costos de su evitación). Consiguientemente, para el AED la culpa sólo debe tenerse en cuenta en un sistema de responsabilidad civil, si acaso, cuando ello fuera funcional al ideal que la informa. En otras palabras, para el AED la infracción de un estándar de cuidado puede constituirse en un prerrequisito de la obligación de compensar siempre que ello haga más probable que imponiendo dicho prerrequisito los costos sociales disminuyan y los beneficios sociales aumenten.

La razón por la que el AED es un desafío poderoso a las concepciones que como las de Barros pretenden reservar un lugar estelar para la culpa en la responsabilidad civil es, como el mismo Barros lo sostiene, porque el AED piensa la responsabilidad civil desde una perspectiva “totalmente externa” (TRE, p. 33), esto es, desde una perspectiva que trasciende el punto de vista desde el cual la responsabilidad por culpa tiene más sentido para nosotros, más precisamente, el punto de vista de la víctima y de quien causó el daño o de la relación que se entabla entre ambos por el hecho de la misma existencia del daño.

¿Qué razones puede haber para adherirnos a la perspectiva de la víctima, de quien causa el daño o de la relación que se entabla entre ambos por el hecho de la misma existencia del daño y para insistir, de un modo u otro, en que la infracción a un estándar de cuidado es un prerrequisito de los casos centrales de responsabilidad y para, por consiguiente, resistir la “perspectiva externa” que caracteriza al AED y que parece imponerse por la sensatez de tener en cuenta todos los costos que se encuentran involucrados en el caso en cuestión? Después de todo, es de lo más usual asociar la evaluación de una conducta o institución con el punto de vista que podemos adoptar desde de la perspectiva más general que podamos concebir.

En TRE, Barros ensaya diversos argumentos en defensa de la responsabilidad por culpa. Muchos de ellos son pragmáticos en el sentido que

Barros usa este adjetivo, es decir, son argumentos que atienden a consecuencias (TRE, p. 34) y no a sus méritos intrínsecos. Así, por ejemplo, Barros afirma que la responsabilidad por culpa nos permite vivir en una atmósfera de libertad donde evitamos la asfixia que nos produciría tener que buscar siempre un responsable (TRE, p. 24). También afirma que el sistema estructurado alrededor de la culpa ha hecho posible el florecimiento de la sociedad civil y que los intentos de la “racionalidad económica” (esto es del AED) requerirían que violemos el deber judicial de observancia a la ley y la forma histórica de pensar el derecho (TRE, p. 51).

Los argumentos pragmáticos no pueden hacer el trabajo de rechazar la perspectiva externa porque si todo el arsenal que se pudiera conseguir en contra del AED estuviese formado únicamente por argumentos pragmáticos la eventual victoria sería pírrica en tanto que un punto central del AED es, justamente, que todas las discusiones en torno a la responsabilidad civil sean resueltas pragmáticamente, esto es, teniendo en cuenta el costo y el beneficio de cada uno de los arreglos sociales que pudieran surgir en consecuencia.

Pero en TRE existe un argumento en favor de la responsabilidad por culpa categorialmente distinto que hace alusión a valores deontológicos. Efectivamente, Barros sostiene que la responsabilidad por culpa es respetuosa de la libertad de un modo en que otros sistemas de responsabilidad civil no lo son. “Nuestras interacciones diarias, dice Barros, muestran que no es coherente con la libertad que tengamos que responder de todo daño que podamos provocar en razón de nuestras acciones y omisiones. [...] Si la regla general fuese que se respondiera por todo daño, agrega Barros, la vida en sociedad estaría sujeta a limitaciones incompatibles con el libre despliegue de la personalidad” (TRE, p. 466).

Este argumento de Barros no es pragmático en el sentido que no tiene por objeto recalcar una consecuencia de la responsabilidad objetiva sino que hace referencia a la importancia de un valor —la libertad— y al hecho de que dicho valor está mejor protegido bajo un determinado sistema de responsabilidad civil.

De todos modos, bajo alguna interpretación el argumento de Barros es problemático. Así, si fuera entendido como un argumento en favor de la “libertad”⁸ no podría ser muy convincente. Si nos interesara la “libertad” nos debería interesar tanto la libertad de quien causa daños sin culpa como

⁸ Judith J. Thomson ha usado el valor de la libertad para justificar la exigencia causal. Así, ha sostenido que la exigencia causal entre el daño a la víctima y quien debe compensarla es una consecuencia de nuestro interés por la “libertad de acción” (Thomson, J.: “Remarks on Causation and Liability”, 1990).

la libertad de quien sufre daños sin culpa y, en ese caso, dejaría de ser claro que la responsabilidad por culpa es un mejor sistema que la responsabilidad estricta. Más aún, si lo que importase fuera la “libertad” (y no la más limitada “libertad de los que causan daños”), es posible que debiéramos elegir el AED por la sencilla razón de que el AED busca la minimización de los costos de todos los que están de alguna manera u otra involucrados en un accidente —tanto los costos de quien los causa y de quien los sufre como los costos de los que los pueden causar accidentes en el futuro o sufrírselos— y, cuanto menos costos haya, es de esperar que habrá, al menos agregativamente hablando, más “libertad”.

Pero lo que Barros dice admite una interpretación que escapa de la crítica del párrafo precedente. Efectivamente, es posible entender el argumento de Barros como un argumento en favor de, para usar una palabra que él usa, la “personalidad” o, para ponerlo de un modo a mi entender más evocativo, de la “individualidad”. Efectivamente, un sistema que nos responsabiliza únicamente por la infracción a deberes de cuidado⁹, y nunca en virtud del modo en que nuestras acciones y sus innumerables ramificaciones impactan a los demás, parece proteger nuestra existencia como seres independientes unos de otros con fines propios y con una capacidad limitada para ocuparse de los demás y parece permitirnos, por lo tanto, que desarrollaremos nuestros respectivos proyectos y planes de vida en el área de protección individual que sus normas delimitan.

En síntesis, Barros podría defender la superioridad de la responsabilidad por culpa invocando el valor de nuestra “individualidad”, valor en el que el AED pareciera no tener interés alguno, o al menos ningún interés prioritario. La preocupación central del AED es por los costos y beneficios de todos aquellos que pueden beneficiarse o perjudicarse con los accidentes. Ello puede ser beneficioso para la “libertad” de todos pero sin duda es contrario al valor de la individualidad, pues el mandato de considerar todos los costos y beneficios del accidente y de minimizarlos exige que nos veamos no como individuos separados unos de otros cuyos respectivos costos y beneficios no pueden compensarse entre sí sino, centralmente, como partes de una comunidad o colectivo con una existencia distinguible de aquellos que lo conformamos. Pero, ¿es necesario que la responsabilidad civil proteja nuestra “individualidad”? ¿Es realmente un déficit si las reglas del derecho privado nos tratan como si fuésemos una “comunidad o colectivo”?

⁹ Véase Brudner, Alan: *The Unity of the Common Law*, 1995, p. 190 y ss. Weinrib también ha sugerido el mismo argumento (véase Weinrib, Ernest: *The Idea of Private Law*, 1995, pp. 182-183). Si bien Barros no ofrece el mismo argumento, para ser justos con él es preciso decir que el argumento se puede fácilmente reconstruir a partir de lo que él sí dice.

Piense que usted y su cónyuge deben decidir si ir al cine o al teatro esta noche cuando; (i) el teatro le produce mucho más placer a su cónyuge que el placer que a usted le produce el cine, (ii) el cine le produce menos displacer a su cónyuge que el displacer que le produce a usted ir al teatro y, (iii) el placer que a su cónyuge le produce ir al teatro compensa largamente el displacer que a usted le produce acompañarlo y esa compensación, además, es mucho mayor que la manera en que el placer que a usted le produce ir al cine compensaría el displacer que a su cónyuge le produce acompañarla. En un caso como éste o estructuralmente análogo, ¿no es aceptable ir al teatro por la sencilla razón de que ello, no obstante perjudicar a uno de los cónyuges más de lo que perjudica al otro ir al cine, es lo que más beneficia al matrimonio como tal dado que la diferencia de placer/displacer entre quien se beneficia —su cónyuge— y quien se perjudica yendo al teatro —usted— es mayor que la diferencia de placer/displacer entre quien se beneficia yendo al cine —usted— y quien se perjudica yendo al cine —su cónyuge?

Muchos, después de poca o mucha elaboración, terminan respondiendo a la pregunta del párrafo anterior afirmativamente porque, precisamente, consideran que un matrimonio bien concebido es, hasta un cierto punto, una “comunidad o colectivo” en el que los costos y beneficios deben ser colectivamente considerados a los efectos de obtener el mayor beneficio común. Siendo esto así, ¿cuál puede ser el bien que un sistema de responsabilidad civil proteja nuestra individualidad y el mal que otro nos trate comunitaria o colectivamente?

Un matrimonio es distinto a un país, lo que podría moverlo a usted a sostener que, por lo tanto, nada se puede inferir de lo que digamos a su respecto. Además, usted podría afirmar que quienes sostienen que el matrimonio debería ir al teatro seguramente se encuentran influenciados, aunque sea en parte, por la convicción de que el matrimonio encontrará maneras futuras de compensar al cónyuge que gentilmente hubiera aceptado ir al cine. Ninguno de estos dos puntos son convincentes como argumentos contra el AED.

Por un lado, muchas veces pensamos nuestros respectivos países como comunidades o colectivos y, en esas circunstancias, admitimos que el derecho nos trate “colectivamente”. Ello sucede, por ejemplo, en los casos de responsabilidad civil reglados por el artículo 2618 del Código Civil argentino. Este artículo dispone que debemos soportar las molestias del humo, calor, olores, luminosidad, ruido y vibraciones, si ello es necesario por “las exigencias de la producción”, solución que, obviamente, presupone que el beneficio colectivo de la producción es más importante que el costo

individual de las víctimas que tienen que soportar sus consecuencias dañosas colaterales, lo que, a su vez, presupone que la comunidad o el colectivo que conformamos como miembros de una comunidad política es normativamente más importante que nuestra individualidad. Más aún, el propio Barros reconoce, aunque sin decirlo muy explícitamente, que en circunstancias determinadas, la “comunidad o colectivo” es más importante que el individuo. Así, por ejemplo, Barros sostiene que “el derecho privado exige que se sacrifique lo individual a efectos de que se pueda existir en un orden conocido que dé forma a nuestras expectativas” (TRE, p. 453) y para definir el estándar de cuidado debido sostiene que debemos tomar en cuenta el valor de la actividad que genera el daño a partir de lo cual puede concluirse que los daños que se siguen de la imposición de riesgos cuya existencia es beneficiosa para la comunidad no pueden considerarse consecuencia de conductas violatorias de dicho estándar (TRE, p. 112). Dada la concepción de la responsabilidad civil de Barros este último reconocimiento del peso de la “comunidad o colectivo” es de suprema importancia. Efectivamente, en virtud de que en la concepción de Barros la culpa es el principio “general y supletorio”, la prioridad de lo colectivo o de la comunidad en la definición del estándar de cuidado que determina cuándo un actuar es culpable permeará todo el sistema de la responsabilidad civil¹⁰.

Por otro lado, los partidarios del AED creen que un sistema social no se agota en un sistema de responsabilidad civil y que si bien la responsabilidad civil debe estar interesada prioritariamente por lo colectivo, ello no implica que el sistema social deba también estarlo. Más aún, Posner ha reconocido que nos deben importar los arreglos distributivos, los que determinan quién está mejor y peor al final del día, y ha manifestado con claridad que aquello a lo que se opone el AED, tal como él lo concibe, no es a que las exigencias de una distribución aceptable sean tenidas en cuenta por el derecho sino a que el derecho de daños incluya fines u objetivos distributivos.

¹⁰ Incidentalmente es importante aludir a las razones por las que Barros rechaza el criterio de Hand para definir la culpa, pues presuponen un punto que hay que demostrar, más precisamente, la primacía normativa de lo individual sobre lo colectivo. En efecto, Barros sostiene que definir la culpa como Hand lo hace y entender que sólo hay culpa cuando los costos de precaución que deberían adoptarse para no dañar a otro son menores que los costos del daño multiplicados por la probabilidad de su ocurrencia no es aceptable en tanto esta definición no discierne entre los costos de precaución en los que debería haber incurrido el demandante para evitar el daño con los costos del daño en los que incurrirá la víctima. Este cargo presupone que hay algo incorrecto en una definición que no tiene en cuenta que los costos de precaución y los costos del daño son costeados por distintas personas, pero el AED justamente sostiene que la cuestión de quién carga los costos es de menor importancia normativa que la cuestión de cuándo los costos son menores, lo que en virtud de lo que digo en el texto es reconocido en algunas circunstancias por el propio Barros.

Dado estas aclaraciones, lo que dice Barros no alcanza para convencernos de que no debemos adoptar una perspectiva “externa” tal como sugiere el AED. Entonces, ¿es posible defender la primacía normativa de la “individualidad” y, por lo tanto, de un punto de vista no “externo” en la evaluación de los sistemas de la responsabilidad civil? Creo que sí, aunque las razones en las que debemos sustentar esta defensa no son buena noticia para Barros porque ellas, si bien colocan a nuestra “individualidad” en el centro del campo de juego, nos exigen que rechacemos la responsabilidad por culpa como principio “general y supletorio” de la responsabilidad.

VII. El valor de nuestra agencia

La convicción moral más básica que sustentamos es el hecho de que somos entes capaces de generar voliciones independientes de los demás y de determinar los movimientos de nuestros respectivos cuerpos por dichas voliciones. Cuando reparamos en esta verdad y aceptamos que, moralmente hablando, somos, primero y principal, “agentes” distinguibles unos de otros y, por lo tanto, no susceptibles de ser concebidos como si fuéramos un actor común, es más fácil señalar el problema en el que caerá todo un sistema de la responsabilidad civil que nos trate como una “comunidad o colectivo”: todo trato como “comunidad o colectivo” —por ejemplo el que nos deparan las normas moldeadas a la luz de las ideas del AED que con el objetivo de minimizar los costos sociales de los accidentes nos liberan o nos imponen la obligación de compensar los daños— es insensible a lo que nosotros, esto es cada uno de nosotros, como agentes separados y distinguibles unos de otros, en última instancia hacemos. Efectivamente, en el sistema de la responsabilidad civil que sugiere el AED, que me hace costear las consecuencias dañosas de sus acciones cuando ello fuera instrumental para la minimización de los costos sociales, ni yo ni usted somos tratados como agentes distinguibles unos de otros en tanto yo cargaré con las consecuencias dañosas de sus acciones como si ellas hubieran sido realizadas por mí y usted se verá liberado de dichas consecuencias como si no hubiera sido quien las realizó.

El valor de la “agencia” nos sirve para inclinar la balanza en la confrontación entre los valores de la individualidad y de la comunidad o el colectivo y, por consiguiente, nos sirve, por un lado, para resistir al AED. Pero, por otro lado, y aquí radica el problema para Barros, nos obliga a abandonar la culpa como precondition de la responsabilidad, pues en mu-

chas circunstancias la responsabilidad por culpa infringe este valor dado que no es una respuesta sensible a lo que nosotros hacemos.

Piense, por ejemplo, en todos los casos en que el daño que alguien sufre es la consecuencia de una acción de otro pero, no obstante ello, no resulta de una infracción a un estándar de cuidado debido. Si A daña a B haciendo algo que no puede serle reprochado pues no consistió en la imposición de un riesgo no recíproco, ni en la infracción de un nivel razonable de cuidado, de acuerdo con el sistema de responsabilidad por culpa, B deberá cargar con el daño no obstante que el daño ha sido causado por A y no por B, esto es, es algo que A, y no B, han hecho. Por ello, y más allá de su declarada devoción por nuestra individualidad, lo cierto es que al tratar a los daños que causamos sin infracción a los deberes de cuidado igual que si ellos fueran eventos o productos de circunstancias que meramente suceden (en ambos casos los deja en cabeza de la víctima) el sistema de responsabilidad por culpa omite realizar las distinciones de trato que deberían hacerse si nuestra existencia como agentes separados unos de otros fuera entendida como un mandato que no podemos violar. Más aún, el valor de nuestra “agencia”, y el hecho de que ser sensible a lo que hacemos es la única manera de honrarla, exige que suscribamos como sistema de la responsabilidad civil a la responsabilidad estricta pues sólo este sistema de la responsabilidad civil, en tanto nos obliga a hacernos responsables de las consecuencias de todas nuestras acciones, independientemente de que ellas hubieran sido o no reprochables, nos trata como agentes individuales.

VIII. Los problemas de la responsabilidad estricta

De lo dicho más arriba se sigue que un argumento que proviene de una convicción muy básica —el valor de nuestra agencia— sustenta nuestra individualidad y milita en favor de un sistema de responsabilidad estricta. Pero, más allá de la necesidad moral, ¿no es la responsabilidad estricta, como podría sostener Barros, conceptualmente insostenible? y contrariamente a lo que Barros de hecho afirma, la responsabilidad estricta ¿constituye un sistema factible que puede implantarse en una sociedad compleja como aquellas en las que nosotros vivimos?

Si la respuesta a cualquiera de los dos interrogantes del párrafo anterior —la sustentabilidad conceptual y la factibilidad organizativa— fuera negativa podríamos pensar que el proyecto de Barros podría defenderse sobre distintas bases, no ya porque la responsabilidad por culpa se impone por razones últimas sino porque todos los otros sistemas de responsabili-

dad civil enfrentan problemas aún más graves que los hacen, al menos comparativamente, aún menos aceptables.

Tiempo atrás Stephen Perry¹¹ sostuvo en un artículo seminal que la responsabilidad estricta era una posición conceptualmente imposible por la sencilla razón de que presuponía, erróneamente, que los juicios causales eran normativamente asépticos. La responsabilidad estricta entiende que somos responsables por los daños que causamos y, esta es la presuposición crucial, que es posible identificar lo que causamos con independencia de los deberes que infringimos. Para defender la responsabilidad estricta debe ser posible sostener que el modo en que usted condujo, por ejemplo, causó el daño que sufrió un transeúnte, con independencia de si usted violó un deber o ha hecho algo que no debía hacer.

Perry sostenía que toda concepción de la causación plausible necesitaba, para distinguir e identificar la causa entre las muchas condiciones *sine qua non* de un resultado, recurrir a consideraciones relativas a aquello que no debía hacerse. Así, en los casos difíciles, sostenía Perry, era posible señalar como la causa del daño al modo en que usted condujo y descartar como causalmente irrelevante lo que el transeúnte había hecho sin lo cual el daño nunca habría ocurrido —estar donde estuvo, por ejemplo—, sólo si podíamos afirmar que usted había violado algún deber —manejó más rápido de lo estatutariamente autorizado— y que el transeúnte se había comportado como era de esperar que lo hiciera.

Basado en la convicción de que la conexión causal era conceptualmente parasitaria de consideraciones normativas, Perry sostenía que toda teoría de la responsabilidad estricta era parasitaria de la culpa, dado que al final del día aquello por lo que somos hechos responsables de acuerdo con esta teoría se decidía a la luz de quién había violado los estándares que mutuamente nos imponíamos.

Barros comparte con Perry la idea de que la conexión causal es conceptualmente parasitaria de consideraciones normativas. Para Barros la causa es un pre-requisito de la responsabilidad que puede ser descompuesto en dos elementos; uno natural “que se expresa en una relación empírica de causa a efecto entre el hecho y el daño” (TRE, p. 374) y otro normativo “que se expresa en la exigencia de que exista una relación de suficiente proximidad entre ambos” (TRE, p. 374), la que se satisface, entre otras cosas, cuando lo que sucedió es algo que el fin de la norma que prohibía la conducta *sin qua non* del daño buscaba prevenir (TRE, p. 384). Sobre la base del carácter normativo de las atribuciones causales, Barros podría sostener con

¹¹ Véase Perry, Stephen: “The Moral Foundations of Tort Law”, 1992, p. 464, y, del mismo autor, “The Impossibility of General Strict Liability”, 1988.

Perry que la responsabilidad estricta es un *non starter* porque toda atribución causal presupone la previa afirmación de la violación a un estándar de cuidado o de alguna otra exigencia normativa.

A mi criterio Perry está equivocado. La relación causal no es conceptualmente parasitaria de consideraciones normativas determinadas por juicios de responsabilidad. La causa no puede ser parasitaria de los juicios de responsabilidad por lo que hacemos (o de juicios normativos), como creen Perry y Barros, por la sencilla razón de que la responsabilidad por lo que hacemos depende (obviamente) de lo que hacemos y lo que hacemos depende, a su vez, de lo que causamos, razón por la cual lo que causamos debe necesariamente ser un concepto normativamente más primario que aquello por lo que somos hechos responsables¹².

En otro lugar he intentado mostrar cómo hay que concebir la relación causal¹³. Así, yo creo que los juicios causales singulares no requieren recurrir a consideraciones normativas como estiman Perry y Barros sino que ellos son juicios de subsunción, esto es, son juicios mediante los cuales expresamos que el caso en cuestión puede considerarse una instancia de una generalización del modo en que ciertas condiciones *sine qua non* se conectan con un resultado dañoso o, lo que es lo mismo, una instancia de un caso paradigmático o canónico en el que ciertos resultados dañosos son traídos al mundo. Es verdad que para identificar cuáles son las consideraciones que definen la generalización o el caso paradigmático o canónico es preciso recurrir a lo que es previsible para un hombre razonable, a lo que es controlable por nuestra conducta y a la existencia de expectativas sociales que determinan qué es lo que debemos evitar entre todo aquello que podemos prever y controlar, pero estas consideraciones no son las que determinan la existencia de una conexión causal en cada caso particular. Para distinguir una de las condiciones *sine qua non* en un caso particular como la “causa” del resultado basta comprobar que dicha condición *sine qua non* es tenida por causa del resultado en la generalización o caso canónico o paradigmático en el que podemos subsumir el caso en análisis con absoluta independencia de si ella es una conducta que se pudo controlar por quien la

¹² Judith J. Thomson es partidaria de la misma idea. Así afirma: “en teoría moral usamos a menudo nociones causales, pero de ningún modo es plausible pensar que la causalidad sea en sí una noción moral” (“we often make use of causal notions in moral theory but it cannot at all plausible be thought that causality is itself a moral notion”). Véase Thomson, Judith J.: “Remarks on Causation and Liability”, 1990, p. 235.

¹³ Véase Rosenkrantz, Carlos: “Tres Concepciones de la Justicia Correctiva y de la Responsabilidad Extracontractual”, 1999, p. 175 y ss., y “La Justicia Correctiva y la Responsabilidad Extracontractual: Donde la Filosofía, la Economía y el Derecho se Encuentran”, 2005.

emprendió y de si este pudo prever su resultado. Más importante aún para nuestra discusión, con independencia de si existen expectativas o exigencias normativas de que dicha conducta no debería haberse realizado¹⁴.

Si la relación causal no es conceptualmente parasitaria de la culpa¹⁵ un sistema de responsabilidad estricta es conceptualmente sustentable en tanto puede pararse sobre sus propios pies. Pero, ¿es factible organizativamente, esto es, podemos vivir en el contexto de un sistema que la adopta como su principio general?

Aquí el problema que enfrenta la responsabilidad estricta es que como cuestión de hecho el derecho de la responsabilidad civil de los países que conocemos no nos imponen la obligación de compensar en todos los casos en que causamos daño a alguien —si usted causa u ocasiona¹⁶ la bancarrota de su competidor en el mercado no debe compensarlo— y, por el otro lado, si se nos impusiera la obligación de compensar todos los daños que causamos nuestra vida sería un pesadilla pues, como bien sostiene Barros, “no es imaginable una sociedad donde debamos responder de todas las consecuencias dañinas que se sigan de nuestras acciones y omisiones” (TRE, p. 455). ¿Existe alguna manera en que podemos defender a la responsabilidad estricta de este cargo? ¿Puede la responsabilidad estricta explicar este hecho de un modo que se articule con las convicciones sobre las que ella se asienta?

¹⁴ Hart y Honoré comparten la idea que desarrollo en el texto. Así, para estos autores los juicios causales son o ejemplifican “generalizaciones suficientemente generales como para cubrir una variedad de casos distintos”. Véase Hart, H. L. y Tony Honoré: *Causation in the Law*, 1985, p. 49.

¹⁵ Supóngase un caso como el que trata Barros (TRE, p. 396): un herido en un accidente es transportado a una clínica donde sufre una infección (presuntamente no susceptible de ser imputada a la negligencia de nadie) que lo lleva a la muerte. Barros cree que es posible imputar causalmente la muerte a quien causó con su negligencia el accidente. Barros podría preguntarse cómo es posible sostener que quien manejó produjo la muerte sin tener en cuenta si en este particular caso quien manejó lo hizo de un modo negligente. Después de todo, las muertes por infecciones hospitalarias no son “paradigmáticamente” traídas al mundo por accidentes automovilísticos. La respuesta a esta pregunta consiste, entiendo, en mostrar que el uso de mecanismos capaces de propulsión y generar fuerza inercial —los automóviles por ejemplo— son modos paradigmáticos en que uno causa accidentes y los accidentes son modos paradigmáticos en que sometemos a otros a riesgos hospitalarios, por ello, es posible llegar a la conclusión de quien conduce “causa” la muerte de aquel a quien atropelló.

¹⁶ Cuando A dispara a B un tiro en el pecho, A “causa” el daño de B. Cuando A arroja a B debajo de las vías de un tren que conduce C y que pudo haberse detenido si hubiera sido manejado de un modo más prudente, “ocasiona” o, más claramente, “da ocasión a que otro cause” el daño de B. Causar y ocasionar daños son dos modos distintos de causar. Para “ocasionar” un daño es preciso que otro lo cause. La distinción entre “causar” y “ocasionar” ha sido sistematizada por Hart y Honoré en *Causation in the Law*, 1985.

Yo creo que es posible entender y explicar los casos en que el derecho de la responsabilidad civil nos libera de la obligación de compensar a pesar de que hayamos causado el daño y los casos en que los sistemas jurídicos que conocemos exigen como condición para la existencia de dicha obligación que quien causó el daño haya incurrido en la violación de un estándar de cuidado, usando referencias a consideraciones relativas al valor de que existan prácticas, instituciones o reglas que funcionan en beneficio de nuestra capacidad de elegir en el futuro y de desarrollar nuestra agencia. Efectivamente, la razón por la que usted no debe compensar a un competidor en el mercado, digamos B, a pesar de haberle causado la bancarrota¹⁷ es que si usted fuera obligado a compensar a B, el mercado no existiría como tal, porque nadie se arriesgaría a intentar producir mejor y más barato si cuando falla debe cargar las pérdidas del caso y cuando tiene éxito debe compensar a aquellos cuya bancarrota ocasiona. Si el mercado es una institución valiosa que mejora la vida de todos porque expande el ámbito en el que podemos ejercer nuestra agencia, podemos justificar una limitación al alcance del principio que predica que compensemos todos los daños que causamos dejando los daños donde caen en algunas circunstancias, porque ello es requerido por el mismo objetivo que justifica el que debamos compensar los daños que causamos, más precisamente, el objetivo de que todos vivamos en los términos de nuestras decisiones.

Del mismo modo, si aceptamos la responsabilidad estricta como el principio “general y supletorio” de la responsabilidad civil, podemos explicar que se exija la culpa como prerequisite de la obligación de compensar en todos aquellos casos en que dado el tipo de daño de que se trata, todos, la víctima del daño incluida, podrían expandir el ámbito donde pueden ejercer su agencia si, por ejemplo, los recursos que gastaríamos en organizar un sistema de responsabilidad en el que todos debemos compensarnos por todos los daños que causamos fueran dejados libres y dedicados por cada uno (o por todos) a hacer aquello que cada uno considera mejor.

Incidentalmente quiero destacar que no todos los daños son producidos por acciones individuales que pueden ser concebidas como de la autoría de una persona o de un conjunto de personas determinadas. Peter Schuck¹⁸ ha defendido, por ejemplo, la existencia de lo que él llama “causa-

¹⁷ Existen muchos argumentos para acreditar que quien desplaza a un competidor dentro de las reglas del mercado no “causa” el daño que éste pudiera sufrir. De todos modos, como quiero mostrar las razones que explican la limitación de la obligación de compensar y que ellas no son contradictorias con los valores que sustenta la responsabilidad estricta, no quiero ni, según entiendo, necesito explicar dichos argumentos.

¹⁸ Véase Schuck, Peter: “Dos Cuestiones Causales: Daños Masivos y Causas Sociales”, 2005.

ción social”, esto es, una manera de causar “remota, difusa, multifacética”, determinada “por el funcionamiento de grandes instituciones sociales como el gobierno y por prácticas sociales de gran extensión como las complejas relaciones de la economía moderna”. Yo no estoy de acuerdo con su caracterización. A mi criterio estamos en presencia de “causación social” cuando podemos describir un resultado como causalmente vinculado con un conjunto de acciones de uno o más agentes indistinguibles entre sí, entre las que se encuentra la acción de la víctima, que no se hayan relacionados por una intención común y no ocupan roles o posiciones en prácticas o instituciones que los vinculan. Muchos de los daños que producimos son, de acuerdo con esta definición, “socialmente causados”. Ahora bien, los daños producidos por causación social, llamémoslos los “daños sociales”, no pueden ser adjudicados con los mismos principios que los daños causados por acciones individuales sencillamente porque en estos casos será imposible reconstruir una cadena causal que nos permita imputar el resultado a la acción de una persona o de un conjunto de personas determinadas. En estos casos la responsabilidad estricta no puede servirnos como guía, sencillamente porque no podemos, usando nuestras categorías causales, determinar quién ha causado el daño (el mismo inconveniente existe para la responsabilidad por culpa en tanto ella también exige como prerequisite conexión causal entre el daño y el demandado). Por lo tanto, otros principios deben guiar la adjudicación. Hay muchos aspirantes, pero por razones que no puedo explicar aquí yo creo que estos casos son mejor resueltos por consideraciones de eficiencia (por un lado, el uso de estas consideraciones aquí no viola nuestra “individualidad” ya que no hay manera de decidir que el resultado es el producto de lo que nosotros hicimos y, por otro lado, son especialmente pertinentes dado que estos daños parecieran producidos por un “colectivo o comunidad” del que nosotros somos parte).

IX. Barros y la integridad

Si lo que digo en los párrafos precedentes es correcto, y podemos limitar el alcance de la responsabilidad estricta y explicar las circunstancias donde la culpa es impuesta como un prerequisite de la obligación de compensar recurriendo, en ambos casos, a consideraciones relacionadas con la importancia de nuestra agencia, existe una razón adicional de integridad para defender la responsabilidad estricta *vis a vis* la forma de entender el derecho civil que Barros nos ofrece en TRE.

Ronald Dworkin ha defendido la idea que, más allá de la justicia, una de las virtudes inmanentes de un sistema jurídico es su integridad¹⁹, esto es, su aptitud para ser presentado como la encarnación de un principio o de un conjunto de principios no sólo coherentes entre sí sino, además, susceptibles de ser defendidos por valores básicos que se refuerzan mutuamente.

La manera en que Barros ve a la responsabilidad civil no despliega esta virtud. Efectivamente, Barros es un pluralista que ve a la responsabilidad civil como una disciplina jurídica que exige composiciones y transacciones entre distintos ideales. Así, para Barros el mejor régimen de la responsabilidad extracontractual es el que combina consideraciones de justicia correctiva y de eficiencia. Para Barros la responsabilidad por culpa se inspira en el ideal aristotélico de la justicia correctiva que requiere la violación de un estándar de cuidado para dar origen a la responsabilidad mientras que las “excepciones al principio *casum sentit dominus*” (TRE, p. 450), que Barros también reconoce, se justifican no mediante referencias o por las particulares necesidades de los estándares de cuidado en ciertas circunstancias sino, por el contrario, en la necesidad de buscar reglas que acerquen la solución al “óptimo de prevención de los accidentes” (TRE, p. 451). Lo importante, dice Barros, es “atender a las consecuencias”, tal que en “materias críticas [...] se aceptan con naturalidad argumentos que atienden a las consecuencias que supone adoptar una u otra decisión” (TRE, p. 35).

Más aún, el pluralismo de Barros no puede establecer su propio equilibrio interno pues la manera en que los casos deben decidirse, esto es si son regulados por la justicia correctiva o por la eficiencia, debe ser a su vez determinado por consideraciones pragmáticas. Así, Barros dice que “es preferible una actitud pragmática en el sentido más general porque si bien [la] estructura básica [del derecho de la responsabilidad] puede ser comprendida a la luz de la justicia correctiva [...] en materias críticas [...] se aceptan con naturalidad argumentos que atienden a las consecuencias que supone adoptar una u otra decisión” (TRE, p. 35). El que Barros recurra a la “actitud pragmática” para establecer el balance entre justicia y eficiencia desequilibra el juego entre estos ideales porque la actitud pragmática es justamente la actitud característica de los partidarios de la eficiencia, por lo que su uso determinará una composición con mucha eficiencia y poca justicia correctiva. En definitiva, tal como dije en la sección V cuando hice referencia a los argumentos pragmáticos que ofrecía Barros para resistir el embate del AED, en el contexto de la responsabilidad extracontractual los argumentos pragmáticos sólo permiten victorias pírricas pues son susceptibles de ser desestabilizados cuando el cálculo de costos e intereses es tal

¹⁹ Véase Dworkin, Ronald: *Law's Empire*, 1986.

que recomienda soluciones distintas a las que recomienda adoptar la perspectiva de quien daña y de quien es dañado.

La responsabilidad estricta, en cambio, puede defenderse en el tribunal de la integridad, pues ella fluye de ideales que también explican por qué en ciertas circunstancias es preciso limitar la responsabilidad estricta y usar otros principios o regímenes para resolver quién debe hacerse cargo de los daños que han caído en cabeza de alguien. Tal como sostuve en la sección precedente tanto las limitaciones al alcance de la obligación de compensar como los dominios en los que deben regir principios subsidiarios como el de la culpa pueden, todos ellos, ser explicados en referencia a la necesidad de preservar nuestra agencia e incrementar las posibilidades de su ejercicio. Además, puede presentarse como un principio imposible de desestabilizar dado que todos los criterios aceptados por la concepción que define son internamente consistentes en tanto todos ellos responden al mismo ideal.

X. Conclusión y *laudatio*

TRE desarrolla un principio de filosofía jurídica en el que yo no creo y lo defiende de un modo que cae presa de críticas que yo considero imposibles de superar. Sin embargo, como dije en la introducción, TRE es un libro maravilloso. Conjuga de un modo sencillamente admirable un número increíble de conocimientos de distintas disciplinas —especialmente del derecho y la filosofía—, echando luz sobre todas ellas de una manera en que pocos libros de derecho que yo conozca lo han antes hecho. TRE será de una enorme utilidad para todos a quienes les interese el derecho o la filosofía, para quienes practiquen derecho o lo enseñen, para quienes aboguen o juzguen, para quienes viven en Chile o en cualquier otro lugar donde el derecho impera. En síntesis, confieso que estoy dispuesto a incurrir en el error a cambio de todo lo personalmente necesario para escribir el libro que Barros Bourie ha escrito.

REFERENCIAS

- Brudner, Alan: *The Unity of the Common Law*. Berkeley: University of California Press, 1995.
- Dworkin, Ronald: *Law's Empire*. Cambridge: Harvard University Press, 1986.
- Gardner, John: "Obligations and Outcomes in the Law of Torts". En Peter Cane y John Gardner (eds.), *Relating to Responsibility: Essays for Tony Honoré*. Oxford: Hart Publishing, 2001.
- Hart, H. L. y Tony Honoré: *Causation in the Law*. Clarendon Press, segunda edición, 1985.
- Perry, Stephen: "The Impossibility of General Strict Liability". En *Canadian Journal of Law and Jurisprudence*, Vol. 1, N° 2 (July 1988).

- “The Moral Foundations of Tort Law” . En *Iowa Law Review*, Vol. 77 N° 2 (1992).
- Rosenkrantz, Carlos: “Tres Concepciones de la Justicia Correctiva y de la Responsabilidad Extracontractual”. En *Lecciones y Ensayos*, Vol. 67/68, 1999.
- “La Justicia Correctiva y la Responsabilidad Extracontractual: Donde la Filosofía, la Economía y el Derecho se Encuentran”. En C. Rosenkrantz (comp.), *La Responsabilidad Extracontractual*. Barcelona: Ed. Gedisa, 2005.
- Schuck, Peter: “Dos Cuestiones Causales: Daños Masivos y Causas Sociales”. En C. Rosenkrantz (comp.), *La Responsabilidad Extracontractual*. Barcelona: Ed. Gedisa, 2005.
- Thomson, Judith J.: “Remarks on Causation and Liability”. En J. J. Thomson, *The Realm of Rights*. Harvard. University Press, 1990.
- Weinrib, Ernest: *The Idea of Private Law*. Cambridge: Harvard University Press, 1995.
- Zimmerman, Michael: “Rights, Compensation and Culpability”. En *Law and Philosophy*, Vol. 13, 1994.

Palabras clave: derecho civil; responsabilidad extracontractual; responsabilidad estricta; responsabilidad por culpa; análisis económico del derecho; dogmática jurídica; filosofía del derecho. □

LA RESPONSABILIDAD CIVIL COMO DERECHO PRIVADO

NOTAS SUGERIDAS POR LA RESEÑA DE C. ROSENKRANTZ AL
TRATADO DE RESPONSABILIDAD EXTRA CONTRACTUAL^{1*}

Enrique Barros

El derecho de la responsabilidad civil establece las condiciones para que el daño sufrido por una persona deba ser reparado por quien lo ha provocado. Aunque la práctica del derecho es más diferenciada, existen en abstracto dos criterios básicos de atribución de responsabilidad: la *negligencia*, que sólo hace responsable por los daños atribuibles a una falta de cuidado de quien los provoca; y el *riesgo*, que da lugar a una responsabilidad estricta, cuya única condición es que el demandado haya sido agente causal del daño.

Rosenkrantz afirma que el TRE estaría ‘animado por la convicción de que la culpa o negligencia es el punto nodal en la empresa de la justificación de un régimen de responsabilidad civil’. Parece asumir que el objeto central del TRE sería *justificar* un régimen de responsabilidad por negligencia y no *comprender* cómo está efectivamente estructurada la responsabilidad civil

ENRIQUE BARROS BOURIE. Abogado. Doctor en derecho, Universidad de München. Profesor de la Universidad de Chile. Consejero del Centro de Estudios Públicos y de la Universidad Alberto Hurtado. Miembro del Instituto de Chile y presidente del Colegio de Abogados de Chile A.G.

¹ E. Barros, *Tratado de Responsabilidad Extracontractual* (Santiago: Editorial Jurídica de Chile, 2006).

* En esta misma edición, *infra*, se publica el comentario de Carlos F. Rosenkrantz al *Tratado de Responsabilidad Extracontractual* (TRE), de Enrique Barros. (N. del E.)

Estudios Públicos, 112 (primavera 2008).

en el derecho moderno. Por eso, Rosenkrantz busca en el TRE una premisa filosófica fuerte, que sostendría la prevalencia moral de la responsabilidad por culpa; él mismo, a su vez, aprovecha de dar razones por un estatuto general de responsabilidad estricta.

Atendida la fuerte objeción que Rosenkrantz plantea respecto al enfoque filosófico, que en su opinión inspiraría todo el TRE, asumo que la muy generosa valoración que hace de la obra se refiere al desarrollo propiamente jurídico, que atiende al derecho vigente, chileno y comparado, pero aparece por completo sumergida en su reseña. No es extraño, porque tratándose de un estudio *de* derecho, se aleja de su particular atención por las teorías económicas y filosóficas *acerca* del derecho privado.

Conviene mantener bien separados estos planos. Por cierto, desde antiguo y hasta nuestros días, el derecho ha sido objeto de especulación por los grandes filósofos morales y de análisis por los científicos sociales más diversos. Pero al menos desde los juristas romanos, el derecho privado también ha sido objeto de un análisis interno, cuyo objeto es comprender y exponer el ordenamiento que rige la vida en sociedad, tal como se ha desarrollado históricamente por la legislación y la jurisprudencia, en interacción con las ideas y con las experiencias comparadas. Cuando se habla de cultivo del derecho, desde hace más de mil años, antes de que nacieran las universidades, se hace referencia a esta práctica de discernimiento del derecho privado que rige relaciones entre personas.

Rosenkrantz no dirige la palabra a esta tradición científica. Asume radicalmente un punto de vista externo, que mira incluso con desdén que la tradición propiamente jurídica pueda dar lugar a una justificación. Su análisis del TRE está marcado por la vocación profética de muchos cultores del análisis económico de las instituciones. En su caso, sin embargo, las razones económicas se suman a otras típicamente filosóficas para reforzar una opción muy fuerte por la responsabilidad estricta; tan fuerte es su punto, que arremete contra el TRE, como si este simple molino de viento fuese un arsenal de argumentos justificatorios sobre un criterio específico de atribución de responsabilidad, en vez de ser lo que pretende, esto es, un típico de libro de derecho.

En definitiva, aunque él mismo no sea proclive a entrar en estas consideraciones, las notas de Rosenkrantz plantean dos grupos muy diferentes de cuestiones. La primera es epistemológica, y se refiere a la justificación de un estudio *del* derecho; la segunda es normativa, y se interroga por la *justificación externa* de un sistema de normas, sin referencia alguna al derecho vigente en cualquier tradición jurídica.

Estimulado por las muy agudas observaciones de Rosenkrantz, en estas notas me referiré a las cuestiones conceptuales y normativas que están detrás de mi TRE (y, en mi opinión, de cualquier libro de derecho que tenga una pretensión semejante).

I. La responsabilidad estricta y por culpa no difieren desde el punto de vista del juicio moral al responsable

A primera vista, la responsabilidad por culpa o negligencia está marcada por la calificación moral que atribuimos en el lenguaje corriente a estos conceptos. Por eso, conviene ante todo aclarar que desde el derecho romano clásico el concepto civil de culpa no es estrictamente moral, porque la responsabilidad civil no tiene un sentido retributivo².

Aunque la referencia a la culpa lleva intuitivamente a asociar la responsabilidad civil a un juicio de reproche personal al responsable, en sentido civil atiende simplemente al incumplimiento de un patrón de conducta establecido por el derecho y no hace referencia a estado mental alguno³. La noción de culpa expresa las expectativas normativas objetivas que unos tenemos de respecto de otros en nuestro tráfico recíproco en la sociedad civil.

El primer criterio relevante para entender las relaciones obligatorias es la justicia correctiva, que asume una relación personal entre el autor del daño y la víctima basada en la igualdad⁴. El concepto civil de negligencia

² Es interesante a este respecto que la proposición de aceptar indemnizaciones punitivas o ejemplarizantes que superan el daño sufrido, por haber actuado el responsable en manifiesta desaprensión respecto del interés ajeno, por lo general no forma parte de una argumentación que recurra a una justificación retributiva, sino a una estrictamente pragmática, que atiende a los efectos preventivos que puede tener una regla de este tipo (así, Shavell, S.: *Foundations of Economic Analysis of Law*, 2004, 243).

³ Cane, P.: *Mens rea in Tort Law*, 2000, 533.

⁴ Aristóteles, *Ética a Nicómaco*, V. 4, cuya explicación de la justicia correctiva ha gozado de un extenso reconocimiento en la filosofía del derecho privado contemporánea (especialmente en E. Weinrib, *The Idea of Private Law*, 1995, 56); Aristóteles concibe la justicia correctiva como rectificación de la igualdad, en que ‘el derecho sólo mira a la naturaleza del daño y trata a ambas partes como iguales, a la que comete la injusticia y al que la sufre’, de modo que la tarea del juez es restablecer la igualdad quebrada. La idea aristotélica de justicia en una perspectiva histórica del derecho privado concurre especialmente con los modelos que siguen la tradición utilitarista, como el análisis económico; una sutil explicación de ese conflicto desde la tradición aristotélica en Gordley, J.: *Foundations of Private Law. Property, Tort, Contract, Unjust Enrichment*, 2006, 7 (i.a.). La desigualdad es el objeto de la justicia distributiva y resulta conveniente distinguirla de la justicia correctiva, porque aquélla sólo secundariamente es tarea del derecho privado (E. Barros, “Lo Público y lo Privado en el Derecho”, 2001, 5 [19]). Sobre el punto se vuelve someramente al final de estas notas.

supone la infracción por el responsable de un estándar abstracto y objetivo de competencia y de cuidado que protege a la víctima, que se expresa en el tipo de la ‘persona diestra y diligente’, del ‘buen padre de familia’, de la ‘persona razonable’; tratándose de empresas, el cuidado exigido es el que debe emplear una organización para prevenir razonablemente accidentes. La negligencia es entonces un parámetro de conducta que no atiende a nuestras fortalezas ni debilidades. Por eso, el inexperto responde civilmente de los daños que cause por su impericia al conducir, aunque no haya estado a su alcance actuar de otra manera. Eventualmente, su debilidad puede dar lugar a una excusa moral, pero ella resulta irrelevante desde el punto de vista jurídico⁵. Este criterio de negligencia, aunque se expresa en diferentes conceptos en las distintas tradiciones jurídicas, proviene del derecho romano y en todas ellas es funcionalmente análogo.

Por eso, la responsabilidad civil, sea estricta o por negligencia, sólo tiene por común requisito subjetivo la capacidad para decidir un curso de acción, pero no le resultan relevantes las demás calificaciones de la acción que supone el juicio de reproche moral⁶. De ello se sigue que la calificación de negligencia recae sobre la conducta y no sobre la persona de quien es hecho responsable. Ya el jurista romano Gayo da una explicación de este concepto estrictamente jurídico de culpa a propósito de un caso de accidente por estampida: el encargado de cuidar las mulas que carece de la destreza suficiente para someter a los animales incurre en responsabilidad por los daños provocados, aunque no haya sido capaz de evitar el accidente; y lo mismo vale si es demasiado débil para sujetarlas⁷. Dificilmente puede justificarse esa regla desde un punto de vista del juicio de reproche moral, aunque hay buenas razones pragmáticas y de justicia correctiva para aceptarla (TRE § 43).

Lo importante es que tanto la responsabilidad por culpa como la estricta no son correctamente entendidas a la luz de la justicia retributiva, que atiende al reproche, sino de la correctiva, que mira a la relación entre la víctima del accidente y el autor del daño. Entre ambas no existe, por consiguiente, una diferencia cualitativa sustancial desde el punto de vista moral. Ambas son en tal sentido objetivas⁸. Se trata simplemente de dos criterios para atribuir la responsabilidad por los resultados dañosos de nuestras con-

⁵ Un sutil desarrollo de estas ideas en Honoré, T.: *Responsability and Fault*, 2002, 16.

⁶ *Idem*, 32.

⁷ *Digesto*, 9.2.8.1.

⁸ Por eso, es impropio llamar ‘objetiva’ a la responsabilidad estricta: de aquella denominación se infiere, equivocadamente, que la responsabilidad civil por negligencia sería ‘subjetiva’ (TRE, § 298).

ductas: la responsabilidad por culpa exige como condición que la conducta no observe el estándar de cuidado que tenemos derecho a esperar, mientras la responsabilidad estricta nos hace más intensamente responsables de todas las consecuencias directas de nuestros actos.

Se comprueba así que la diferencia entre la responsabilidad estricta y por culpa está dada por los requisitos objetivos para atribuir responsabilidad, que en ningún caso poseen un sentido de reproche moral. Sin embargo, el lenguaje suele tender trampas peligrosas, lo que explica que incluso un jurista avezado en la filosofía analítica, como Rosenkrantz, incurra en el error de atribuir a la distinción entre ambos tipos de responsabilidad un significado que resulta excesivo a la luz de lo que está en juego.

Con lo anterior no quiero afirmar que no haya relación alguna entre el derecho y la moral. El derecho suele ser menos exigente que la moral (un famoso fallo inglés expresa que el deber moral de ayudar al vecino se reduce en el derecho al de evitar causarle daño⁹); en contraste, el derecho también puede ser más exigente, como se muestra en la objetividad de la culpa, que por razones pragmáticas y de justicia acorta camino para hacer efectiva la responsabilidad. Pero el derecho también tiene ventajas institucionales que le permiten ser soporte de principios morales: por un lado, su aparato de legislación y adjudicación permite precisar las reglas morales, cuyas condiciones de aplicación suelen ser más imprecisas; por otro, establece un estándar normativo común para todos, con un efecto de mediación entre percepciones diferentes acerca de lo útil y lo correcto, favoreciendo así la cohesión social¹⁰.

II. Matices que pueden adoptar la responsabilidad por negligencia y estricta

Las teorías acerca de la responsabilidad tienden a ignorar distinciones que son muy importantes en la práctica. Es el efecto indeseado del nivel de generalidad en que esas teorías suelen plantearse. Sin embargo, desde un punto de vista funcional, los supuestos de la responsabilidad no constituyen alternativas discretas, sino presentan más bien un continuo. Dicho en el lenguaje de las humanidades, los modelos de atribución de responsabilidad admiten matices que resultan muy importantes para comprender el ordenamiento en su conjunto.

Más adelante se mostrará que la negligencia es un criterio general de atribución de responsabilidad, porque, por lo general, basta que un daño

⁹ *Donoghue v. Stevenson*, [1932] AC 562, 580.

¹⁰ Cane, P.: *The Anatomy of Tort Law*, 1997, 25.

sea atribuible a falta del cuidado ajeno para que haya lugar a la reparación. Sin embargo, hay grupos de casos en que la mera falta de cuidado (esto es, la simple negligencia) no es condición suficiente de responsabilidad. Así ocurre, por ejemplo, en materia de ciertos ilícitos económicos, donde usualmente se requiere haber actuado con *intención* o con *grave desconsideración*. Así, un comerciante no es responsable de los daños que sufre un competidor, a menos que incurra en los ilícitos calificados de competencia desleal o de abuso en la posición de mercado. Los comerciantes se deben entre sí cuidados muy diferentes del que debe el médico a su paciente o el fabricante de un producto a los consumidores. Simplemente ocurre que en diversos ámbitos de la vida no tenemos deberes recíprocos de cuidado. Así, el comerciante no puede ser hecho responsable de los efectos perniciosos que provoca en otro competidor a consecuencias de una competencia abierta y leal. Por eso, aunque por lo general haya buenas razones para entender que un daño debido a negligencia debe ser reparado, hay casos excepcionales en que la regla no resulta aplicable, porque es comúnmente aceptado (y es correcto que así sea) que haya relaciones en que sólo respondemos si actuamos con una especial malicia o desconsideración.

La responsabilidad por mera negligencia puede estar limitada por un requisito adicional de *antijuridicidad*. La antijuridicidad se muestra en la lesión a un derecho subjetivo (vida, salud, propiedad u honra, por ejemplo), en oposición a la lesión de un mero interés. En consecuencia, en los ordenamientos en que este requisito es exigido no basta que el acto negligente afecte un mero interés patrimonial o extrapatrimonial de la víctima (por ejemplo, la expectativa de beneficios patrimoniales que se siguen de un negocio frustrado¹¹). El requisito de antijuridicidad pretende mantener la responsabilidad civil por negligencia dentro de límites más estrechos. Aunque no se trate de una práctica comparada generalizada, la circunstancia de que ordenamientos complejos establezcan este requisito *adicional* a la culpa muestra una nueva estación en la cadena de modelos alternativos de responsabilidad¹².

¹¹ Así ocurre en el derecho alemán, donde la responsabilidad por negligencia sólo tiene lugar si se ha afectado la vida, la salud, la propiedad u otro derecho subjetivo (BGB, § 823); respecto de otros intereses, como es el daño puramente patrimonial que afecta las ganancias esperadas, sólo ha lugar a la responsabilidad si se ha actuado contra las buenas costumbres, esto es, con intención o grave desconsideración (BGB, § 826).

¹² TRE § 51. En un error de apreciación acerca del sentido del requisito de antijuridicidad en la tradición del derecho civil, que es lo relevante en el TRE, Rosenkrantz argumenta que la antijuridicidad compite con la culpa como criterio de atribución de responsabilidad. Su argumento asume que la antijuridicidad se mostraría en el daño que el agente no puede justificar, a diferencia de la culpa, en que la atribución de responsabilidad supone la infracción de un estándar de cuidado. Desde luego que en esta versión

El propio requisito de la culpa se gradúa naturalmente porque el cuidado debido es dependiente de la intensidad del riesgo, siguiendo el modelo del sujeto que actúa con prudencia y diligencia. Pero también admite importantes variaciones en materia probatoria. Por lo general, la víctima soporta la carga de probar los hechos que configuran la negligencia del autor del daño, lo que le supone un serio riesgo estratégico. Si el daño se ha producido con ocasión de procesos complejos que se encuentran bajo control del demandado, la prueba de la culpa puede ser una barrera infranqueable para el demandante. En diversos grupos de casos, esta situación de desventaja estratégica de la víctima resulta injusta, porque a pesar de cumplirse los requisitos de la responsabilidad, ésta no logra ser establecida en juicio, o la víctima desiste demandar, o se conforma con un acuerdo transaccional que cubre sólo parte de sus perjuicios. Por otro lado, la regla estimula en estos casos el comportamiento desaprensivo de los agentes de daño, porque la cifra negra de daños por los que no se responde incentiva a invertir bajo el óptimo en seguridad (como sea que éste se determine).

Por eso, cuando la experiencia enseña que un tipo de accidentes se debe por lo general a la culpa del agente de daño, resulta por eso razonable asumir *prima facie* que es atribuible a su negligencia: ‘dejad que los hechos hablen por sí mismos’, se dice en el *common law* para explicar esta presunción. El efecto de la presunción es que mientras no se acredite indicio en contrario, se tiene por responsable al demandado. Por lo demás, ocurre con frecuencia en estos casos que es precisamente el agente del daño quien está en mejores condiciones para presentar la prueba de los hechos¹³.

filosófica de la antijuridicidad del daño, el concepto es usado en el sentido de injusto o ilícito (*wrong*) que se le suele dar en la filosofía del derecho privado anglosajona. Aun en este caso, la idea de *wrong* suele no atender sólo al resultado dañoso de nuestros actos, sino expresarse en la idea de *wrongdoing*, que atiende a la conducta que provocó el daño (Coleman, J.: *Risks and Wrongs*, 1992, 329). Más adelante se discute la idea filosófica de ilícito (*wrong*), que Rosenkrantz introduce como argumento filosófico a favor de la responsabilidad estricta (*infra* § IV 2).

¹³ A esa presunción por el hecho propio se agregan otras presunciones. La presunción de culpa por el hecho negligente de dependientes, que permite comunicar la responsabilidad a quien dirige y supervisa la actividad; en el TRE se argumenta en favor de una responsabilidad estricta del principal por las faltas incurridas por dependientes, lo que ha sido criticado por F. Pantaleón en su presentación del TRE (*Revista de Estudios de la Justicia*, 8 [2006], 213, [217]). Las presunciones de culpa por el hecho de las cosas suponen que el daño causado por una cosa o industria se debe a una negligencia de quien la tiene bajo su cuidado o la mantiene en operación, a menos que se muestre que el accidente pudo deberse a una causa ajena al control del demandado. Con distintas intensidades y por diferentes caminos, todas estas presunciones son reconocidas por sistemas jurídicos muy distintos.

La presunción de culpa por el hecho propio es funcionalmente muy cercana a un tipo calificado de responsabilidad estricta. El modelo puro de responsabilidad estricta tiene por condición la mera causalidad entre la acción o actividad humana y el daño. Así, si una embarcación derrama petróleo, la empresa que la explota es responsable de todos los daños provocados, con independencia de la causa del accidente (TRE § 319). Pero, además de esta responsabilidad estricta pura, basada en la mera causalidad, el derecho civil y el *common law* conocen una responsabilidad estricta calificada, que, sin atender a la conducta del agente, sólo da lugar a la reparación si el daño se debe a un defecto de una cosa o un servicio. Es el modelo que ha seguido en el derecho comparado la responsabilidad por productos defectuosos. Los límites entre esta responsabilidad estricta calificada por el defecto y la presunción de culpa por el hecho propio, que rige en el derecho chileno en materia de productos defectuosos, es más bien marginal: mientras el defecto se refiere a una calificación del resultado (*output*), la presunción infiere la culpa en la organización del proceso industrial, lo que en la práctica suele llevar a resultados equivalentes (TRE § 548).

Aun dejando de lado algunas importantes distinciones en materia de causalidad, se comprueba que los modelos de la responsabilidad estricta y por culpa no son binarios en la práctica. El derecho privado ha desarrollado criterios de atribución de responsabilidad muy diferenciados. Las presunciones de culpa suelen presentar la ventaja de ser más sensibles a la diversidad de las situaciones y de admitir excusas de fuerza mayor, que no serían aceptables bajo una regla de responsabilidad estricta. A la inversa, en actividades peligrosas se suele imponer categóricamente el riesgo sobre el agente, lo que es justo, si se atiende a la relación personal entre ese agente que impone el riesgo excesivo y la víctima, y resulta eficiente desde el punto de vista preventivo; o lo que es funcionalmente análogo, se impone una presunción de culpa a quien realiza una actividad peligrosa. Lo importante es comprender que buena parte de las alternativas se han desarrollado jurisprudencialmente, sobre la base de distinciones nacidas de la experiencia y de la razón. Por lo mismo, resultan invisibles al resplandor de una teoría responsabilidad demasiado abstracta e indiferenciada.

III. El derecho privado no está construido a partir de un punto nodal que le sirve de axioma normativo

Los libros de dogmática jurídica, como es el TRE, se proponen comprender el derecho vigente a la luz de sus fuentes históricas, de sus fundamentos prácticos y de su aplicación jurisprudencial en el derecho nacional y

comparado. Por eso, en ellos concurren tareas diferentes. Ante todo, se analiza el derecho vigente a la luz de sus fuentes legales, jurisprudenciales y doctrinarias, lo que hace de la ciencia del derecho una disciplina *dogmática*. Enseguida, propone un marco conceptual que permita discernir el derecho como un ordenamiento comprensible y relativamente coherente, poniendo sobre aviso de las inconsistencias lógicas y de sus compromisos valorativos. En tercer lugar, propone innovaciones doctrinarias donde se descubren vacíos, contradicciones o aberraciones lógicas o valorativas.

En otras palabras, los libros de derecho civil someten el derecho vigente a una revisión reflexiva y crítica, pero lo asumen como un ordenamiento que es efectivamente aplicado como directiva de conducta. En tal sentido, el derecho tiene un aspecto interno que expresa su obligatoriedad. No es lo mismo que una regularidad, que puede ser investigada estadísticamente; ni tampoco responde a un principio filosófico, por potente que sea. La mirada dogmática se produce *desde dentro* del sistema legal, porque su interés es comprender el derecho, y no reconstruirlo desde la nada¹⁴.

La ciencia jurídica (o como se le llame) da cuenta del derecho desde el punto de vista interno de un orden jurídico que ha crecido históricamente¹⁵. Por eso, la tarea de la doctrina jurídica es hermenéutica, en el sentido de un esfuerzo de comprensión motivada por preguntas prácticas¹⁶. Esa dimensión define también sus fines, métodos y restricciones.

Por otro lado, el estudio del derecho privado, tanto en la tradición del derecho civil como del *common law*, asume que le subyace un tesoro acumulado de experiencia y razón. La filosofía y el análisis económico del derecho pueden asumir la tarea *interna* de comprender y poner a prueba el derecho vigente, a la luz de ciertos principios morales o de paradigmas pragmáticos; por lo demás, toda dogmática reflexiva asume esos puntos de vista. Pero también pueden adoptar una posición *externa*, que niega al derecho toda autonomía. Así ocurre radicalmente en Marx, con su calificación del derecho como mera superestructura que refleja las relaciones de poder existentes en la sociedad; contemporáneamente, en una dimensión teórica

¹⁴ Hart, H. L. A.: *The Concept of Law*, 1961, 55.

¹⁵ Larenz, Karl y Wilhelm Canaris: *Methodenlehre der Rechtswissenschaft*, 1995, 1.

¹⁶ Gadamer, H. G.: *Wahrheit und Methode*, 1965, p. XVIII y 308; en este importante estudio sobre el método de las humanidades se muestra al derecho como paradigma de una disciplina hermenéutica, donde preguntas prácticas son comprendidas a la luz de una regla preexistente, a la que usualmente el caso recíprocamente plantea nuevas preguntas prácticas, que llevan a comprender la regla de una manera dinámica; desde la filosofía jurídica, Kaufmann, Art.: “Über den Zirkelschluss in der Rechtsfindung”, 1984 [1973], 65.

diferente de ancestros utilitaristas, el análisis económico pretende que todo el derecho sea entendido a la luz del principio de bienestar¹⁷.

El enfoque económico suele ser ilustrativo de una mirada externa y normativa, que propone desde afuera el sistema óptimo de responsabilidad¹⁸. Rosenkrantz ironiza sobre la simpleza de quienes se apegan a la experiencia doctrinaria y jurisprudencial. Por lo mismo, está fuera de su interés la parte propiamente jurídica del TRE, que persigue una comprensión razonada del derecho vigente. Su mirada se dirige a la doctrina filosófica que inspiraría la obra y que tendría a la culpa por el *punto nodal* de la responsabilidad civil.

La crítica proveniente del análisis económico, así como de cualquier teoría normativa *acerca del derecho*, resulta aplicable a cualquier libro de derecho que tenga objetivos semejantes al TRE. La ciencia jurídica es una práctica que tiene ciertas características propias validadas por la experiencia, de manera que evita teorizar en un vacío normativo.

Por lo mismo, el lugar que tiene la culpa en el derecho de la responsabilidad está dado por la *realidad normativa* del derecho moderno, donde es efectivamente el más general de los criterios de atribución de responsabilidad (infra § IV 1). Por eso, no debe extrañar que incluso juristas que tienen una predilección teórica por la responsabilidad estricta, cuando escriben libros que explican el derecho asuman que la negligencia es el estatuto más general de la responsabilidad¹⁹. En otras palabras, por buenas razones que existan para establecer estatutos de responsabilidad estricta respecto de ciertas actividades (infra § IV 4), de ello no se sigue que sea el régimen general y supletorio, ni que deba serlo.

En verdad, si la arquitectura del TRE estuviera dada por un cierto principio filosófico o económico externo al derecho, sería por definición un

¹⁷ Este enfoque radical y revolucionario se afirmó a sí mismo como *imperialismo económico* en la época fundacional del análisis económico de las instituciones, que siguió a estudios pioneros, especialmente de R. Coase y G. Becker (Tullock, G.: “Imperialismo Económico”, 1980, 185).

¹⁸ Sin embargo, como se ha señalado, algunas obras relevantes de análisis económico del derecho pueden adoptar una perspectiva interpretativa y no normativa, en tanto asumen que la tradición del derecho privado, especialmente la negligencia como condición de la responsabilidad civil, permite *comprender* el derecho vigente a la luz de criterios económicos de eficiencia en la maximización del bienestar (Landes, W. y R. Posner: *The Economic Structure of Tort Law*, 1987).

¹⁹ Uno de los libros de derecho que más influyó en mi TRE es la espléndida obra de Epstein, R.: *Torts*, 1999; el autor dedica la parte central del libro a cuestiones de negligencia como condición de la responsabilidad (Cap. 5 ss.), a pesar de que su enfoque libertario y económico lo hagan preferir la responsabilidad estricta (Epstein, R.: “A Theory of Strict Liability”, p. 151; “A Clear View of the Cathedral: The Dominance of Property Rules”, 1997, 2091).

mal libro de derecho. En el desarrollo del derecho privado concurren diversos bienes y principios, que en parte son concurrentes entre sí y han contribuido a su conformación histórica. Desde un punto de vista práctico, el derecho privado no puede ser reducido a una determinada doctrina moral fuerte, porque su función es establecer reglas aún donde no hay acuerdo en el terreno de las ideas. El derecho de la responsabilidad civil tiene la función de lograr un compromiso razonable entre posiciones encontradas, con la ventaja de que lo hace teniendo a la vista conflictos reales²⁰.

Rosenkrantz plantea la tarea de reescribir el derecho de la responsabilidad con fundamento en una cierta idea de eficiencia y en una teoría filosófica de la acción humana, que justificarían la responsabilidad estricta como el mejor régimen de responsabilidad. Su enfoque atiende a las ideas más que a la experiencia. Por eso, se ve en la necesidad de descubrir en el TRE un punto nodal, de carácter filosófico, del cual se seguirían las demás conclusiones. El problema es que se trata de un libro que por su naturaleza debe renunciar a un propósito tan insigne.

Por cierto que estas constataciones no significan falsear una teoría prescriptiva acerca de cómo *debiere ser* el derecho, que es contrafáctica por definición. Sin embargo, quien pretende un cambio radical en la cultura jurídica soporta al menos la carga de explicar cómo funcionaría en la práctica un sistema de responsabilidad desconocido hasta ahora, que en principio nos hiciera responsables de todos los daños que recíprocamente nos causemos.

IV. La responsabilidad por negligencia es y debe ser el régimen general y supletorio de responsabilidad

1. La diferencia entre el régimen supletorio y el mejor régimen de responsabilidad

En los pueblos más antiguos no parecen conocerse excepciones a la regla que obliga a reparar el daño atribuible a negligencia²¹. A su vez, en todos los ordenamientos jurídicos conocidos la culpa o negligencia es con-

²⁰ La exigencia extrema de coherencia que formula Rosenkrantz es ajena a la práctica argumentativa del derecho, donde las diversas interpretaciones posibles exigen una regla de prioridad (Alexy, R.: *Theorie der juristischen Argumentation*, 1978, 248), en que los argumentos encontrados se sopesan en consideración al asunto que exige decisión. Como se verá, es sintomático que Rosenkrantz diga que pretende fundar su alegato a favor de la responsabilidad estricta en un análisis económico, en el que en verdad no penetra, porque termina argumentando desde un punto de vista de una doctrina filosófica de la acción o agencia humana.

²¹ Levmore, S.: "Rethinking Comparative Law: Variety and Uniformity in Ancient and Modern Law", 1986, 235, con referencias al derecho comparado moderno, así como al Código de Hamurabi, al Éxodo y al derecho consuetudinario mongolés.

dición suficiente para atribuir responsabilidad y, en cambio, no lo es el mero hecho de causar un daño. Por eso, el TRE simplemente expresa cómo está organizado el derecho de la responsabilidad civil²².

El principio se limita a expresar que a falta de un estatuto especial, la responsabilidad por culpa tiene un carácter residual. Alguien que estima preferible un régimen de responsabilidad estricta puede vivir tranquilo con ese principio, porque se limita a afirmar que, por lo general, la negligencia que causa daño es antecedente suficiente para atribuir responsabilidad. Le basta aceptar que las ventajas de un régimen de responsabilidad estricta debieren traducirse en su expansión a nuevas situaciones de riesgo o actividades. El principio es lógicamente compatible con una realidad en que la responsabilidad por culpa sea el océano remanente en un archipiélago muy poblado por estatutos de responsabilidad estricta²³.

Por lo demás, lógicamente la responsabilidad por culpa comprende a la responsabilidad estricta, porque no hay hipótesis en que se responda por negligencia y no se habría respondido bajo un estatuto de responsabilidad estricta. En circunstancias que lo inverso no es correcto, es natural que no sea la responsabilidad estricta el estatuto más general.

Por otro lado, la experiencia comparada muestra que reglas de responsabilidad estricta y las presunciones de culpa pueden cubrir riesgos muy extendidos, como, por ejemplo, la responsabilidad por actividades peligrosas, del empresario por el hecho del dependiente, por productos defectuosos o por accidentes del tránsito (como suele ocurrir en Europa, a diferencia de los EE. UU. y la mayoría de los países americanos, incluido Chile, donde la responsabilidad por accidentes es por culpa).

Una premisa intermedia de cualquier teoría normativa sobre la responsabilidad civil supone, por consiguiente, distinguir la pregunta por el mejor régimen de responsabilidad, de acuerdo a los parámetros externos que se estimen relevantes (económicos, contractualistas, libertarios, de justicia social, comunicativos o cualesquiera otros), de la pregunta acerca de cuál de los criterios de responsabilidad debe regir por defecto, como regla supletoria. Puede ocurrir que un criterio de atribución de responsabilidad tenga ventajas teóricas y prácticas respecto de diversos tipos de riesgos y, sin embargo, sea insensato como régimen general de responsabilidad. Esta idea básica se sostiene en el TRE: que si bien la responsabilidad estricta se justifica por muchas razones respecto de ciertas actividades o posiciones jurídicas (TRE §§ 7 y 310), no es un razonable estatuto supletorio y general (§§ 39 y 313).

²² Carbonnier, J.: *Droit Civil*, 2004, 2258.

²³ Éstas eran las predicciones que hace cuarenta años formulaba Calabresi, G.: *The Costs of Accidents (A Legal and Economic Analysis)*, 1970, Cap. VI, acerca del anunciado desarrollo de la responsabilidad estricta que marginalizaría al criterio de negligencia.

2. Acción humana y responsabilidad civil

Aunque Rosenkrantz niega que exista (o deba existir) una prohibición general de causar daño, cuestión en que no podemos estar más de acuerdo, el problema surge cuando el argumento en favor de una responsabilidad estricta general es llevado a sus conclusiones lógicas. En efecto, afirmar la inexistencia de esa prohibición no plantea dificultad alguna si el estatuto supletorio es la responsabilidad por negligencia. En esta última, el deber de indemnizar proviene de haber ejercido la libertad de una manera que no considera los intereses de los demás. Por eso, cualquiera sea el concepto que se adopte de la acción humana, el incumplimiento de los deberes de cuidado recíproco es por lo general razón suficiente para imponer responsabilidad. Así se entiende que el derecho vigente acepte como regla general y supletoria que el daño debido a negligencia dé lugar a responsabilidad.

Por el contrario, un hipotético estatuto generalizado de responsabilidad estricta conduce lógicamente a un deber general de no causar daños. Como mostró Kelsen hace casi un siglo, la consecuencia jurídica prevista por una regla que establece una sanción respecto de una conducta tiene por correlato lógico la infracción al deber jurídico de realizar la conducta inversa²⁴. Por eso, si estamos obligados a reparar todos los daños que se siguen de nuestra conducta, se infiere lógicamente la regla que nos prohíbe causar daños²⁵. Tal regla, sin embargo, es difícilmente compatible con una idea de responsabilidad asociada a la acción de una persona, como reconoce el propio Rosenkrantz. La infracción de un deber supone que al autor del daño puede serle atribuida una cierta elección; y es bastante obvio que no pertenecen a la elección las consecuencias de la conducta que exceden el ámbito de previsibilidad del agente²⁶.

Es sintomático que el concepto de acción humana (*agency*) sea introducido por Rosenkrantz después de afirmar la prioridad de lo colectivo en el análisis económico del derecho. Luego de plantearse dialécticamente si es posible defender la primacía de la individualidad, da el paso hacia una posición filosófico moral libertaria para justificar que la responsabilidad es-

²⁴ Kelsen, H.: *Teoría Pura del Derecho. Introducción a la Ciencia del Derecho*, 1960 (1953/1934), 80.

²⁵ El problema es particularmente intenso para Rosenkrantz, porque en una doctrina instrumental del derecho, como es el análisis económico, el incentivo sanción se asocia a un deber de realizar la conducta contraria a la que es sancionada, de la manera que lo muestra Kelsen.

²⁶ Weinrib, Ernst: *The Idea of Private Law*, 1995, 180.

tricta también es preferible en el terreno del individualismo moral. Es claro desde hace un buen tiempo que una posición libertaria tiende a justificar la responsabilidad estricta²⁷. De hecho, el concepto de acción humana que propone Rosenkrantz sigue típicamente ese concepto, en cuanto asume que una persona tiene completo dominio de sí misma, por lo que debe hacerse cargo de los males que se siguen de su acción, del mismo modo que se apropia de los beneficios. Lo único determinante para atribuir responsabilidad, desde esta perspectiva, es si el daño es atribuible a la acción ajena. En otras palabras, del colectivismo implícito en el análisis económico del derecho (en cuanto es el bien de la comunidad el criterio de valoración de una norma), Rosenkrantz salta en su justificación al extremo opuesto libertario (que fortalece los derechos de propiedad en sentido amplio y el señorío sobre nuestras acciones, para lo cual la responsabilidad estricta es un medio)²⁸.

Es interesante, en este contexto, que si la relación obligatoria es analizada desde la perspectiva de la justicia correctiva, se sitúa la cuestión en un terreno jurídico intermedio entre la atención a la individualidad del autor del daño y a la comunidad en su conjunto. La justicia correctiva no es individualista, porque toma igualmente en serio la posición del autor del daño y de la víctima; pero tampoco es colectivista, porque adopta la forma del derecho privado, cuya función esencial es encontrar reglas que ordenen relaciones entre partes, sin referencia inmediata al resto de la comunidad. El principio en juego es la reciprocidad de la relación, de manera que la responsabilidad tiene por antecedente general la actuación del demandado y las expectativas que podía hacerse el demandante acerca de esa actuación que resultó dañosa.

El derecho civil es muy flexible al establecer las condiciones de la responsabilidad. La responsabilidad civil se extiende desde situaciones en que se exige la intención abusiva (como en la competencia desleal) hasta la atribución de todos los riesgos de una actividad (como en las actividades sujetas a responsabilidad estricta). Lo significativo es que la responsabilidad por negligencia, es razón muy general para atribuir responsabilidad jurídica en nuestras relaciones recíprocas, mientras la estricta es una regla que actúa sobre la base de circunstancias especiales que justifican un mayor

²⁷ Epstein, R.: *A Theory of Strict Liability*, 1973, 151.

²⁸ El salto lógico se explica porque Rosenkrantz, a pesar de sus invocaciones a la coherencia, tiene una preferencia en extremo fuerte por una regla general de responsabilidad estricta. Por eso, en su apasionado y brillante alegato recurre indistintamente a argumentos utilitaristas de segunda generación (análisis económico del derecho) y libertarios (teoría de la 'agencia'), que no son precisamente coherentes desde el punto de vista de la teoría moral.

grado de responsabilidad²⁹. Una manera de mostrar la diferencia entre la responsabilidad por culpa y estricta es posiblemente atendiendo a las ideas de *elección y circunstancias*³⁰.

3. *Dificultades de construir un sistema general en que la ilicitud está determinada por solo el hecho del daño*

Rosenkrantz argumenta que la ilicitud (antijuridicidad) no nace de un juicio de desvalor de la conducta del agente de daño, sino directamente del resultado dañoso. Bajo esta premisa, seríamos responsables de las consecuencias de nuestras más diversas acciones con prescindencia de si actuamos de manera correcta o incorrecta. Si se aceptan algunas excusas, como también sostiene Rosenkrantz, tendrían que probarse por quien causó el daño. Mientras uno no se descargue (queda abierto con qué argumentos), es tenido por responsable de todo daño. Esa regla haría que pasáramos una parte importante de nuestras vidas excusándonos de que los daños causados no son antijurídicos.

Un deber de reparación tan amplio nos haría responsables, al menos en principio, de conductas que son perfectamente compatibles con nuestras formas de vida más corrientes. Por eso, no es responsable quien es más veloz en conseguir la última entrada para un concierto, afectando el interés de quien viene después; ni el gerente de una empresa por el solo hecho de haberse seguido pérdidas a los accionistas a consecuencias de sus decisiones; ni el comerciante que desplaza a un competidor, porque logra ofrecer sus productos a mejor precio; ni el periodista que informa un hecho que afecta el prestigio de una persona; ni el atraso que causamos, a consecuencias de la congestión, con un accidente que impide a otra persona llegar a tiempo para postular a un buen trabajo. Al final de cuentas, bajo una regla general de responsabilidad estricta responderíamos de daños que en nuestras expectativas recíprocas más cotidianas solemos reconocer que deben ser soportados por quien los sufre³¹.

²⁹ Es interesante que la primera justificación de la responsabilidad estricta en el derecho moderno se refiera a las actividades peligrosas, a cuyo respecto Luis de Molina (jurista y teólogo del siglo XVI) sostuvo que uno era responsable porque no podía emprender tal actividad peligrosa sin la intención correlativa de pagar por cualquier daño que produjere (referido en Gordley, J.; *Foundations of Private Law*, 2006, 205).

³⁰ Coleman, J.: "Tort Law and Tort Theory. Preliminary Reflections on Method", 2001, 207.

³¹ Rosenkrantz tiene claro que el límite de la responsabilidad estricta está dado por la *causalidad*. Para mantener la pureza de su argumentación a favor de una responsabilidad estricta general y sin calificaciones, niega que la causalidad tenga en el derecho civil un sentido descriptivo (que exige que el hecho del responsable sea condición necesaria del

A su vez, si somos responsables de todos los daños, no hay razón para que no se cuenten los beneficios colaterales que causamos a los demás con nuestra actividad. Nuestros emprendimientos suelen irradiar beneficios hacia muchas personas, porque el valor de nuestra acción es comunicable. Reconociendo que en el derecho no es lo mismo hablar de daños que de beneficios, si el solo hecho del daño diere lugar a responsabilidad, está cerca el argumento de que también tengamos derecho a ser retribuidos por el bien que provocamos causalmente con nuestro actuar. Surgiría así una especie de cuenta corriente recíproca que en algún momento se tendría que saldar. Pero un mundo así no resulta muy vivible, a pesar de que un concepto abstracto de racionalidad podría recomendarlo.

Frente a los innumerables casos en que carece de sentido imponer una responsabilidad estricta, Rosenkrantz señala uno muy extraño, en que la responsabilidad por culpa no parece dar una respuesta adecuada. Es interesante que el caso no muestre una situación en que la culpa no sea criterio suficiente de responsabilidad (que es lógicamente lo que correspondía mostrar), sino, al revés, se refiera a una situación en que resulta intuitivamente justo que haya reparación y, sin embargo, no se satisface el requisito de la culpa o negligencia como condición para dar lugar a esa responsabilidad. Conviene detenerse en su calificación, precisamente porque Rosenkrantz lo cita como paradigma de la insuficiencia de la culpa. Es el caso del excursionista que en estado de necesidad penetra a una casa en la montaña, destruyendo la puerta para hacerse de comida que no logra encontrar en su interior³². No puede atribuirse culpa al montañista, porque actúa en un estado de necesidad; por otro lado, tampoco encuentra la comida que buscaba, de modo que no obtiene un beneficio injustificado que pueda dar lugar a restitución. En casos de estado de necesidad está excluida la responsabilidad por daños, pero usualmente procede un remedio restitutorio por el valor de aquello en que se benefició (TRE § 82). En este caso,

daño) y otro normativo (que se refiere al límite de la responsabilidad por consecuencias mediatas del daño, cuestión que es importante en la exposición del requisito en el TRE § 242). Comparto con Rosenkrantz la idea de que la causalidad es relevante en la responsabilidad estricta y por culpa; sólo que en la primera lo es más, precisamente porque no existe el límite de la culpa. La imprecisión del concepto de causa que se requiere en un sistema generalizado de responsabilidad estricta se muestra en la enorme dificultad que tiene Rosenkrantz para articular la idea de que hay ciertos ‘daños sociales’ o ‘socialmente causados’ que no darían derecho a reparación; queda la duda acerca de los instrumentos que se podrían ofrecer al juez para efectuar en concreto una calificación a partir de supuestos tan vaporosos, a pesar de tratarse de un aspecto por completo crucial del modelo, como es servir de límite a la responsabilidad.

³² El caso aparece referido en Feinberg, Joel: *Rights, Justice and the Bounds of Liberty*, 1980, 230.

sin embargo, el dueño de la cabaña parece carecer de esa acción, porque no obtuvo beneficio que deba restituir. Por eso, tampoco cabe aplicar en principio las reglas aceptadas de enriquecimiento injustificado³³.

Casos nuevos o inusuales han provocado el desafío de desarrollo del derecho privado. En torno a nuevos casos, como el del montañista, los jueces deben crear una nueva regla en las fronteras del derecho de obligaciones, que no tenga el efecto de subvertir un ordenamiento que ha soportado la prueba de miles de otros casos. En el *common law* se ha establecido desde antiguo el ilícito formal de *trespass* que es precisamente un caso de responsabilidad estricta definido por la sola circunstancia de entrometerse en propiedad ajena³⁴; y en la tradición del derecho civil se ha ido desarrollando una acción restitutoria que tiene por antecedente la intrusión en un derecho de otro y que es insensible a todo juicio de valor respecto de la conducta del irruptor³⁵. Por otro lado, aunque se concluya que en este caso extremo de intromisión voluntaria (aunque justificada) es justo que el montañista repare el daño causado a la puerta de la cabaña, de ello no se sigue una regla general de que debamos indemnizar la lesión a cualquier interés económico o moral que causemos a otros en nuestras interacciones cotidianas. Por otro lado, lo más probable en un caso de ese tipo es aceptar una acción restitutoria (por el costo de reponer la puerta) y no una indemnizatoria (que, por ejemplo, se extienda al lucro cesante por no haberse podido arrendar la cabaña durante algunos días).

El caso tampoco muestra que la negligencia no sea fundamento suficiente de la responsabilidad. Precisamente hay casos en que las mejores razones son para que haya lugar a la responsabilidad aun en ausencia de negligencia, por lo que en todos los sistemas jurídicos existen actividades o riesgos que suelen estar sujetos a reglas de responsabilidad estricta. El problema radica en que a diferencia de lo que ocurre con la negligencia, son

³³ Cabe, con todo, una calificación. El estado de necesidad es excusa para hacer un acto de intrusión en un bien de un tercero; pero esta excusa provisional, basada en la necesidad, no excluye que el estado de necesidad pueda dar lugar a responsabilidad si se debe a negligencia el hecho de haberse puesto en esa situación de irrumpir en lo ajeno causando daño. Por consiguiente, el caso en verdad se plantea cuando el excursionista se ha visto expuesto a la situación de necesidad por circunstancias que no sean atribuibles a su propio descuido.

³⁴ Weir, P.: *Tort Law*, 2002, 122, con énfasis en la analogía propietaria que tiene el ilícito de intromisión (*trespass*) en el *common law*.

³⁵ Basozabal, X.: *Enriquecimiento Injustificado por Intromisión en Derecho Ajeno*, 1998, 94; sobre la concurrencia de acciones de responsabilidad y de restitución, donde se corrige el planteamiento del TRE § 60, Barros, E.: “Restitución de Beneficios Obtenidos por Intromisión en Derecho Ajeno, por Incumplimiento Contractual y por Ilícito Extracontractual”, conferencia en Coloquio Jurídico Europeo, Madrid, 2008 (de próxima publicación).

incontables las situaciones en que no es sensato que el mero hecho del daño sea condición suficiente de su reparación; tampoco hay experiencia que muestre la viabilidad de un régimen de responsabilidad de ese tipo³⁶.

El modelo de responsabilidad que propone Rosenkrantz nos haría vivir en un mundo en que a cada paso nos aparecerían acreedores inopinados. La razón para que la responsabilidad por negligencia sea en *todos* los sistemas jurídicos el régimen residual de responsabilidad reside simplemente en su sensatez como regla de razón práctica: es consistente con la justicia correctiva, porque nadie puede usar su libertad de una manera que resulte desconsiderada de los demás; cumple una suficiente función preventiva, porque el debido cuidado atiende al modelo de una persona prudente y razonable, que sopesa debidamente los riesgos de su actividad; finalmente, mirada desde el punto de vista de la vida en sociedad, equilibra adecuadamente los bienes de la libertad y la seguridad.

La responsabilidad civil siempre tiene por antecedente el resultado dañoso (TRE § 1), pero de ello no se sigue un juicio sobre los demás requisitos para imponerla³⁷. Precisamente porque el resultado dañoso no es antecedente suficiente para atribuir responsabilidad, la imposición de una obligación de reparar el daño requiere de ciertas condiciones o requisitos adicionales: en la responsabilidad por culpa, que la conducta resulte contraria a una máxima de cooperación; en la responsabilidad estricta, usualmente, que se materialice un riesgo particularmente intenso, que deba ser calificado por los jueces (como suele ocurrir en el *common law*) o por el legislador y los jueces (como ha ocurrido en las más diversas jurisdicciones del derecho civil).

4. Sin embargo, la responsabilidad estricta suele ser la regla más justa y eficiente

Se puede asumir entonces que toda responsabilidad civil es por resultados. Sólo que la responsabilidad por negligencia agrega un elemento extra, como es la culpa, esto es, 'la disposición hostil o poco colaboradora

³⁶ En Chile conocemos un ejemplo paradigmático del fracaso de establecer un criterio de mera antijuridicidad del resultado para dar lugar a la responsabilidad estricta del Estado. Por muchos años se sostuvo una doctrina de la responsabilidad del Estado, supuestamente de origen constitucional, que se fundaba en la idea de antijuridicidad del daño. En la práctica, sin embargo, siempre se aceptó que la mera circunstancia de que alguien cayera en una vereda o se le impusiera por la Administración una carga ambiental no era suficiente para que el daño fuera indemnizable. La fuerza de la experiencia ha llevado a que la jurisprudencia afirme que la Administración sólo responde por falta de servicio, esto es, por no prestar oportuna y correctamente el servicio que *debe* prestar, que es un estándar análogo a la culpa. La regla contraria produciría un caos distributivo, a menos que fuera calificada de tal manera que la antijuridicidad del daño terminara siendo semejante a la descarga de una responsabilidad por negligencia (TRE § 337).

³⁷ Honoré, T.: *Responsability and Fault*, 2002, 78.

de quien causa el daño’, mientras la responsabilidad estricta se aplica por el solo hecho de acaecer ‘un riesgo especial de daño del tipo que efectivamente ha ocurrido’³⁸.

En definitiva, la culpa sanciona una elección que supone no considerar a los demás en los propios planes de acción (y, por eso, parece ser coherente con el concepto kantiano de acción humana); la responsabilidad estricta se aplica a quienes asumen riesgos excesivos o desarrollan ciertas actividades en que es justo y eficiente que el agente internalice los costos de su emprendimiento³⁹. La diferencia radica en que respecto de cada grupo de casos sujetos a esa responsabilidad estricta se requiere un motivo adicional a la mera causalidad entre la acción y el daño.

A favor del establecimiento de regímenes de responsabilidad estricta se han formulado argumentos económicos y filosóficos. La justificación *filosófica* más fuerte expresa que en ejercicio de nuestra libertad de acción debiéremos hacernos cargo por igual del azar dañoso de nuestros emprendimientos que de los beneficios que se siguen para quienes los realizan⁴⁰. A estos argumentos me he referido en la sección anterior, pero más bien para desechar una regla general de responsabilidad estricta. Sin embargo existen razones de justicia para defender la responsabilidad estricta en diversos tipos de circunstancias (al respecto, TRE §§ 307 s.). A los argumentos filosóficos se agregan otros económicos, que Rosenkrantz enuncia en general en su defensa de la responsabilidad estricta, pero que por conocidos no necesita explicitar (una reseña en TRE § 310).

De hecho, pienso que esos argumentos son muy fuertes en ciertos grupos de casos: respecto de actividades peligrosas (según el argumento pionero de F. de Molina⁴¹); en la responsabilidad del empresario por el hecho del dependiente (materia en que F. Pantaleón, en una dirección opuesta a la de Rosenkrantz, me imputa promover un abandono del principio de la culpa presumida⁴²); en actividades cuya intensidad puede mode-

³⁸ Honoré, T.: *Responsability and Fault*, 2002, 27; es el autor que, en mi opinión, entrega la más convincente explicación de las semejanzas y diferencias entre la responsabilidad por culpa y estricta.

³⁹ *Idem*.

⁴⁰ La idea de un sistema general de responsabilidad estricta se remonta a autores franceses del primer tercio del siglo pasado, que dieron lugar a la *doctrina del riesgo*, cuya tesis fundamental es que quien genera un riesgo en desarrollo de una actividad debe responder de los daños producidos (una referencia crítica en Planiol, M.: *Traité Élémentaire de Droit Civil*, 1926, 292). Es interesante que la doctrina se asocia especialmente a emprendimientos económicos que generan riesgos y no a cualquier actividad humana.

⁴¹ Nota 4, *infra*.

⁴² Pantaleón, F.: “Presentación del Tratado de Responsabilidad Extracontractual de Enrique Barros”, 2006, 217.

larse (atendido que el nivel de actividad y no sólo la prudencia son factores de riesgo⁴³; y en situaciones en que quien es hecho responsable ha tenido bajo su control el resultado (como en productos defectuosos).

Sin embargo, el propio análisis económico de la responsabilidad suele plantear argumentos a favor de la responsabilidad estricta más matizados de los que asume Rosenkrantz. En primer lugar, la responsabilidad por negligencia cumple una función preventiva clarísima al establecer un criterio prudencial de cuidado como condición de la pretensión indemnizatoria. Segundo, las ventajas abstractas que efectivamente pueda tener la responsabilidad estricta, que son reconocidas en el TRE (§§ 308, 310), no consideran las demás circunstancias típicas que justifican preferir en concreto el régimen más apropiado. Tercero, no hay evidencia empírica en torno a los efectos preventivos efectivos de ambos sistemas de responsabilidad; así ocurre, por ejemplo, con la aparente indiferencia preventiva en materia de accidentes del tránsito entre países con estatutos de responsabilidad estricta (Europa, en general) y jurisdicciones donde rigen estatutos de responsabilidad por culpa (como en Chile y en gran parte de América, incluidos los EE.UU.). Cuarto, porque la responsabilidad estricta también debe recurrir a correctivos cercanos a la culpa, al hacerse cargo, por ejemplo, de la relevancia de la intervención de la víctima en la ocurrencia del daño o de la extensión de la reparación de daños subsecuentes⁴⁴.

Finalmente, no deben olvidarse los matices que pueden presentar las condiciones de la responsabilidad civil. La responsabilidad estricta en sentido más puro no admite excusa alguna, ni siquiera la intervención de fuerza mayor. Distinta es la responsabilidad por defectos del producto, y sólo un paso más allá de esta última, la responsabilidad por culpa presumida del agente del daño (*supra* § II). Aunque las excusas son diferentes, en todos los casos a la víctima le basta probar que el daño se debió a la acción ajena. Así, mientras en la responsabilidad estricta en sentido puro sólo se acepta por excusa que el daño ocurrió fuera de la esfera de riesgo cautelado por la regla, en la responsabilidad estricta calificada se admite probar que el daño no se debió al defecto del producto y en la presunción de culpa, el agente actuó con diligencia. En otras palabras, habiendo razones para alterar el régimen general de culpa probada, el derecho privado ha desarrollado alternativas que presentan matices que determinan las excusas admisibles.

⁴³ Shavell, S.: *Economic Analysis of Law*, 2004, 193; tomado en Posner, R.: *El Análisis Económico del Derecho*, 1998 (1992).

⁴⁴ Shavell, S.: *Economic Analysis of Law*, 2004, nota 2, 248.

V. ¿Es razonable una doctrina del derecho privado sin derecho?

El análisis económico del derecho privado ha asumido un enfoque normativo y uno interpretativo. En la primera dimensión se propone un modelo para la creación de reglas de conducta que maximicen el bienestar; en un concepto más comprensivo, se ha dicho que el objetivo es maximizar la riqueza, que se entiende comprensiva de todos los bienes, materiales e inmateriales⁴⁵. El segundo enfoque intenta una radiografía interpretativa del ordenamiento de la responsabilidad civil desde el punto de vista económico; aunque los jueces del *common law* no hayan contado con la mediación del refinado esquema analítico de la doctrina económica, se asume que habrían actuado intuitivamente bajo una racionalidad económica⁴⁶.

El análisis económico normativo se focaliza en la eficiencia de las reglas como incentivos para provocar los efectos sociales deseados, por medio de la interacción en el mercado de sujetos que toman en cuenta esos incentivos en sus decisiones. La responsabilidad civil es un terreno fértil para este método, porque las reglas tendrían la función de provocar un nivel socialmente óptimo de accidentes, en la medida que los costos de evitarlos logren un punto de equilibrio con los costos que supone su ocurrencia.

El enfoque económico es alérgico a otros criterios que la maximización de la riqueza. La antigua relación dialéctica entre libertad y felicidad es definitivamente resuelta en favor de esta última. A lo más, la libertad es subsumida entre los diversos elementos de un concepto amplio de riqueza. Sin embargo, precisamente porque el método económico es neutro ante los fines, carece de instrumentos de comparación. Todo deber pasa a ser necesariamente accidental, porque no está determinado por su propia dignidad, sino por su calidad de instrumento para lograr ciertos bienes⁴⁷.

Las dificultades del análisis económico han sido largamente discutidas, aunque por cierto no con la misma pasión con que ha sido defendido⁴⁸. Su mayor problema es la soberbia, que expresa una insensibilidad ante la realidad, usual entre quienes proclaman un método que supone borrón y

⁴⁵ Posner, R.: *The Problems of Jurisprudence*, 1990, Cap. 12 s.

⁴⁶ Posner, R.: *Economic Analysis of Law*, 1972, 98; William, Landes y Richard Posner: *The Economic Structure of Tort Law*, 1987, 1.

⁴⁷ Un ejemplo muy rudo en este sentido, en Shavell, S.: *Economic Analysis of Law*, 2004, 636; la justicia de una regla de negligencia es tratada como un problema de gusto (*taste*), que puede ser medido como componente de la función de bienestar.

⁴⁸ La crítica conceptualmente más profunda al análisis económico desde la perspectiva de la función que desempeña el derecho privado en la economía y la sociedad, en la tradición que va desde A. Smith hasta Hayek, en el lúcido ensayo de madurez de Mestmäcker, E. J.: *A Legal Theory without Law*, 2007, que inspira la pregunta que encabeza esta sección y muchos de estos comentarios.

cuenta⁴⁹. El efecto es ignorar el capital cultural que significa un ordenamiento diferenciado, que ha sido capaz de adaptarse a los cambios económicos y culturales; y que si se le analiza de acuerdo con sus consecuencias, ha sostenido una sociedad de libertades y de progresivo aumento de la prosperidad.

Por otra parte, el modelo ataca la noción misma de derecho privado, al desplazar la racionalidad desde la libertad de los actores, que despliegan su actividad en un marco de reglas de justicia que atienden a *su* relación obligatoria, hacia la técnica de las regulaciones, que típicamente atiende a fines colectivos y es típico del derecho administrativo⁵⁰. El verdaderamente inteligente es quien diseña los estímulos en la forma de reglas que imponen sanciones o premios, y sólo secundariamente quien racionaliza esos incentivos al momento de decidir su curso de acción. En definitiva, el desafío práctico que plantea el análisis económico normativo es reescribir el derecho a la luz de una *forma de pensar* instrumental.

En la práctica, con ello se resiente el principio de sujeción al derecho, porque todos los actores del sistema legal, incluidos los jueces, son llamados a actuar como reguladores, sin sujeción a una regla de derecho determinada. Es sintomático que los daños ya ocurridos sean para el análisis económico costos hundidos. En consecuencia, la solución óptima no mira hacia atrás, como ocurre con la regla de justicia que atiende a la relación entre la víctima y el autor del daño, sino hacia adelante, ideando la regulación que puede prevenir en un nivel óptimo los accidentes. El enfoque usual del análisis económico hace que el derecho de la responsabilidad devenga en una política pública de prevención de accidentes cuya ejecución queda esencialmente entregada a los jueces⁵¹.

En contraste, la idea de justicia correctiva o conmutativa permite interpretar la práctica social que es el derecho de la responsabilidad en una dimensión típica de derecho privado⁵². Por eso, la regla suele expresar una

⁴⁹ La pretensión expansiva del análisis económico en Tullock, G.: "Imperialismo Económico", 1980, que es el texto de una de las conferencias inaugurales del Centro de Estudios Públicos.

⁵⁰ No debe extrañar que R. Posner, un brillante teórico de derecho y economía, haya descubierto su *alter ego* en H. Kelsen, el teórico del derecho bajo el paradigma de las regulaciones típico del derecho público (TRE § 20).

⁵¹ Una cuestión usualmente ignorada en el análisis económico del derecho es el rol efectivo que le corresponde a la responsabilidad civil como instrumento de prevención y de distribución de riesgos; aunque todo indica que es por completo sobredimensionado (Cane, P.: *Atiyah's Accidents, Compensation and the Law*, 2002, 387).

⁵² Rosenkrantz repara en la crítica del TRE al cálculo de la negligencia que realizó el juez L. Hand (*U.S. v. Carroll Towing*), en cuya virtud se actúa con negligencia si el costo invertido en precaución es inferior al costo de accidentes descontado por la probabilidad de que ocurran. Esta fórmula presenta la dificultad de no considerar debidamente la relación

explicación naturalmente razonable para las partes: ‘usted víctima tiene derecho a ser indemnizada y usted conductor del auto que la atropelló tiene que pagar esa indemnización, porque infringió un deber de cuidado al no observar la preferencia en un paso de cebra’. La diferencia se muestra en que seguramente no le resultaría aceptable al autor del daño que un juez le señale como único o principal argumento ‘usted es condenado a indemnizar para que la sociedad se vea beneficiada con una regla que aumenta el bienestar general’.

La ventaja de la justicia correctiva radica precisamente en que lleva a pensar la responsabilidad civil como una relación de derecho privado, sin consideración, al menos provisional, de otros fines. Pero la idea de justicia correctiva no encierra un programa normativo, sino simplemente pone la atención en la relación entre partes, que obliga a ir tratando de igual manera casos iguales y a introducir matices donde se requiera. Tampoco supone la primacía de la individualidad, como parece inferir Rosenkrantz de cualquier enfoque que no atienda a las consecuencias; por el contrario, el derecho privado es esencialmente relacional, porque, como se ha mostrado, atiende precisamente al vínculo entre quien participa en la gestación del daño y la víctima.

Es efectivo, como afirman los críticos, que la justicia correctiva no permite argumentar la solución correcta para muchas preguntas reales o hipotéticas que plantea la vida de relación. Pero el derecho privado sí lo hace, de modo que la mejor manera de juzgar la justicia de una regla es mirando lo que ocurre en la práctica de adjudicación judicial, donde los casos han puesto a prueba las reglas y han obligado a encontrar soluciones a preguntas que antes no se planteaban del mismo modo. La comprensión del derecho a partir de la idea de justicia correctiva procura entender la lógica normativa que subyace al derecho vigente⁵³. Nos ayuda a descubrir en las propias prácticas sus fundamentos.

En contraste, las teorías económicas acerca del derecho suelen sobrevalorar las capacidades de la razón especulativa para resolver en abstracto preguntas prácticas. En gran parte, porque también son insensibles a la forma cómo las normas rigen nuestro comportamiento efectivo en una

entre el autor del daño y la víctima (TRE § 67). Los costos de prevención aceptables están dados por el valor que el autor del daño atribuye a su actividad, porque de ello depende cuánto está dispuesto a pagar por los accidentes que se produzcan. La relación del autor del daño con la víctima es oscurecida por la ecuación (Coleman, J.: “Tort Law and Tort Theory. Preliminary Reflections on Method”, 2001, 206).

⁵³ Cane, Peter: “Corrective Justice and Correlativity in Private Law”, 1996, 471.

sociedad que tiene instituciones jurídicas asentadas⁵⁴. Por eso, la pretensión de aunar ciencia y técnica tiene límites próximos, incluso en un área del derecho privado particularmente proclive a ser pensada en términos de estímulos eficientes para lograr óptimo de prevención, como es la responsabilidad civil.

Conviene, en general, alertar acerca del recurso desnudo a argumentos filosóficos (utilitaristas o de otro orden) para resolver cuestiones jurídicas concretas. El resultado previsible es una serie interminable de argumentos y contraargumentos, no sólo entre quienes privilegian distintos enfoques filosóficos, sino al interior de una misma manera de pensar (como ocurrió desde temprano en el enfoque económico del derecho, entre quienes sostenían que el modelo regulatorio más eficiente para optimizar los costos de los accidentes era la responsabilidad por negligencia⁵⁵ y quienes sostenían las ventajas de la responsabilidad estricta⁵⁶).

El derecho privado supone un cierto compromiso que contribuye a la concordia y a la comunicación, que se va construyendo sobre una base analógica más que categorial. Reemplazar el saber acumulado por una teoría abstracta, por una especie de esperanto jurídico de base racional, es una de las empresas constructivistas más delirantes que se puedan imaginar. El valor de las instituciones radica en gran parte en que nos evitan precisamente la carga de discernir y justificar cada regla de convivencia⁵⁷.

Un ejemplo doméstico, que plantea Rosenkrantz, muestra cómo funcionan en la práctica las instituciones. Si marido y mujer disienten en sus preferencias y él quisiera ir siempre al cine y ella al teatro, lo usual será que haya un período largo de tensiones y de negociaciones, explícitas o implícitas (bajo el supuesto de que cada cual respeta la autonomía y el interés del otro). A la larga tenderá a haber una forma de convivencia en que los intereses de unos y de otros estarán incorporados en una práctica justa, en la medida que cada cual pueda entenderla como respetuosa de los intereses de ambos, y eficiente, porque permite razonablemente que cada cual obtenga sus fines en un espíritu de colaboración. Ocurrirá que surgen argumentos o nuevos puntos de vista para modificar la práctica, pero entretanto la

⁵⁴ Eidenmüller, H.: *Der homo oeconomicus und das Schuldrecht: Herausforderung durch Behavioural Law and Economics*, 2005, 216, con la conclusión de que el análisis de la conducta efectiva de quienes estamos sujetos a instituciones obliga a mediatizar el análisis puramente instrumental o, alternativamente, incorporar en el cálculo económico la forma efectiva de actuación del derecho, según los criterios de la economía conductual (224).

⁵⁵ Posner, R.: "A Theory of Negligence", 1972, 29 (31).

⁵⁶ Como Calabresi, G.: *The Costs of Accidents (A Legal and Economic Analysis)*, 1970.

⁵⁷ Gehlen, A.: "El Hombre y las Instituciones", 1973 [1961], 94.

práctica contribuye a la convivencia armónica. En contraste, si no logran desarrollar una práctica aceptable, es probable que en esa pequeña comunidad no reine la concordia.

Aún mayor es la probabilidad de que el resultado considere todos los intereses en juego, si la práctica incluye la actuación de jueces, que miran con la distancia que exige la justicia la posición de cada parte. El derecho privado contiene compromisos entre el interés del acreedor y del deudor, del comerciante y del consumidor, de quien causa un daño en relación con la víctima. Por eso, es razonable buscar la justificación al interior de la práctica, aunque ello signifique luego ponerla en discusión, en vez de seguir el camino inverso que ignora la sabiduría acumulada que proporciona esa práctica⁵⁸.

El resultado de una doctrina prescriptiva, que se limite a señalar cómo debe ser pensado el derecho, amenaza derivar en un vulgarismo subjetivista, como el que se vivió en etapas tardías del derecho romano y, en general, en épocas de decadencia del derecho. La experiencia muestra la dificultad de obtener acuerdo acerca del criterio prescriptivo que debiere dirigir la búsqueda de la norma correcta en cada caso⁵⁹; y aunque el acuerdo fuere encontrado, es probable el disenso acerca de la mejor regla que se sigue de ese principio normativo. Por eso, una doctrina jurídica de la responsabilidad civil requiere de un formalismo metodológico, que asegure la autonomía necesaria respecto de otros fines, para concentrarse en mirar a las partes como sujetos de una relación que es propiamente de derecho privado⁶⁰.

En la autolimitación del juez y del experto en derecho que no actúan en un espacio intelectual libre de restricciones radica el secreto del derecho privado como ordenamiento casi invisible de la sociedad civil. Por lo mismo, los dramáticos cambios de paradigma, como los soñados en los setenta

⁵⁸ Coleman, J.: "Tort Law and Tort Theory. Preliminary Reflections on Method", 2001, 196.

⁵⁹ Una magnífica relación de las teorías interpretativas y prescriptivas sobre el derecho de la responsabilidad en Goldberg, J. C. P.: "Twentieth Century Tort Theory", 2007, 514. El autor distingue, además de lo que denomina el enfoque tradicional, teorías de la compensación-intimidación, de la responsabilidad de la empresa, económica preventiva, de la justicia social contractualista, libertarias, de la reciprocidad y de la justicia correctiva (con referencias bibliográficas). Ante tantos enfoques teóricos diferentes, el autor termina señalando que 'lo que necesitamos y no encontramos en las teorías de la responsabilidad (*torts*) del siglo veinte es una teoría que esté realmente fundada en el derecho de la responsabilidad civil; una que haga tanto sentido como el que resulta de las prácticas y principios del derecho de la responsabilidad como lo encontramos' (581).

⁶⁰ Éste es el punto central desarrollado, en su reseña del TRE, por Atria, Fernando: "La Relevancia del Derecho Civil (A Propósito de Barros, *Tratado de Responsabilidad Extracontractual*)", 2006, 219, donde desarrolla una justificación del formalismo en el método jurídico iusprivatista.

desde la perspectiva del análisis económico y de los estudios críticos del derecho, son inusuales en el derecho. Podría afirmarse, como suelen predicar los apóstoles del análisis económico del derecho, que el juez debiere despreciar el derecho establecido y siempre fallar *ex nihilo* lo que es útil (o lo que es justo). Pero ese sería un sistema jurídico que desconocemos, donde los jueces no están obligados por el *derecho* sino precisamente por una *forma de pensar*.

Por otro lado, la idea de justicia establece orientaciones, pero es también muy abstracta para conducir sin más a una regla. Su función es más extensa como orientación para *comprender* la lógica interna del ordenamiento civil, que como directiva para *resolver* casos concretos. En este último sentido, la justicia actúa esencialmente como límite a lo injusto. De ello se sigue que en muchos casos puede resultar justa más de una solución. De ahí que cumplidos los requerimientos básicos de justicia correctiva, resulta evidente que el derecho atienda a otros fines prácticos. Por eso, hay espacio para que otros bienes puedan ser satisfechos mediante el ordenamiento civil; así ocurre con los efectos preventivos y distributivos, que en ciertas circunstancias pueden hacer preferible la responsabilidad estricta.

Por eso, el derecho de la responsabilidad civil incluye consideraciones típicamente pragmáticas. La culpa se define desde antiguo en relación al estándar de la persona prudente y razonable, que tiene un cierto grado de aversión al riesgo. Y en la medición del riesgo influyen necesariamente factores cuantitativos, como son la intensidad del daño que puede acaecer, la probabilidad de que ocurra, los beneficios recíprocos que la actividad produce para la comunidad y los costos de prevención. Con las reservas antes referidas acerca de los límites entre responsabilidad jurídica y moral, la propia culpa puede ser construida con ayuda de una especie de aritmética de la prudencia. En el fondo, el enfoque económico moderno ha replanteado con mayor rigor analítico prácticas argumentales que tienen antiguos ancestros en la cultura jurídica.

Ya el derecho romano distinguió, por ejemplo, entre la tenencia de animales bravíos, que no producen beneficio para el cultivo o cuidado de un predio, y animales útiles a esos fines. El Código Civil chileno reconoce esta diferencia, estableciendo una responsabilidad estricta por los daños causados por los primeros y una responsabilidad por negligencia presumida respecto de los segundos (artículos 2326 y 2327). Es obvia la explicación económica de la regla, porque la razón entre la utilidad y el riesgo es diferente en uno y otro caso, lo que hace socialmente eficientes ambas normas⁶¹. Y

⁶¹ Por cierto que estas reglas también pueden ser explicadas a la luz de principios de justicia correctiva, en la medida que, sin consideración a otras razones, se puede asumir que debe ser reparado el daño que resulta de someter a los demás a un riesgo excesivo.

por cierto que la regla también pasa la prueba de la justicia correctiva, como ya se mostró por la escolástica española.

A pesar de estas razonables consideraciones pragmáticas, conviene tener presente que un sistema de derecho privado autónomo respecto de otros fines, en un nivel más general, cumple una función que incrementa el bienestar. Existe una tradición económica, que nace con Adam Smith y que pasa por Hayek, en que se reconoce al derecho privado una función autónoma como condición para que pueda funcionar debidamente una economía y una sociedad basadas en la cooperación espontánea. El enfoque propuesto en esa tradición es precisamente mirar el derecho a la luz de la idea de justicia correctiva. En otras palabras, hay también razones para pensar que un ordenamiento de ese tipo es más eficiente, considerado en su conjunto, que una suma de prescripciones oportunistas que carecen de racionalidad intrínseca⁶².

En suma, toda solución propiamente jurídica debe pasar la prueba de la justicia correctiva, porque simplemente no es correcto imponer responsabilidad por daño a una persona si no hay una justificación de derecho privado para que esta última sea hecha responsable frente a la víctima. Por eso, aunque sea socialmente útil por razones de amedrentamiento atribuir la responsabilidad de un accidente ambiental a una cierta empresa, no resulta aceptable hacerlo si el daño no es consecuencia de su actividad. Y algo semejante vale para los daños punitivos, si son concebidos como intimidación hacia el futuro, pero que no se justifican en la relación entre el autor del daño y la víctima (TRE § 198).

La justicia correctiva tiene la ventaja de hacer inteligibles los conceptos básicos de la responsabilidad civil. Ante todo, plantea la pregunta por la correlatividad entre el autor del daño y la víctima, que es constitutiva de la relación civil de responsabilidad. Enseguida, alude a la idea de equidad en un doble sentido: atiende a las diferencias entre grupos de casos (lo que explica la diferenciación alcanzada por los criterios de atribución de responsabilidad); y llama a vincular la idea de responsabilidad con otros principios e instituciones sociales básicas⁶³.

⁶² Éste es el aporte más significativo de F. von Hayek a la teoría del derecho (especialmente en *Derecho, Legislación y Libertad*, Vol. I, *Normas y Orden*, 1978 [1973]; una crítica al concepto instrumental de derecho por disfuncional al mercado, siguiendo a F. von Hayek, en Mestmäcker, E. J.: *Legal Theory without Law*, 2007. Algunas ideas críticas acerca de la funcionalidad económica de un concepto puramente instrumental del derecho privado en TRE § 20.

⁶³ Coleman, J.: "Tort Law and Tort Theory. Preliminary Reflections on Method", 2001, 183.

Precisamente si se atiende a la lógica interna de la práctica de adjudicación judicial chilena y comparada, las preguntas del derecho de la responsabilidad civil no pueden ser enfrentadas con un modelo de una arquitectura de perfecta claridad. Simplemente ocurre que el derecho privado no responde a un designio, como al que adhiere Rosenkrantz. Si bien el ordenamiento de la responsabilidad civil se apoya en el principio de la libertad personal, ésta se encuentra objetivada por un concepto general de diligencia; y si bien la justicia correctiva es un límite a la atribución de responsabilidad, deja espacio abierto para otras consideraciones. Por lo mismo, la práctica no satisface una exigencia demasiado fuerte de integridad⁶⁴.

Los desafíos llevados al límite, como lo hace provocativamente Rosenkrantz, tienen la virtud de forzar a hacer explícitos algunos supuestos que con frecuencia se mantienen latentes. Es lo que bajo su estímulo he intentado hacer en estas notas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alexy, R.: *Theorie der juristischen Argumentation*. Frankfurt/M: Suhrkamp, 1978.
- Atria, Fernando: La Relevancia del Derecho Civil (A Propósito de Barros, *Tratado de Responsabilidad Extracontractual*). En *Revista de Estudios de la Justicia*, 8 (2006).
- Barros, E.: “Lo Público y lo Privado en el Derecho”. En *Estudios Públicos*, 81 (2001).
- *Tratado de Responsabilidad Extracontractual*. Santiago: Editorial Jurídica de Chile, 2006.
- “Restitución de Beneficios Obtenidos por Intromisión en Derecho Ajeno, por Incumplimiento Contractual y por Ilícito Extracontractual”. Conferencia en Coloquio Jurídico Europeo, Madrid, 2008 (de próxima publicación).
- Basozabal, X.: *Enriquecimiento Injustificado por Intromisión en Derecho Ajeno*. Madrid: Civitas, 1998.
- Calabresi, G.: *The Costs of Accidents (A Legal and Economic Analysis)*. New Haven: Yale University Press, 1970.
- Cane, P.: *The Anatomy of Tort Law*. Oxford: Hart, 1997.
- *Mens rea in Tort Law*. En *Oxford Journal of Legal Studies*, 2000.
- *Atiyah's Accidents, Compensation and the Law*. Edimburg: Butterworths, 2002.
- “Corrective Justice and Correlativity in Private Law”. En *Oxford Journal of Legal Studies*, Vol. 16 N° 3 (1996).
- Carbonnier, J.: *Droit Civil*. T. II. Paris: Quadriga/PUF, 2004.
- Coleman, J.: *Risks and Wrongs*. Cambridge: Cambridge University Press, 1992.

⁶⁴ Cane, P.: *The Anatomy of Tort Law*, 1997, nota 10, 208.

- “Tort Law and Tort Theory. Preliminary Reflections on Method”. En G. Postema (ed.), *Philosophy and the Law of Torts*. Cambridge: Cambridge University Press, 2001.
- Eidenmüller, H.: *Der homo oeconomicus und das Schuldrecht: Herausforderung durch Behavioural Law and Economics*. Juristenzeitung, 2005.
- Epstein, R.: *Torts*. New York: Aspen, 1999.
- “A Theory of Strict Liability”. En *Journal of Legal Studies*, 2 (1973).
- Epstein, R.: “A Clear View of the Cathedral: The Dominance of Property Rules”. En *Yale Law Journal* (1997).
- Feinberg, Joel: *Rights, Justice and the Bounds of Liberty*. Princeton: Princeton University Press, 1980.
- Gadamer, H. G.: *Wahrheit und Methode*. Tübingen: Mohr, 2ª edición, 1965.
- Gehlen, A.: “El Hombre y las Instituciones”. En *Ensayos de Antropología Filosófica*. Santiago: C. Cienfuegos, 1973 [1961].
- Goldberg, J. C. P.: “Twentieth Century Tort Theory”. En *Georgetown Law Review*, 91 (2007).
- Gordley, J.: *Foundations of Private Law. Property, Tort, Contract, Unjust Enrichment*. Oxford: Oxford University Press, 2006.
- Hart, H. L. A.: *The Concept of Law*. Oxford: Oxford University Press, 1961.
- Honoré, T.: *Responsability and Fault*. Oxford: Hart, 2002.
- Kaufmann, Art.: “Über den Zirkelschluss in der Rechtsfindung”. En Art. Kaufmann, *Beiträge zur juristischen Hermeneutik*. Köln: Carl Heymanns, 1984 [1973].
- Kelsen, V.: *Teoría Pura del Derecho. Introducción a la Ciencia del Derecho*. Traducción de M. Nilve de la edición francesa. Buenos Aires: Eudeba, 1960.
- Landes, W. y R. Posner: *The Economic Structure of Tort Law*. Cambridge (Mass.): Harvard University Press, 1987.
- Larenz, Karl y Wilhelm Canaris: *Methodenlehre der Rechtswissenschaft*. Berlin: Springer, 1995, 3ª edición.
- Levmore, S.: “Rethinking Comparative Law: Variety and Uniformity in Ancient and Modern Law”. En *Tulane Law Review*, 61 (1986).
- Mestmäcker, E. J.: *A Legal Theory without Law*. Tübingen: Mohr, 2007.
- Pantaleón, F.: “Presentación del Tratado de Responsabilidad Extracontractual de Enrique Barros”. En *Revista de Estudios de la Justicia*, 8 (2006).
- Planiol, M.: *Traité Élémentaire de Droit Civil*. T. II. Paris: LGDJ, 1926.
- Posner, R.: *Economic Analysis of Law*. Boston, 1972, 1ª edición.
- “A Theory of Negligence”. En *Journal for Legal Studies*, 1 (1972).
- *The Problems of Jurisprudence*. Cambridge (Mass.): Harvard University Press, 1990.
- *El Análisis Económico del Derecho*. Traducción E. Suárez. México: Fondo de Cultura Económica, 1998 [1992].
- Shavell, S.: *Foundations of Economic Analysis of Law*. Cambridge (Mass.): Belnack/ Harvard University Press, 2004.
- Tullock, G.: “Imperialismo Económico”. En *Estudios Públicos*, 1 (1980).

Von Hayek, F.: *Derecho, Legislación y Libertad*, Vol. I, *Normas y Orden*. Madrid: Unión, 1978 [1973].

Weinrib, E.: *The Idea of Private Law*. Cambridge (Mass.): Harvard University Press, 1995.

Weir, P.: *Tort Law*. Oxford: Clarendon, 2002.

Palabras clave: derecho civil; responsabilidad extracontractual; responsabilidad estricta; responsabilidad por culpa; análisis económico del derecho; dogmática jurídica; filosofía del derecho. □