

Regulación medioambiental, globalización e innovación: integración de las políticas industriales, medioambientales y comerciales

Este trabajo analiza las relaciones entre la regulación industrial y medioambiental, y la innovación y el desarrollo sostenible en el contexto de una economía global. Se sostiene que la política industrial, la política medioambiental y las iniciativas comerciales deben estar integradas y actuar conjuntamente, además se hace especial hincapié en la promoción de la innovación tecnológica. De esta forma una regulación nacional consolidada puede ser el estímulo para la innovación tecnológica, organizativa, institucional y social, y ello va a suponer ventajas comerciales para las empresas precursoras que cumplen el reglamento de forma innovadora pudiendo convertirse en empresas líderes y desplazando a otras empresas que ofrecen productos no óptimos.

Lan honetan industria- eta ingurumen-erregulazioaren, eta berrikuntzaren eta garapen iraunkorraren arteko harremanak aztertzen dira, betiere ekonomia globalaren testuinguruan. Bertan aipatzen da industria-politika, ingurumen-politika eta merkataritza-ekimenak integratuta egon behar direla, eta elkarrekin jardun. Gainera, bereziki azpimarratu nahi izan da berrikuntza teknologiaren sustapena. Horrela, erregulazio nazional sendotua suspergarria izan daiteke teknologia, antolakuntza, erakunde eta gizarte alorretako berrikuntzarako, eta horrek merkataritza-abantailak eragingo ditu araudia modu berritzailean betetzen duten enpresa aitzindarientzat, enpresa lider bihurtu ahal izango direla, optimoak ez diren produktuak eskaintzen dituzten beste enpresa batzuk ordezkatzuz.

This paper analyses the relationship between industrial and environmental regulation and sustainable development in the context of a global economy. It is argued that industrial policy, environment policy and commercial initiatives should be integrated and should act jointly. Particular emphasis is also placed on the promotion of technological innovation. Consolidated national regulations can thus act as a stimulus for technological, organisational and social innovation, which would entail commercial advantages for those pioneering firms that are the first to come into line with regulations, enabling them to become leaders and displace rivals that offer sub-optimal products

ÍNDICE

1. Introducción
2. La innovación es la clave para conseguir mejoras en la competitividad y el medio ambiente
3. La regulación puede favorecer una innovación beneficiosa para la economía y el medio ambiente
4. El comercio puede beneficiar o perjudicar al medio ambiente y al empleo en función de la estrategia elegida
5. Alternativas de intervención gubernamental
6. Integración de las políticas industriales, medioambientales y comerciales
7. Conclusión

Referencias bibliográficas

Palabras clave: regulación medioambiental, políticas industriales, políticas medioambientales.

Keywords: Environmental rule, industrial policies, environmental policies.

N.º de clasificación JEL: O31, O32, Q55, Q56.

1. INTRODUCCIÓN

El presente ensayo ahonda en la compleja relación entre la regulación medioambiental, la innovación y el desarrollo sostenible en el contexto de una economía cada vez más globalizada. En él se sostiene que la política industrial, la política medioambiental y las iniciativas comerciales deben estar integradas y actuar

conjuntamente, y se hace especial hincapié en la promoción de la innovación tecnológica, si el comercio y la globalización no debilitan los progresos en pos de un desarrollo sostenible.

La regulación sobre salud, seguridad y medio ambiente —englobadas aquí bajo la expresión «regulación medioambiental»— aborda los fracasos del libre mercado a la hora de asimilar muchos de los costes sociales de una economía industrializada o industrializadora exigiendo la adopción de medidas para proteger el medio ambiente, a los trabajadores, a los consumidores y a los ciudadanos. Muchas empre-

* Este artículo se basa en gran medida en Nicholas A. Ashford y Ralph P. Hall (2011), *Technology, Globalization and Sustainable Development*, Yale University Press, y en un artículo basado en dicho libro disponible en <http://www.mdpi.com/about/openaccess/>.

sas industriales critican y se oponen a este tipo de regulaciones¹ y sostienen que dichas medidas obligan a veces a realizar inversiones «no productivas» e innecesarias que podrían destinarse más eficazmente a desarrollar mejores productos y servicios y a ampliar mercados. Además, una de las quejas de las empresas comerciales de los países industrializados apunta a que dichas medidas no son necesarias en países en proceso de industrialización ya que gozan de la ventaja competitiva del parasitismo sobre el medio ambiente y las condiciones de trabajo². En los trabajos de Michael Porter y Claas van den Linde (1995a y b), Martin Jaenicke y Klaus Jacob (2004), Jens Hemmelskamp *et al.* (2000), y Ashford (1979; 1985; 2000), entre otros, puede encontrarse una visión más moderna sobre los efectos de la regulación en la economía que da lugar a una ventaja competitiva resultante de la innovación motivada por la regulación. Todos ellos sostienen que hay ventajas propias de las empresas —y naciones— precursoras que cumplen la regulación de forma innovadora, convirtiéndose en pioneras de mercados líderes y, en algunos casos, desplazando a empresas, procesos y productos no óptimos.

En efecto, la globalización ha modificado el panorama económico. Conecta las economías nacionales bajo nuevas formas y desnacionaliza el acceso a la información, la tecnología, el conocimiento, los mercados y el capital financiero. También ha abierto dos caminos diferentes en los que

un sector o economía nacional puede competir en mercados internacionales.

- 1) produciendo tecnología de mejor calidad y más innovadora que puede ser utilizada o no en primer lugar en nichos de mercado (Kemp, 1994, 1997) y
- (2) adoptando medidas de recorte de costes que involucran a mayores economías de escala suprimiendo mano de obra y haciendo caso omiso de los peligros para la salud, la seguridad y el medio ambiente (véase Charles y Lehner, 1998).

Aunque algunos han defendido que la globalización también aumenta la demanda de más medidas protectoras en materia de medio ambiente y trabajo en todo el mundo (Vogel, 1995; Bhagwati, 1997), otros han llamado la atención sobre una «carrera hacia mínimos» y una creciente tendencia a comercializar las externalidades propias del medio ambiente (y la mano de obra) (Ekins *et al.*, 1994).

El autor y sus colegas sostienen desde hace mucho tiempo, a partir de las pruebas empíricas de la innovación inducida por la regulación en un contexto nacional, que los avances significativos, más que marginales y medioambientales, exigen desplazar a las empresas establecidas y sus tecnologías (Ashford *et al.*, 1979 y 1985). Este artículo analiza esta argumentación en la esfera del desarrollo sostenible donde las naciones actúan en una economía globalizada que no solo pone en duda el logro de las mejoras medioambientales sino también la satisfacción de las demandas de crecimiento económico y empleo. Los cambios en el sistema son necesarios para lograr un desarrollo sostenible y requieren realinear de manera radical a los actores económicos, las instituciones gubernamentales y la demanda social.

¹ Aquí, la expresión «empresas industriales» se refiere ampliamente a todas aquellas dedicadas a la extracción de recursos materiales y energéticos, la fabricación, el transporte, la agricultura y los servicios.

² El autor sostiene en otros artículos que los tres pilares del desarrollo sostenible son la competitividad, el medio ambiente y el empleo. Véase Ashford (2000).

En un libro que actualmente está en imprenta (Ashford y Hall, 2011), se analizan con mayor profundidad las políticas necesarias para transformar el estado industrial.

Por tanto, observamos que no solo hay dos impulsores del crecimiento económico, la tecnología y el comercio, sino que el propio comercio puede tomar dos direcciones diametralmente opuestas, una competencia impulsada por la innovación y una competencia tradicional por el recorte de costes (Charles y Lehner, 1998).

La regulación sobre salud, seguridad y medio ambiente es la vía por la que se obliga al desarrollo industrial a ser más sostenible. Sin embargo la ausencia de unos sólidos regímenes reguladores internacionales modifica el equilibrio entre la industrialización y el medio ambiente. Este artículo sostiene que una regulación nacional consolidada puede servir de estímulo para la innovación tecnológica, organizativa, institucional y social, lo cual conlleva ventajas comerciales que superan las ganancias a más corto plazo derivadas del recorte de costes y de la expansión comercial que, de otro modo, debilitarían la protección medioambiental. Todo esto puede también proporcionar una mayor calidad medioambiental. Sin embargo, se necesita algo más que la ecologización de la industria. Hace falta una destrucción creativa, según la visión de Schumpeter (Schumpeter, 1939, 1962).

2. LA INNOVACIÓN ES LA CLAVE PARA CONSEGUIR MEJORAS EN LA COMPETITIVIDAD Y EL MEDIO AMBIENTE

El cambio tecnológico es una expresión general e imprecisa que abarca la invención, la innovación, la difusión y la transferencia

de tecnología. La innovación tecnológica es la primera aplicación comercialmente próspera de una nueva idea técnica. Debe distinguirse de la invención, que consiste en el desarrollo de una nueva idea técnica, y de la difusión, que es la posterior adopción generalizada de una innovación más allá de aquéllos que la han desarrollado³.

A medida que las sociedades industriales maduran, cambian el carácter y los modelos de la innovación (Abernathy y Clark, 1985; Utterback, 1987). Las nuevas tecnologías pasan a ser tecnologías antiguas. Muchas líneas de producto (p. ej., las lavadoras o las baterías de plomo) se estandarizan o son cada vez más rígidas y la innovación se hace más difícil e incremental en lugar de ser radical.

Utilizando el lenguaje con el que están familiarizados tradicionalmente los expertos en innovación, la innovación incremental implica un proceso coevolutivo y paso a paso del cambio, mientras que las innovaciones radicales son discontinuas y probablemente implican el reemplazo de empresas e instituciones dominantes en lugar de una transformación evolutiva (Moors, 2000; Luiten, 2001; Ashford et al., 2002; Partidario, 2003). Christensen (1997) distingue la primera como una innovación sustentadora y la segunda como una innovación rupturista (*disruptive innovation*) más que radical. Este sostiene que tanto la innovación sustentadora como la innovación disruptiva pueden ser incrementales, moderadas o radicales. Lamentable-

³ Sin embargo, a veces resulta difícil distinguir entre innovación y difusión porque las innovaciones casi nunca pueden ser adoptadas por nuevos usuarios sin aplicarse antes algunas modificaciones. Cuando se aplican numerosas modificaciones, es decir, cuando la adopción requiere una importante adaptación, el resultado puede ser una nueva innovación (Ashford y Heaton, 1983).

mente, el término radical se emplea en la literatura con estos dos significados diferentes y suele ser motivo de confusiones.

Pero también hace falta aclarar otro asunto: ¿sustentadora o rupturista de qué? Christensen emplea el adjetivo rupturista (*disruptive*) en el contexto de una clientela que valora ciertos atributos de un producto y cuyos cambios de preferencias pueden modificar los mercados aplicándose variantes tecnológicas a los productos. El contexto en el que empleamos el término pertenece al producto —y también a otros cambios tecnológicos o de sistema— desde una perspectiva tecnológica así como desde la perspectiva de las preferencias de atributos de los clientes. A este respecto, empleamos el término *disruptive* más en la línea en la que Chris Freeman (1982) utiliza el término radical o de la idea de Nelson y Winter (1977) sobre el cambio de regímenes tecnológicos (véase más adelante). Nos guiamos por la opinión de Christensen acerca de que el término «radical» debe reservarse para describir el ritmo del cambio más que el tipo, así que por lo general evitaremos utilizar dicho término como sinónimo de *disruptive*. Pero hace falta algo más. Desde una perspectiva tecnológica, las innovaciones rupturistas (*disruptive innovations*) pueden ser intrínsecas o arquitectónicas. Las primeras constituyen una manera muy diferente de lograr la funcionalidad, como el transistor que sustituye al tubo de vacío, y las segundas pueden combinar ideas tecnológicas en un nuevo producto, como el motor híbrido de combustión interna y eléctrico. Christensen *et al.* (1998) hacen hincapié en estas últimas y se centran en la tecnología de producto. Utterback y Akee (2005, pp. 15-16) observan que «las innovaciones que amplían el mercado crean un nuevo espacio para que las

empresas comiencen a operar» y «la verdadera importancia de la tecnología rupturista (*disruptive technology*) ... no reside en que pueda sustituir a productos consolidados. Es, más bien, una potente herramienta para ampliar mercados y proporcionar nuevas funcionalidades». El problema de limitar el análisis a los factores determinantes del cambio tecnológico presentes en el mercado reside en que se omite el hecho de que los mercados pueden no responder adecuadamente ante asuntos relativos a la sostenibilidad. Por ejemplo, los consumidores pueden estar muy preocupados por la seguridad de los productos pero probablemente se preocuparán menos por la seguridad del proceso de fabricación que afecta a los trabajadores que realizan dicho producto. Hace falta algo más que adaptar las capacidades tecnológicas de las empresas a las actuales demandas sociales. Nuestra investigación establecerá una distinción entre la innovación sustentadora y la innovación rupturista (*disruptive innovation*) en un contexto tecnológico y social más amplio.

Las líneas de productos/sectores bien desarrollados y que se han estandarizado experimentan mayoritariamente una innovación incremental. Aquí, los cambios se centran en métodos de producción que recortan costes —como el aumento en la escala de producción, la sustitución de mano de obra por tecnología y un mayor control sobre los trabajadores— en lugar de aplicar cambios importantes en los productos. La innovación en los procesos disminuye paulatinamente a medida que se estandarizan los procesos de fabricación o producción. El término hace referencia a una línea de producto concreta que se define por tener ciertos límites en el progreso tecnológico y por trayectorias donde el progreso es posible y merece la pena (Nelson y Winter, 1977).

No obstante, a veces, las tecnologías dominantes (como el tubo de vacío y la calculadora mecánica) son cuestionadas y sustituidas repentinamente por innovaciones rupturistas significativas (como el transistor y la calculadora electrónica) pero esto es relativamente poco frecuente, aunque muy importante (Kemp, 1994; Christensen, 1997). Expondremos que las innovaciones rupturistas (*disruptive innovations*) son quizá lo que hace falta para lograr la sostenibilidad. A medida que maduran las economías industriales, la innovación en muchos sectores puede ser cada vez más difícil y gradual y las políticas reguladoras y estatales se ven cada vez más influidas, si no absorbidas, por los proveedores de la tecnología o régimen tecnológico dominante que cada vez se resisten más al cambio. Pero, de vez en cuando, los sectores tradicionales pueden revitalizarse, como es el caso del sector textil del algodón⁴.

Otros sectores, particularmente los que se basan en tecnologías emergentes, pueden experimentar una mayor innovación. El potencial económico global de innovación en la sanidad y el empleo de una nación en su conjunto es la suma de estas tendencias divergentes y depende cada vez más del comercio internacional. Tanto si las naciones tratan de aumentar los ingresos basados en la competencia en rendimiento tecnológico como si dependen de estrategias de recorte de costes, ambas situaciones pueden tener un enorme impacto en el em-

pleo y en el medio ambiente. Tal y como se detallará más adelante, una regulación sobre salud, seguridad y medio ambiente bien estructurada y las nuevas demandas sociales también pueden impulsar importantes cambios tecnológicos que, de otro modo, no se producirían en la época en cuestión (Ashford *et al.*, 1985).

2.1. Caracterización de la innovación tecnológica: fuerza motivadora, tipo y carácter

La innovación tecnológica puede caracterizarse por su fuerza motivadora, y su tipo y carácter. La fuerza motivadora que hay detrás del cambio tecnológico puede ser el resultado de las principales actividades empresariales de una industria o puede evolucionar a raíz de los esfuerzos realizados por dicha industria para cumplir las normas o responder a las presiones en materia de salud, seguridad o medio ambiente (Ashford *et al.*, 1979). La regulación, los indicadores del mercado y las demandas anticipadas de los trabajadores o consumidores pueden afectar a cualquier característica de la innovación. Existen múltiples ejemplos que demuestran que el impulsor más importante del cambio tecnológico que identifican los directivos de las empresas es la legislación medioambiental y su aplicación (Ashford y Hall, 2011).

Por lo que respecta al tipo de innovación, hay que tener en cuenta cuatro niveles diferentes de cambio tecnológico: 1) cambios en productos, 2) cambios en procesos, 3) paso de productos a servicios-producto, y 4) cambios en el sistema de mayor alcance. El último nivel de cambio no solo incluye innovación tecnológica sino también los efectos en el empleo, la

⁴ Bajo la amenaza económica de unos estándares más estrictos para proteger a los trabajadores frente a la exposición al polvo de algodón, la empresa textil líder en EE.UU. decidió rediseñar y modernizar su tecnología para reducir la exposición de los trabajadores al polvo de algodón y al ruido y para mejorar el rendimiento de la producción. Destaca como uno de los pocos ejemplos en los que la industria se reinventa y se reemplaza a sí misma.

organización de la empresa y las demandas sociales. La innovación puede estar orientada al producto, lo que implica cambios en el diseño del servicio o producto finales. Puede ampliarse e incluir cambios a servicios-producto, en cuyo caso la empresa prevé ofrecer al cliente el servicio o ventaja deseados, bajo nuevas formas creativas, con el objetivo de reducir recursos, el uso de energía y la contaminación. Un ejemplo es la venta de servicios de fotocopiado a los clientes, que consiste en que la empresa fotocopidora es propietaria de la máquina y se encarga de todo el servicio y mantenimiento de la máquina durante su uso en lugar de vender fotocopadoras. La innovación tecnológica también puede estar orientada al proceso, de tal manera que se produce como parte del proceso de producción de un producto o del suministro de un servicio.

Los cambios en el sistema son los cambios tecnológicos más profundos y de mayor alcance. Superan los límites de la empresa e implican a muchos actores, como los proveedores, las empresas competidoras y colaboradoras, y las nuevas empresas en la actividad económica, las autoridades estatales y la sociedad civil. Consisten en reconceptualizar o reordenar todas las cadenas de producción y las redes de actores, por ejemplo, pasando de una agricultura industrial no local a sistemas de alimentos orgánicos cultivados localmente, o alterando simultáneamente los regímenes de producción, empleo, distribución y transporte para transportar a personas y mercancías de manera más eficiente, empleando menos energía y reduciendo la contaminación. Otro ejemplo interesante es un cambio en el sistema que implique la fusión de la construcción de viviendas in situ con los módulos de vivienda hechos en fá-

brica para generar menos residuos, trabajar con mayor seguridad, subir los salarios y construir de manera más rápida y rentable (Ashford *et al.*, 2002).

En el contexto del cambio de productos, el carácter de la innovación tecnológica puede evaluarse conforme a si sirve para mantener o interrumpir las líneas de producto consolidadas o las redes de valores de los clientes cuyas demandas están bien definidas (Christensen, 1997). El concepto «red de valores» de Christensen es «el contexto en el que una empresa identifica y responde a las necesidades de los clientes, resuelve problemas, realiza inversiones, reacciona ante la competencia y procura generar beneficios». Siguiendo la teoría de Christensen, las innovaciones sustentadoras se producen cuando las empresas consolidadas innovan para seguir satisfaciendo las necesidades de los consumidores actuales con productos optimizados y manteniendo la trayectoria tecnológica anterior pero ampliándola. Las innovaciones rupturistas (*disruptive innovations*) proporcionan a clientes diferentes, y que quizá aún no están bien definidos, atributos de productos diferentes de los que hay en las redes de consumidores-productores consolidados⁵. La distinción entre innovación sustentadora e innovación rupturista (*disruptive innovation*) también puede basarse en el carácter tecnológico del cambio, una distinción que propicia los incentivos centrados no solo en cambios en productos (que pueden ser los principales impulsores de la innovación según el tirón del mercado) sino también en cambios que implican mejoras en los pro-

⁵ En este caso, la creación de nuevos productos no es una tendencia basada en tendencias anteriores de avance tecnológico sino que se produce en una trayectoria completamente nueva, surgiendo a menudo un nuevo mercado.

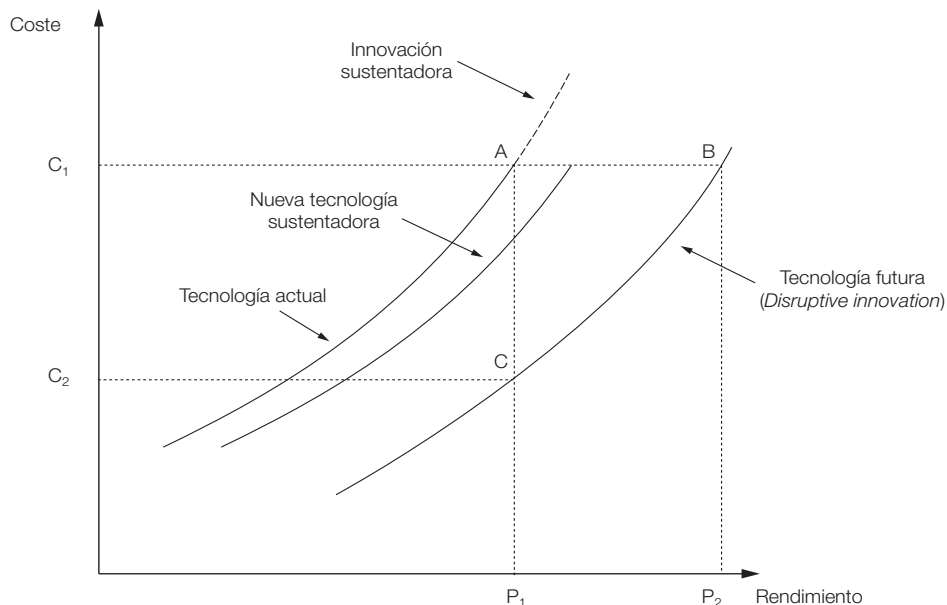
cesos, giros hacia servicios de productos y cambios más amplios en el sistema. Esto no puede restar importancia a la demanda de los consumidores sino que debe servir para contextualizarla correctamente ya que muchos cambios tecnológicos deseados deberán tener su origen en perspectivas más intervencionistas y reguladoras si se tiene que lograr el desarrollo sostenible en el momento oportuno. En el siguiente apartado, profundizamos en estas ideas.

Otra forma de comparar la innovación sustentadora y la innovación rupturista (*disruptive innovation*) es describir tres caminos

diferentes que puede tomar la innovación. En el gráfico n.º 1 siguiente, se muestran los diferentes niveles de rendimiento de un régimen tecnológico actual (por ejemplo, varios motores de combustión interna para automóviles con diferentes eficiencias del combustible) como función del coste. El motor actual más eficiente está representado por el punto «A» con un coste C_1 . Se pueden aplicar varios métodos diferentes para desarrollar nuevas mejoras (innovaciones sustentadoras) en los motores de combustión interna dentro del mismo régimen tecnológico. Las primeras mejoras pueden aplicarse ampliando el rendimiento

Gráfico n.º 1

La frontera eficiente para la tecnología actual y futura comparando la innovación sustentadora y la innovación rupturista ('disruptive innovation')



Fuente: Elaboración propia.

de la tecnología actual pero con un coste más elevado, como se muestra con la línea de puntos. En segundo lugar, se puede producir una innovación importante dentro del mismo régimen tecnológico, lo cual daría lugar a nuevas relaciones rendimiento-coste, tal y como refleja la segunda curva, que se inclina hacia la derecha en el gráfico n.º 1. En tercer lugar, podría desarrollarse un sistema de potencia basado en un concepto de innovación diferente (innovación disruptiva), representado por la curva de «tecnología-futuro», que es la que se encuentra más a la derecha en el gráfico. En algún punto, pueden desarrollarse motores eficientes en consumo de combustible que proporcionen la mejor eficiencia del motor antiguo con un coste más bajo C_2 (representado por el punto «C») o puede conseguirse una mejor eficiencia con el mismo coste C_1 (representado por el punto «B»). Cualquier punto intermedio de la curva de la tecnología futura representa una situación beneficiosa para todas las partes con relación a las innovaciones sustentadoras de la línea de puntos.

Tanto la innovación evolutiva como la revolucionaria pueden darse sin la intervención del gobierno, pero los períodos para que estos cambios ocurran pueden ser demasiado largos para afrontar las crisis medioambiental y de empleo actuales. Por esta razón, es importante remarcar la importancia de la intervención gubernamental.

3. LA REGULACIÓN PUEDE FAVORECER UNA INNOVACIÓN BENEFICIOSA PARA LA ECONOMÍA Y EL MEDIO AMBIENTE

El autor y sus colegas han sostenido anteriormente que la regulación, si está bien

elaborada, puede transformar los productos y procesos que proporcionan beneficios económicos, medioambientales, para la salud y para la seguridad (Ashford *et al.*, 1979 y 1985). Por el contrario, el análisis económico clásico de la relación entre la regulación medioambiental/sobre salud/seguridad y la competitividad defiende que una regulación estricta aumenta los costes de producción, desviando los recursos de I+D y, por consiguiente, dificulta la innovación (Jaffe *et al.*, 1995; Rennings *et al.*, 2003). Este supuesto fue cuestionado por primera vez a finales de la década de 1970 en el MIT (Ashford, Heaton y Priest, 1979) y ganó popularidad en 1991 gracias a la llamada «hipótesis de Porter».

Basándose en su investigación sobre la ventaja competitiva de las naciones, Porter (1990, p. 168) afirmaba que «las estrictas normas medioambientales no impiden necesariamente que exista una ventaja competitiva frente a rivales extranjeros. De hecho, la aumentan. Los estándares rigurosos impulsan la innovación y la mejora». Y continúa diciendo: «los estándares reguladores bien elaborados, orientados a los resultados y no a los métodos, animarán a las empresas a rediseñar su tecnología. En muchos casos, el resultado es un proceso que no solo contamina menos sino que reduce los costes o mejora la calidad. ... Unas normas estrictas para los productos también pueden empujar a las empresas a innovar para realizar productos menos contaminantes o más eficientes en cuanto al uso de recursos que estarán altamente valorados a nivel internacional» (*ibid.*, p. 168). La hipótesis básica de Porter es que las empresas que responden a una regulación estricta desarrollando nuevas tecnologías gozan de la ventaja «típica del precursor» y pueden acaparar el mercado para sus pro-

ductos/servicios. En una comparación reciente entre la competitividad nacional y la buena gobernanza medioambiental y la reacción del sector privado, se defendía la hipótesis de Porter (Foro Económico Mundial *et al.*, 2002).

Dicho análisis afirma que «la buena gestión económica y la buena gestión medioambiental están relacionadas» y que «las empresas que para afrontar los retos medioambientales desarrollan respuestas innovadoras se benefician medioambiental y económicamente» (*ibid*, p. 17).

Doce años antes del trabajo de Porter, una investigación del MIT había demostrado este concepto con pruebas empíricas. Este trabajo mostraba cómo las normas estrictas y bien enfocadas de las industrias estadounidenses que producían y utilizaban productos químicos favorecían innovaciones fundamentales en los productos y a los procesos (Ashford *et al.*, 1985). Los estudios del MIT revelaron que si las regulaciones medioambientales y sobre salud y seguridad, se elaboran, aplican y complementan óptimamente con incentivos económicos, pueden dar lugar a avances tecnológicos radicales que permiten reducir significativamente la exposición a productos químicos tóxicos en entornos naturales y de trabajo y en los productos de consumo (Strasser, 1997). Entre los diversos ejemplos, se incluyen la sustitución, impulsada por el cumplimiento de la regulación, de bifenilos policlorados utilizados en transformadores por un aceite de silicona, un nuevo proceso de polimerización del cloruro de polivinilo, y una innovación en el proceso de tejido que elimina la necesidad de utilizar una resina que contiene formaldehído y que transmitía propiedades de planchado

permanentes al tejido (Ashford y Heaton, 1983; Strasser, 1997).

Uno de los puntos débiles de la hipótesis de Porter es que se centra en cómo las empresas establecidas responden ante normas estrictas, ignorando la importancia que tienen las dinámicas generadas por las nuevas empresas (van de Poel, 2000). Porter y Van den Linde (1995a, 1995b) sostienen que la regulación, si se elabora correctamente, puede hacer que una empresa regulada lleve a cabo innovaciones que no solo reduzcan la contaminación, lo cual es la característica distintiva de la ineficiencia productiva, sino que también ahorren en gastos de material, agua y energía, aportando lo que Porter llama «compensaciones de la innovación» a la empresa innovadora (lo que Ashford denomina «beneficios adicionales»). Esto puede ocurrir porque la empresa, en un momento dado, es subóptima. Si la empresa es pionera en cumplir las normativas de manera inteligente, otras empresas deberán apresurarse más adelante para cumplirlas y lo harán de manera menos reflexiva y más costosa. Por tanto, actuar pronto y en primer lugar proporciona ventajas en la «curva de aprendizaje».

Porter se centra en las compensaciones de la innovación, es decir, los ahorros de costes derivados de la innovación inducida que podrían superar el coste de cumplir la regulación (Porter y van den Linden, 1995a, 1995b), y esto refleja que se preocupa principalmente por los costes de las empresas establecidas. Desde esta perspectiva, se puede establecer una doble lectura, «débil» y «fuerte», de la hipótesis de la innovación inducida por la regulación (Ashford, 1999), una distinción que no realiza Porter. En su lectura débil, Porter defiende que las empresas sujetas

a una regulación más estricta responden con innovaciones incrementales (o sustentadoras) de producto y proceso. Por tanto, mientras puedan aplicarse mejoras en el medio ambiente, la salud y la seguridad del trabajador; los procesos y productos infractores permanecen intactos aunque en un estado más eficiente, más ecológico.

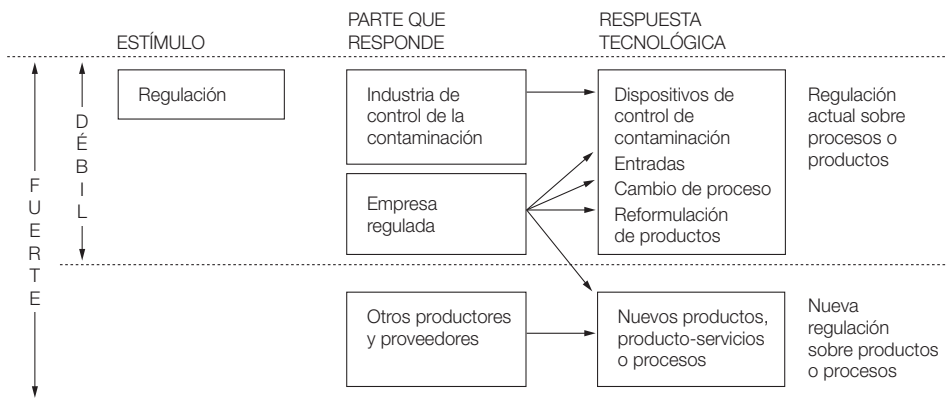
En la lectura fuerte de la hipótesis sobre la innovación inducida por la regulación, Ashford defiende que una regulación estricta puede promover la entrada de productos y procesos completamente nuevos en el mercado, desplazando así a las tecnologías dominantes. En esta situación, las empresas establecidas, a menos que tengan el deseo y la capacidad para producir y competir con las nuevas formas

de tecnología, también serán probablemente desplazadas del mercado (Christensen, 1997). En el gráfico n.º 2, se muestra un sencillo esquema sobre las posibles respuestas tecnológicas ante las lecturas fuerte y débil de la hipótesis de la innovación inducida por la regulación. Los ejemplos con base empírica fueron investigados por Ashford y sus colegas en su trabajo conjunto.

Aunque existen ciertas dudas sobre si la regulación medioambiental genera un efecto positivo en la innovación (Jaffe y Palmer, 1997; Robinson, 1995; Walley y Whitehead, 1994), sus análisis tienden a olvidar lo fundamental de la lectura «fuerte» de la hipótesis de la innovación inducida por la regulación. Aunque es probable que una regulación estricta no fomenta la in-

Gráfico n.º 2

Modelo de cambio tecnológico inducido por la regulación para las formas 'débiles' (Porter) y 'fuertes' (Ashford/MIT) de la hipótesis sobre la innovación inducida por la regulación



Fuente: Adaptado de Ashford (2000).

novación tecnológica en la mayoría de las empresas, algunas asumirán el desafío y se convertirán en líderes tecnológicos del proceso. De ahí que «la evidencia es necesariamente anecdótica» (Ashford, 1999; p. 3). El concepto de Schumpeter sobre las «olas de destrucción creativa» que dan lugar a posteriores avances en el desarrollo tecnológico describe el proceso por el cual las tecnologías dominantes están siendo constantemente desplazadas a medida que hay nuevas tecnologías disponibles. El reto al que se enfrenta el gobierno es cómo retirar (o desplazar) tecnologías actuales no deseables mediante la combinación de regulación e incentivos de mercado. Estas ideas cuestionan, por tanto, la idea de que las empresas establecidas pueden reinventarse de manera significativa y deberían jugar un papel importante a la hora de establecer los objetivos para elaborar futuras regulaciones, no estableciendo objetivos que no prevén o no pueden cumplir.

En Gunningham y Sinclair (1999), se presenta una visión opuesta sobre la lectura «fuerte» de la hipótesis sobre la innovación inducida por la regulación. Estos autores defienden que «el papel más adecuado de la regulación gubernamental consiste en advertir a las empresas que se encuentran al margen de que deben producir de manera más limpia, concienciarles aún más sobre las cuestiones medioambientales y animarles a reordenar sus prioridades corporativas para recoger los beneficios de un rendimiento medioambiental optimizado» (*ibid*, p. 883). Gunningham y Sinclair (1999) no están de acuerdo con la idea de que una regulación más estricta es la mejor manera de fomentar el desarrollo de tecnologías medioambientales y presentan una serie de opciones de políticas me-

nos entorpecedoras que la regulación. En su marco político, solo se defiende el uso de la regulación como último recurso, en el caso de que los pactos entre la industria y el gobierno y la presión de los grupos medioambientales, por ejemplo, fracasen y no se inicie la innovación ni la mejora medioambiental.

Con respecto a la lectura débil de la hipótesis sobre la innovación inducida por la regulación, las políticas medioambientales ambiciosas de las naciones desarrolladas pueden ocasionar la creación de «mercados pioneros» en tecnologías medioambientales (Jänicke y Jacob, 2005). Sin embargo, las pruebas sugieren que «la difusión internacional de las innovaciones medioambientales debe ir acompañada de una difusión internacional de políticas, o la adopción, de la innovación inducida por parte de otros países debe ser económicamente razonable» (Beise *et al.*, 2003; p. 1). Ambos factores hacen que resulte difícil predecir con cierta seguridad si una política medioambiental ambiciosa puede crear un mercado pionero para la difusión internacional de innovaciones (que dé lugar a la modernización ecológica). La incertidumbre que rodea a los posibles impactos que una regulación medioambiental —y sobre la salud y la seguridad— más estricta pueda tener en las industrias nacionales es considerada como uno de los motivos por los que los gobiernos dudan en poner en práctica dichas políticas (Blazejczak y Edler, 2004).

En un estudio realizado en cinco países sobre la eficiencia de varias intervenciones gubernamentales conocidas conjuntamente como «política industrial», la investigación del MIT descubrió, paradójicamente, que la única política gubernamental que afectaba a la innovación era la regulación medioam-

biental, sobre salud y sobre seguridad y no las estrategias ideadas por el gobierno como parte de su política industrial (Allen *et al.*, 1978).

Además, los efectos de la regulación en la innovación resultaron ser positivos, no negativos como preveía la opinión convencional en aquella época.

Una regulación estricta puede promover la incorporación de procesos y productos totalmente nuevos en el mercado a través de nuevas empresas, mediante la actuación de las empresas existentes, que reemplazarían las tecnologías dominantes en lugar de transformarlas. Uno de los claros ejemplos es el reemplazo de los PCB de Monsanto en los transformadores y capacitadores por un fluido dieléctrico totalmente diferente y creado por Dow Silicone. Por tanto, la regulación puede promover innovaciones disruptivas al otorgar más influencia a nuevas redes de valores o clientelas donde las demandas de mejoras en calidad medioambiental y cohesión social están más claramente definidas y articuladas. Por supuesto, se prevé que las industrias que temieran ser desplazadas por nuevas empresas no recibirían con agrado esta regulación. Esto explica en parte su resistencia a la regulación y su tendencia a procurar acaparar regímenes reguladores subrepticiamente o mediante la negociación directa (Caldart y Ashford, 1999).

En principio, la regulación puede constituir un instrumento efectivo y adecuado para que el Gobierno oriente el proceso de innovación. Una regulación bien diseñada y que establece nuevas normas cambia el marco institucional del mercado y puede ser un elemento importante a la hora de crear las condiciones favorables para una innovación que podría aumentar la sostenibilidad medioambiental y crear incentivos para desarrollar potentes mercados líderes que orientarían la innovación hacia la sostenibilidad (Jaenicke y Jacob, 2004).

Con respecto a la regulación, lo que parece preocupar no sólo es el rigor, el modo (especificación frente a rendimiento), los calendarios, la incertidumbre, el enfoque (aportaciones frente a producto frente a proceso) de la regulación y la existencia de incentivos económicos complementarios, sino también el carácter innovador inherente (normalmente en nuevas empresas) o la falta de dicho carácter (normalmente en las empresas reguladas) (Ashford y Heaton, 1983; Ashford *et al.*, 1985). En el análisis de Porter, no se aprecia la importancia de las nuevas empresas en el cambio tecnológico.

Para que se produzca la innovación, la empresa (o el propio gobierno) debe tener la buena disposición, la oportunidad/motivación, y la capacidad para innovar (Ashford, 2000). Por supuesto, estos factores influyen entre sí pero cada uno viene determinado por otros factores más básicos.

La buena disposición está determinada por 1) las actitudes frente a los cambios generales en la producción, 2) la comprensión del problema, 3) el conocimiento sobre posibles opciones y soluciones, y 4) la capacidad para evaluar alternativas. La mejora (3) implica la incorporación de aspectos del desarrollo de capacidades mediante la difusión de información, las asociaciones comerciales, los programas educativos financiados por el gobierno, contactos entre empresas, y similar. Para cambiar las actitudes hacia cambios en la producción (1) se suele depender de las posturas de los directivos así como de la amplitud de la cultura y estructura de

la empresa, que pueden frenar o promover la innovación y la asunción de riesgos. Los factores (2) y (4) dependen de las capacidades intelectuales internas. En el contexto de la innovación disruptiva desarrollada en empresas que representan la tecnología dominante, la buena disposición también viene configurada por el escaso compromiso de la dirección para fomentar nuevos enfoques que están en desacuerdo con su red de valores tradicionales o su clientela.

La oportunidad y la motivación ponen en juego factores del lado de la oferta y del lado de la demanda. En el lado de la oferta, puede haber lagunas tecnológicas entre la tecnología utilizada en un momento concreto por una empresa y la tecnología disponible y que podría adoptarse o adaptarse (conocidas como difusión o innovación incremental, respectivamente), o también la tecnología que podría desarrollarse (innovación sustentadora o rupturista importante).

Si las empresas fueran conscientes de estas lagunas tecnológicas, se animarían a cambiar sus tecnologías y tendrían la oportunidad de ahorrar en costes. Los requisitos reguladores también podrían definir los cambios que habría que hacer para mantenerse en el mercado. En el lado de la demanda, hay tres factores que podrían empujar a las empresas hacia el cambio tecnológico, ya sea la difusión, la innovación incremental o una innovación de mayor alcance. Estos son 1) las oportunidades para ahorrar en costes o aumentar las ventas, 2) la demanda pública de industrias, productos y servicios más seguros y ecológicos, y 3) demandas y presiones de los trabajadores a raíz de las preocupaciones por las relaciones industriales. El primer factor podría deberse a los cambios en las

redes de valores del cliente. Sin embargo, todos estos factores pueden promover el cambio demasiado tarde en las empresas con tecnología dominante si hay nuevas empresas que ya han aprovechado la oportunidad de desarrollar innovaciones rupturistas (*disruptive innovations*).

La capacidad puede ser realmente el factor más importante y restrictivo y puede aumentar 1) comprendiendo el problema, 2) conociendo las posibles opciones y soluciones, 3) pudiendo evaluar alternativas, 4) disponiendo de aptitudes y capacidades para innovar, y 5) accediendo a agentes externos e interactuando con ellos. El aumento de conocimiento/aprendizaje (2) puede proporcionarse mediante la transmisión intencionada o no de conocimiento procedente de proveedores, clientes, asociaciones comerciales, sindicatos, trabajadores y otras empresas, así como de la literatura disponible. Las aptitudes básicas de la empresa (4) pueden mejorar gracias a formadores y educadores, trabajadores y directivos, de manera formal e informal, y mediante la creación intencionada de redes y alianzas estratégicas no limitadas necesariamente a un área geográfica, nación o régimen tecnológico.

La interacción con externos podría fomentar cambios más radicales y rupturistas. Este último método para aumentar la capacidad de las empresas de asumir el cambio tecnológico implica a nuevas empresas y actores externos con los que la empresa no ha solido trabajar. La capacidad de cambio también puede estar influenciada por el carácter innovador (o la falta del mismo) de la empresa según lo determinan la madurez y rigidez tecnológica de una línea de producción o productos concreta (Ashford, 2000; Ashford *et al.*, 1985). A algunas empresas les resulta

más fácil innovar que a otras. Las industrias básicas y pesadas, que a veces también son las más contaminantes, inseguras y que emplean muchos recursos, cambian con gran dificultad, especialmente cuando se trata de procesos centrales. Las nuevas industrias, como la fabricación de ordenadores, también pueden ser contaminantes, inseguras (para los trabajadores) y requerir múltiples recursos y un importante uso energético aunque puede resultarles más fácil satisfacer las demandas medioambientales.

Si no viviéramos ni comerciáramos en un mundo cada vez más globalizado, podría bastar con integrar las políticas nacionales de industria, medio ambiente y empleo para lograr un desarrollo más sostenible. Sin embargo, el comercio influye en los resultados de los objetivos políticos nacionales, como la mejora del medio ambiente y la creación de una economía con empleos valiosos y gratificantes y con un poder adquisitivo suficiente, como se analiza en el siguiente apartado.

4. EL COMERCIO PUEDE BENEFICIAR O PERJUDICAR AL MEDIO AMBIENTE Y AL EMPLEO EN FUNCIÓN DE LA ESTRATEGIA ELEGIDA

Durante casi dos décadas se ha debatido si el propio comercio mejora o perjudica al medio ambiente de una nación determinada y este sigue siendo un asunto muy controvertido (Bhagwati, 1993; Daly, 1993). Por un lado, la proliferación a nivel mundial de productos químicos tóxicos, pesticidas y otras tecnologías proporcionados por los mercados globales plantea serios problemas. Por otro lado, en la me-

didada en que las naciones mejoren su situación económica, podrá haber más demanda e ingresos para aplicar las medidas de protección medioambiental. Existen pruebas de ambos escenarios. Pero, más allá del comercio de las tecnologías perjudiciales per se, el comercio tiene otros efectos duraderos en el medio ambiente y en el empleo, en función de la estrategia elegida.

La innovación tecnológica y el comercio pueden dar impulso a las economías nacionales de diferentes formas, en función de si el comercio se basa en la innovación o en el recorte de costes (Charles y Lehner, 1998). Charles y Lehner (1998) sostienen que «el tipo de innovación fundamental para crear empleo es aquel que desarrolla mercados en nuevas direcciones y crea nuevos mercados, fortaleciendo, por tanto, la economía de vanguardia». El medio ambiente es una de las áreas en las que se pueden desarrollar mercados. Como ha descrito Schumpeter, las empresas pertenecientes a las economías de vanguardia pueden explotar un monopolio temporal resultante de la calidad superior de sus productos y servicios (Schumpeter, 1939; 1962). Los sectores innovadores de las economías de industriales avanzadas han pasado, en los últimos diez a quince años, de sistemas de producción tecnocéntricos a sistemas antropocéntricos, que sacan más provecho de la inteligencia humana y están concebidos para promover la mejora y aprendizaje continuos. En lugar de una estrategia movida por los costes que exige unos costes reducidos en mano de obra, Charles y Lehner recomiendan que las economías industriales se encaminen hacia una estrategia movida por la innovación, que depende de un gran número de interconexiones humanas dentro de la

empresa que probablemente generarán aprendizaje organizativo, creatividad, nuevas ideas y empleos bien pagados. Una estrategia dirigida por la innovación también ofrece la oportunidad de modernizar y mejorar los productos, los procesos y los servicios.

La innovación tecnológica explota el potencial innovador de una nación, mientras que el recorte de costes suele ir asociado a una estrategia comercial impulsada por el deseo de explotar la capacidad de producción excedente de una nación. El rendimiento basado en la innovación aumenta gracias a la innovación tecnológica y el cambio de los mercados de productos, caracterizados por una producción fluida y competitiva. Las estrategias de reducción de costes mejoran gracias a mayores escalas de producción y automatización, caracterizadas normalmente por una producción monopolística rígida y madura. Las economías que pretenden explotar nuevos mercados internacionales pueden recoger beneficios a corto plazo procedentes de los ingresos de una producción en la que se ha utilizado el exceso de capacidad existente pero pueden terminar detrás de la curva tecnológica. Los mercados dirigidos por el rendimiento económico pueden obtener beneficios con mayor lentitud. No obstante, pueden durar más tiempo que los mercados impulsados por estrategias de reducción de costes. Las consecuencias para el medio ambiente y para los trabajadores también pueden ser diferentes.

La competitividad en rendimiento basada en la innovación ofrece oportunidades de mejora medioambiental y de aumento de aptitudes y creación de óptimas interconexiones hombre-tecnología, mientras que las estrategias de reducción de cos-

tes se centran en la producción ajustada (con eliminación de mano de obra y normalmente diseñadas sin tener en cuenta la salud, la seguridad y el rendimiento medioambiental), mercados laborales flexibles, y conocimiento cada vez más integrado en el hardware y el software más que en el capital humano. Las consecuencias para el medio ambiente y para los trabajadores son diferentes en cada una de estas dos estrategias. La primera estrategia puede dar lugar a tecnologías de producción medioambientalmente más sostenibles y también puede recompensar y fomentar la adquisición de aptitudes en muchos trabajadores, con los consiguientes beneficios financieros para estos. La segunda puede tratar de reducir los costes de mejora medioambiental y causar una división entre los trabajadores, algunos de los cuales deben necesariamente carecer de formación y otros muchos ven reducida su demanda de mayor formación. Se pueden aplicar diferentes estrategias nacionales que reflejen diferentes culturas y preferencias nacionales pero esto trae otras consecuencias, en función de en qué medida el comercio impulsa la economía.

La cambiante economía global presenta retos para todas las naciones ya que la preocupación por el número de puestos de trabajo, estabilidad laboral, salarios, salud y seguridad laborales aumenta y compite en atención con las cuestiones medioambientales y energéticas. El comercio influye en los resultados de otros objetivos políticos nacionales por lo que hace falta integrar las políticas comerciales en las iniciativas centradas en el desarrollo industrial, la energía, el empleo, el medio ambiente y la salud pública y laboral, que se analizan después del próximo apartado (Diwan y Walton, 1997; Ekins *et al.*, 1994).

5. ALTERNATIVAS DE INTERVENCIÓN GUBERNAMENTAL

El gobierno debe desempeñar un importante papel pero no puede limitarse a ser árbitro de los actuales intereses competidores porque ni las generaciones futuras ni las futuras tecnologías están bien representadas por los *stakeholders* actuales. El gobierno debe trabajar con estos últimos para definir objetivos a largo plazo pero sin dejar que la agenda sea acaparada por las partes establecidas. Posteriormente, el gobierno debe aprovechar su posición como agente fiduciario para representar a futuras generaciones y tecnologías con el fin de «hacer un proceso de *backcasting*» sobre qué políticas concretas hacen falta para generar las transformaciones técnicas, organizativas y sociales necesarias. Al asumir este papel, el gobierno va más allá de ser un árbitro de conflictos de intereses existentes. Asumir la administración significa tener en cuenta intereses de dichas tecnologías y personas del futuro que aún no son partes del proceso político, así como aquellas actuales pero que no están suficientemente representadas. El proceso necesario deberá realizarse a partir de una variada retrospectiva de una generación futura. Debe ir más allá de su visión histórica sobre la coordinación de políticas del sector público y privado. Debe ser multidimensional y debe abordar directamente la actual fragmentación de las funciones estatales, abordando las diferentes necesidades sociales importantes no solo a nivel nacional sino también a nivel regional en naciones aliadas como es el caso de la Unión Europea, y a nivel internacional mediante acuerdos medioambientales y laborales multilaterales y en el marco de regímenes comerciales revisados como la Organiza-

ción Mundial del Comercio (OMC) y el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN).

Los diferentes determinantes de la buena disposición, la oportunidad y la capacidad analizados en el apartado 3 anterior ofrecen diversos puntos de partida para elaborar políticas gubernamentales destinadas a estimular la innovación tecnológica y organizativa con el fin de conseguir un sistema industrial más sostenible. Esto supone una oportunidad y también un problema. La oportunidad reside en que el gobierno no necesita depender de unos pocos instrumentos específicos sino que dispone de toda una serie de instrumentos como los siguientes: el rendimiento directo para I+D, el apoyo económico de I+D en el mundo académico e industrial mediante becas, subvenciones e incentivos fiscales; la eliminación de barreras reguladoras a la innovación; el fomento de la innovación fijando los precios correctos para los recursos naturales, incluida la energía, la utilización de la regulación gubernamental para fomentar una innovación medioambiental, más segura y generadora de empleo; la contratación e inversión para desarrollar *nuevos* mercados, promover la transmisión de conocimiento de las universidades a pequeñas y medianas empresas, la aplicación de programas proactivos de educación y formación de los empleados para crear una economía basada en el conocimiento, y animar a la dirección y la plantilla de una empresa a negociar antes de planificar y aplicar cambios tecnológicos. Y, por último pero no por ello menos importante, actividades culturales para aumentar la transparencia y el deseo de introducir cambios (Ashford, 2000).

La política fiscal puede ser especialmente importante. Otros han exigido el

pago de impuestos por los aspectos negativos (como la contaminación) y no por los aspectos positivos (como el empleo). Pero, incluso dentro del sistema actual, se pueden diseñar cambios menos atrevidos pero importantes y aplicarlos a los incentivos. Por ejemplo, si se desea más empleo, la financiación del desempleo y la indemnización a los trabajadores a partir de las cantidades per cápita (trabajador) que deben pagar los empleadores generan desincentivos para contratar a nuevos trabajadores. Esto podría sustituirse con un impuesto sobre las ventas o los beneficios.

Asimismo, proporcionar una amortización fiscal acelerada para los procesos industriales más seguros y menos contaminantes y para la tecnología que reduce lesiones incentivaría una tecnología más limpia y segura que la dirigida a controlar la contaminación de «final de tubería». Pero ambos escenarios requieren cambios en las leyes y los reglamentos. Para que la ley y la regulación tengan el efecto estimulador necesario, deben garantizar un giro en las decisiones estratégicas a medio y largo plazo de la industria y de las entidades gubernamentales (estatales y locales). Por tanto, la suspensión temporal o a corto plazo de los «impuestos sobre las nóminas» puede no dar lugar a cambios en el empleo.

Por muy difícil que resulte transformar las economías industriales hacia sistemas medioambientalmente más sostenibles, los retos inherentes a la creación de empleo más satisfactorios, gratificantes y seguros con mejoras en el poder adquisitivo son aún mayores. La simple actitud de desarrollar estrategias de estímulo económico para promover el crecimiento no sirve mucho a la hora de crear más empleo, es-

pecialmente porque sustituir las viejas instalaciones por unas nuevas suele producir un recorte de empleos, y la ecologización de la economía (sin prestar atención al rediseño de empleos) puede reportar solo un pequeño «doble dividendo». Por tanto, muchos exigen una reducción de horas de la semana laboral estándar para distribuir el trabajo disponible o incluso aumentar la demanda de empleo pero, como es poco probable que los trabajadores puedan conseguir el mismo salario real por menos trabajo y debido al impuesto sobre las nóminas que refleja la financiación de prestaciones sociales, los empleadores, y también los trabajadores actuales, se inclinan mucho más por promover las horas extras en lugar de contratar a nuevos trabajadores. Por otro lado, los trabajadores probablemente exigirán salarios por hora más elevados para una semana laboral más reducida con el fin de mantener constante el ingreso salarial o buscarán un segundo empleo, lo que generará una rotación de personal y desempleo neto en algunos grupos. Por este motivo, la adopción, en Francia, de la semana laboral de 35 horas no tuvo mucho éxito ya que no se vio afectado el nivel de empleo general (Estevão y Sá, 2008). Harían falta una política a más largo plazo y cambios culturales y sociales.

Los países desarrollados (y los expertos de dichos países) están muy divididos en cuanto a si el gasto keynesiano para estimular la economía con el fin de crear empleo y aumentar el consumo es lo que hace falta para abordar el bajo crecimiento económico y el elevado desempleo, o si se deben elaborar normas laborales más flexibles que permitan aumentar los salarios o relajar las prácticas de contratación/despido. Alemania estableció políticas laborales más li-

berales pero también la «Kurzarbeit» (empleo reducido) por la que se animaba a los empleadores a conservar a los trabajadores aunque con permiso o un calendario de trabajo más corto y recortes salariales compensados mediante una financiación estatal que los empleadores habían favorecido en tiempos mejores (Kulish, 2010). Una especie de «milagro alemán» da lugar a una tasa de crecimiento anualizado del 9% basado en el crecimiento del segundo trimestre de 2010. Esto refuerza la idea de que la protección directa de los empleos, más que las políticas fiscales y monetarias indirectas, puede ser una mejor opción.

La disminución de la demanda de consumo de productos y servicios que requieren un importante uso material y energético probablemente no reducirá el desempleo o el subempleo, pero dicha reducción sería posible con mayor capital humano, más que físico. Durante años el capital ha reemplazado al trabajo en la producción de bienes y servicios. Siempre que la industria reestructura sus modos de producción o sistematiza su provisión de servicios a través de menús, aprovecha la oportunidad de deshacerse de mano de obra y requiere menos trabajo basado en conocimiento por parte de sus empleados. Por supuesto, la provisión de bienestar a los desempleados o subempleados debe ser pagada en última instancia desde el presupuesto público (o desde el déficit), lo cual debe apoyarse en los impuestos a empresas, consumidores y trabajadores. El rediseño de los modos de producción y de servicios con un mayor uso de fuerza de trabajo puede ser efectivo en relación a los costes, rompiendo viejas tendencias. Este nuevo modo de producción tendrá también beneficios sociales porque empleará capital humano no utilizado.

Además, en lugar de que un hogar gaste sus ingresos disponibles en bienes y servicios que requieren un importante uso material y energético, superando las necesidades básicas, las personas podrían dedicarse a ofrecer servicios que empleen capital mayoritariamente humano, como tutores, profesores de idiomas, profesores de música y arte, asesores financieros y personas dedicadas a ofrecer otros servicios sociales. Además, aumentar la proporción profesor-alumno en los colegios sería un punto de partida importante. (Aunque el debate sobre la reforma educativa integral no es objeto de análisis en este trabajo, consideramos que es esencial. Si se basa la financiación de las escuelas en los impuestos a la propiedad que impone la «propuesta del dos y medio», debieran eliminarse las restricciones a favor de una financiación federal de la educación).

El efecto multiplicador de emplear capital humano en lugar de físico o natural puede ser importante. Para aumentar la demanda de capital humano en este contexto, harían falta, sin duda, importantes cambios culturales a medio y largo plazo y las grandes corporaciones que han organizado los medios actuales de producción impulsadas por las economías de escala y que emplean la publicidad para crear una demanda artificial estarían probablemente menos interesadas en «vender» estos servicios.

La inversión en una mejor educación y en la formación continua es fundamental para lograr un cambio cultural y orientar la demanda hacia el uso de más capital humano. Una formación más multidisciplinar de profesionales también aportaría beneficios. Estos profesionales podrían posteriormente abordar los problemas de

la economía, el medio ambiente, la salud pública y el empleo de manera más sistemática e integral.

Aunque los gobiernos disponen de muchos instrumentos, sería poco razonable esperar que estos puedan desempeñar un papel decisivo a la hora de «construir futuros». En los procesos de transformación industrial, hay un alto grado de incertidumbre y descubrimiento no intencionado de elementos y las perspectivas a largo plazo quizá no puedan definirse suficientemente para sugerir trayectorias evidentes para las transformaciones necesarias. En lugar de intentar gestionar con precisión los caminos de las transformaciones que son sostenibles, el papel del gobierno sería más acertado si fuera el de permitir o facilitar el cambio, concediendo al mismo tiempo un liderazgo visionario para cooptimizar el desarrollo económico, el medio ambiente y el empleo. Esto implica que las diferentes políticas deben reforzarse mutuamente.

Esta nueva función de liderazgo, centrada en «abrir el espacio de los problemas del ingeniero/diseñador» (Allen *et al.*, 1978) para abordar múltiples objetivos y diseñar soluciones, requerirá probablemente la participación de más de un ministerio y más de una división de la empresa industrial, y la ayuda de profesionales formados de manera más multidisciplinar (véase Ashford, 2004). El diseño multifuncional es exactamente lo que hace falta para provocar cambios en el sistema. Aunque presenta más limitaciones, la búsqueda de múltiples objetivos también requiere más flexibilidad a la hora de cambiar componentes o características de un producto o proceso y, por tanto, brinda diferentes oportunidades de optimización de cada uno de los objetivos buscados de

manera independiente. También es probable que se requiera bastante participación ciudadana y apoyo social para las iniciativas rompedoras y transformadoras. Las mejoras de «factor 10»⁶ o de mayor grado dependen de la flexibilidad del diseño más que de cambiar una pequeña cantidad de componentes dejando otros inalterados. Un buen ejemplo puede ser la realización de cambios en el diseño y configuración del motor de cara a mejorar tanto la seguridad ante posibles colisiones como la eficiencia del combustible; esto supone que el motor del automóvil se monte de manera diferente, lo que deja más espacio para el movimiento del pistón, aportando mayores ratios de compresión.

6. INTEGRACIÓN DE LAS POLÍTICAS INDUSTRIALES, MEDIOAMBIENTALES Y COMERCIALES

En el mejor de los casos, los gobiernos nacionales coordinan pero casi nunca integran su planificación de políticas y los procesos de aplicación, aunque es precisamente la integración el elemento clave del éxito. La integración supone algo más que una coordinación. Las iniciativas, políticas e instrumentos del gobierno deben integrarse de manera sistemática o generarán diversos efectos contradictorios y opuestos que, en lugar de cooptimizar, «pondrán en peligro» múltiples objetivos, como suele ocurrir cuando no hay una política pública coordinada. La coordinación eficaz de varios instrumentos políticos suele ser una tarea compleja que supera las capacidades de los gobiernos. El verdadero reto, sin

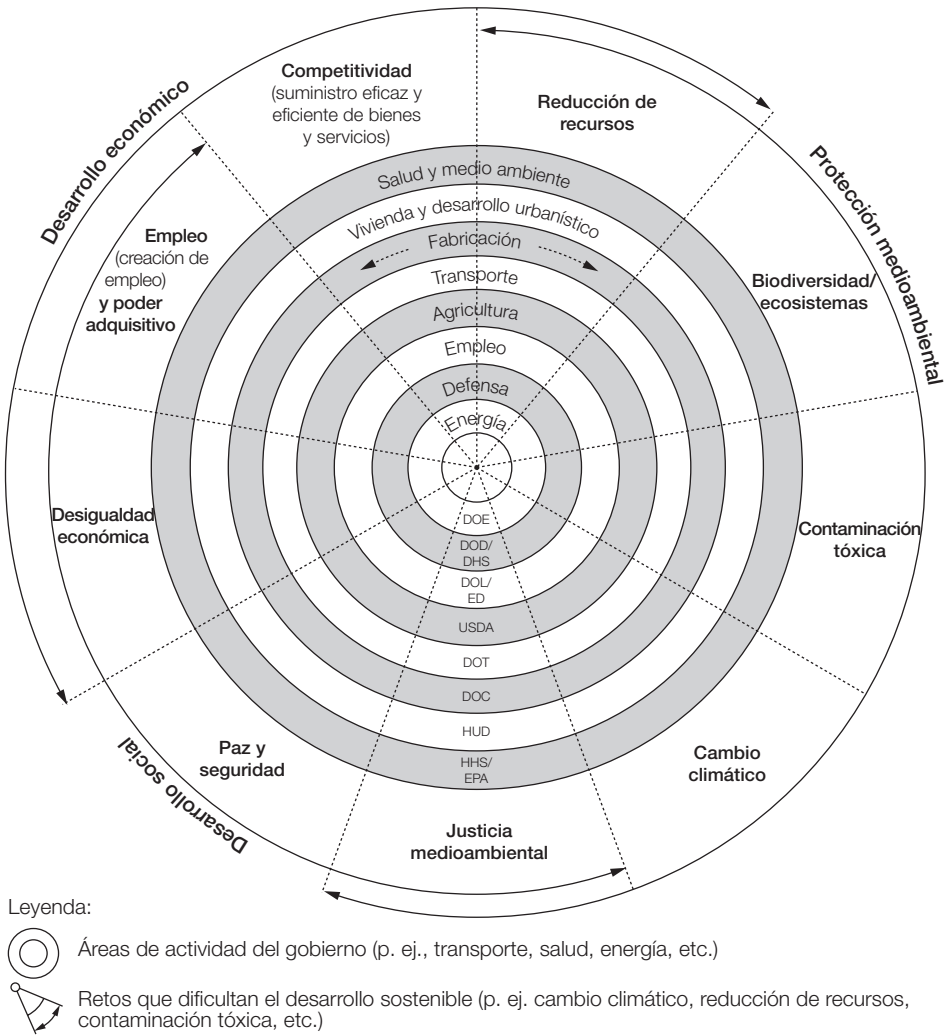
⁶ Que tienen un impacto de reducción de diez veces en los recursos utilizados.

embargo, es ir más allá de la coordinación y encontrar modelos y métodos efectivos para integrar de forma sistemática un con-

junto complejo de instrumentos cuyos impactos son también complejos. En el gráfico n.º 3, se describen las áreas de las

Gráfico n.º 3

Esquema de las áreas de las iniciativas y programas gubernamentales que exigen una integración de políticas



Fuente: Elaboración propia.

iniciativas y programas del Gobierno de los Estados Unidos. Las diferentes «porciones» de la figura hacen referencia a las diferentes áreas en las que entra en juego la sostenibilidad mientras que los círculos concéntricos identifican las áreas de autoridad y responsabilidad gubernamental en el contexto estadounidense (agencias y departamentos). La figura puede adaptarse fácilmente a otros sistemas nacionales. Podría haber tres diagramas tipo «diana» diferentes: para la actividad gubernamental nacional, regional/estatal y local.

La integración requiere 1) abordar múltiples objetivos (p. ej., desarrollo económico, empleo, medio ambiente y salud pública) en la misma legislación o, al menos, aprobar un grupo de leyes complementarias de forma paralela, 2) planificar iniciativas reguladoras y programáticas con participantes de diferentes autoridades gubernamentales, y 3) reflexionar sobre la monitorización y aplicación simultánea o por fases implicando a diferentes autoridades gubernamentales. Lo mejor sería que la integración consista en fusionar ministerios o, al menos, aumentar la porosidad de las paredes departamentales pero lo primero es probablemente más una esperanza de futuro que algo que pueda lograrse a corto plazo.

La integración encontró su primera materialización seria en la integración de la política medioambiental (*Environmental Policy Integration-EPI*) como consecuencia del Informe Brundtland [WCED, 1987], que consideraba el aspecto medioambiental como una prioridad que debía tener la misma importancia que los aspectos económico y social. La Agenda 21, que surge de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo celebrada en Río en 1992, aprobó la in-

tegración de las cuestiones económicas, sociales y medioambientales para favorecer el desarrollo (CNUMAD, 1992, Capítulo 8.4). En principio, la EPI ha tenido un éxito desigual. Los avances más impresionantes se produjeron en algunos países de la Unión Europea (UE) (Jordan y Lenschow, 2010). La UE colocó el medio ambiente en el centro de sus recientes tratados en favor de la Unión pero tuvo que retroceder al aprobar la Estrategia de Lisboa de la Unión Europea para promover el crecimiento económico sostenible (a través de la competitividad) y el empleo, sin olvidar el respeto al medio ambiente (http://ec.europa.eu/growthandjobs/index_en.htm). Las cuestiones económicas volvieron a ganar importancia lentamente y ahora han encontrado una posición más favorable en el frágil equilibrio entre diferentes ámbitos, especialmente después de la crisis económica de 2008. Jordan y Lenschow comentan que «en general, los nuevos gobiernos de centro derecha han tendido a apostar al máximo por la EPI mientras que los gobiernos de centro izquierda han frenado e incluso desmontado los instrumentos y marcos EPI» (Jordan y Lenschow, 2010; p. 151). Estos autores observan que «a menos que haya un profundo compromiso por ofrecer una EPI mayor o un incentivo sólido, por ejemplo, en forma de mejoras profesionales, la integración simplemente no se produce». Añaden además que un aprendizaje o un cambio de conciencia parecen tener lugar como respuesta a las crisis políticas (por ejemplo, aceleración del cambio climático) en lugar de producirse el impacto combinado de diferentes instrumentos EPI (Jordan y Lenschow, 2010; p. 154).

El reto de integrar programas ocurre entre diferentes ámbitos, los diferentes tipos

de autoridad, y las agencias/autoridades a diferentes niveles de gobierno. En la fragmentación tradicional de las misiones del gobierno, se pueden producir muchos conflictos filosóficos, sobre objetivos y sobre zonas de influencia. Por eso, es fundamental contar con un sólido liderazgo desde arriba, apoyado de forma multidisciplinar por personas bien cualificadas, para optimizar la congruencia de las políticas y el refuerzo mutuo. La co-optimización, más que el equilibrio, establece una distinción entre esta perspectiva y el compromiso (Ashford y Hall, 2011).

Es indispensable integrar los objetivos en las acciones del gobierno (y el sector privado) para lograr mayores avances en desarrollo sostenible y esto va acorde con la idea de que el viaje hacia la sostenibilidad es un proceso más que un estado final concreto. En última instancia, es mejor reestructurar radicalmente las necesidades del gobierno para que reflejen las realidades del nuevo milenio. En lugar de contar con departamentos y ministerios separados según diferentes áreas tradicionales como el medio ambiente, la salud, el comercio, la industria, la energía, el transporte, etc., las estructuras gubernamentales deben centrarse en áreas problemáticas en las que hay cuestiones que coinciden y que unos super-ministerios más amplios podrían supervisar, como uno de bienestar económico y social, o uno dedicado al comercio y las relaciones internacionales. La legislación afín a las agencias tradicionales necesita una revisión para que refleje la ampliación de los objetivos y los cambios. Dado que la actual infraestructura de gobierno no cambiará probablemente a corto ni medio plazo, ¿de qué otra forma se puede efectuar una integración útil?

La integración debe tener en cuenta las tesis fundamentales avanzadas expuestas en este artículo hasta ahora:

1. Hacen falta grandes cambios tecnológicos, organizativos, institucionales y sociales más allá de los avances incrementales para lograr mejoras de factor 10 en cuanto a uso energético y de materiales; reducciones adecuadas en la exposición a sustancias tóxicas; múltiples oportunidades para obtener un empleo estable, gratificante y valioso con un poder adquisitivo adecuado; y un nivel y distribución óptimos de bienestar económico. Tales mejoras requieren cambios más sistémicos, multidimensionales y rupturistas.
2. Estos cambios requieren cambios en el sistema que «extienden el espacio del problema» del responsable político al cooptimizar avances, por ejemplo, logrando beneficios mutuos de manera simultánea en la esfera del empleo, la economía y el medio ambiente.
3. Para lograr transformaciones hacia un sistema económico más sostenible, hace falta una regulación estricta sobre el mercado laboral y la protección del sector bancario, el medio ambiente y la mano de obra y también es necesario regular el comercio, la publicidad y las transacciones financieras. Los enfoques de mercado *laissez faire* no son adecuados.

A estas deben añadirse las reflexiones relativas a las iniciativas de integración de políticas *per se*.

4. Aunque los avances incrementales no son adecuados según se expresa

en el punto (1) anterior, en la práctica se pueden conseguir importantes avances no incrementales mediante una integración buscada deliberadamente, aunque sea poco a poco, conectando intervenciones clave, políticas y misiones de las agencias con relación a una esfera política determinada.

Por ejemplo, para promover tecnologías energéticas y empleos verdes, hace falta covisualizar e implementar innovaciones industriales, intervenciones del lado de la demanda de energía y la integración de políticas del mercado laboral. Existen ejemplos de integración de políticas en el gobierno. La integración del ahorro de combustible y las emisiones queda palpable en el trabajo conjunto que realizan EPA (Environmental Protection Agency) y DOT (Department of Transportation). Desgraciadamente, un tercer elemento relativo a los vehículos a motor, el de la seguridad, no se ha integrado con éxito en dicho trabajo. En Holanda, hay una agencia para el medio ambiente y la ordenación del territorio. En Grecia, hay un único ministerio para el medio ambiente y la ordenación del territorio aunque dicho ministerio ha sido criticado por permitir ampliaciones de la utilización del suelo que han aumentado el número de incendios forestales. La integración de los asuntos en los mismos títulos de los objetivos no garantiza la integración de todas las áreas que requieren mutuos beneficios o logros.

5. El proceso de integración de las políticas debe dar cuenta del hecho

de que las naciones desarrolladas operan, especialmente ahora, en un mercado globalizado y, para integrar políticas de enfoque doméstico, hace falta incluir las políticas de comercio.

Por ejemplo, en Estados Unidos, se ha promovido el tratamiento hormonal del ganado para aumentar la producción de leche y acelerar el crecimiento y dicha política se ha dado de bruces con las sanciones comerciales de la Unión Europea. Esta situación afecta directamente a la competitividad en los mercados agrícolas pero también trae consigo déficit comerciales.

6. La integración de las políticas debe ser también de carácter internacional.

La Organización Mundial del Comercio (y otros regímenes comerciales) y la Organización Internacional del Trabajo abordan las cuestiones relacionadas con el comercio y el empleo, respectivamente. Los acuerdos multilaterales en materia de medio ambiente no están integrados ni coordinados. Por ejemplo, en cuanto al uso del principio de cautela, hay diferencias significativas en los acuerdos sanitarios y fitosanitarios y en el Protocolo de Bioseguridad. Se ha sugerido la creación de una Organización Mundial del Medio Ambiente que muestre una cara sobre la salud pública y el medio ambiente más uniformada y coordinada a nivel internacional. Pero hay que tener en cuenta que esto no contribuirá mucho a la integración de las cuestiones relativas al comercio, el empleo

y el medio ambiente. El comercio con productos comerciales está regulado por la Organización Mundial del Comercio, que depende de los principios de protección permisible de las cuestiones relacionadas con el medio ambiente y la salud pública que a veces discrepan con las cuestiones reflejadas en muchos acuerdos medioambientales multilaterales. Se ha propuesto también la creación de una Organización Mundial de la Sostenibilidad en lugar de contar con tres organizaciones internacionales independientes. Sea cual sea el resultado final de estas propuestas, las políticas nacionales deberán tener en cuenta el carácter globalizado de las principales preocupaciones.

Aunque las instituciones gubernamentales nacionales e internacionales se sometan a una reestructuración importante, hay varias vías para tomar decisiones y ejecutar los programas de gobierno de manera más integrada (Ashford y Hall, 2011).

7. El nivel de gobierno en el que mejor se lleva a cabo la integración (p. ej., gobierno federal/nacional, regional, estatal, urbano o local) puede depender de un objetivo sociotécnico determinado. Por ejemplo, está ampliamente reconocido que la ordenación del territorio, el transporte y la vivienda se integran mejor a nivel urbano o local mientras que la integración de la contaminación medioambiental, las exposiciones a sustancias en el lugar de trabajo y la seguridad de los productos se realiza mejor a nivel federal/nacional. Resulta mejor integrar la planificación de nuevas industrias y las iniciativas de creación de empleo a escala regional e implicar a los departamentos de comercio y trabajo estatales o provinciales.
8. El liderazgo de la integración debe subrayarse en los niveles superiores de las unidades gubernamentales correspondientes y el rendimiento de los empleados del gobierno debe recompensarse teniendo en cuenta múltiples criterios, no solo aquellos relacionados con los objetivos tradicionales de la agencia en cuestión.
9. Los jefes de nivel superior y medio de las agencias, ya sea a nivel federal/nacional, regional o estatal, deberían rotar con frecuencia entre dichas agencias para que los intereses y el conocimiento especializado de múltiples cuestiones evolucionen constantemente. Por ejemplo, el jefe de los departamentos federal o estatal de comercio puede trasladarse a departamentos de trabajo y empleo. Es de esperar que este escenario suscite lentamente una planificación y una corriente de pensamiento multidimensionales y fomente una actividad abierta hacia diferentes misiones, valores, perspectivas científicas y agencias.
10. Deberían crearse grupos de trabajo multidisciplinarios formados por miembros de diferentes agencias que trabajen conjuntamente en periodos de 6 meses a 2 años sobre diferentes problemas sociotécnicos y problemas que requieren diferentes enfoques (por ejemplo, medio ambiente, salud pública y transporte).

11. Los empleados de diferentes agencias deben recibir formación continua que profundice en los conceptos relevantes a las actividades en las que participan varias agencias y dicha formación debe impartirse en sesiones grupales y talleres.

Deben fomentarse los experimentos conjuntos entre agencias, los fracasos deben aceptarse y se debe aprender de ellos. Otras iniciativas deben complementar las anteriores y, con un proceso de descubrimiento, deberían lograrse niveles óptimos y estructuras fructíferas. El punto de partida siempre será el deseo de alejarse de objetivos restringidos.

Para articular las perspectivas políticas sobre la sostenibilidad, hace falta algo más que comprender los retos para lograr la sostenibilidad vistos desde un contexto nacional. Las políticas de sostenibilidad integradas deben emplear, alterar o suplantar las actuales políticas (y las instituciones que las administran) en los ámbitos de la economía, el empleo, el medio ambiente y el comercio. No solo los gobiernos nacionales deben incluir las políticas de comercio en sus trabajos de integración sino que las esferas internacionales también deben integrar, por ejemplo, actividades que pertenecen tradicionalmente a la esfera del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, los secretariados de medio ambiente multilaterales, la Organización Internacional del Trabajo y la Organización Mundial del Comercio. No es de extrañar que se haya exigido la creación de una Organización Mundial del Desarrollo Sostenible que integre estas cuestiones a nivel supranacional.

Cuanto más dispares sean las funciones del gobierno (p. ej., crecimiento económico, empleo y comercio), más importante y desafiante resultará buscar la integración o se sufrirán las consecuencias de unos riesgos innecesarios.

7. CONCLUSIÓN

Este artículo contribuye a la literatura sobre desarrollo sostenible argumentando en direcciones diversas que se pueden resumir en las siguientes consideraciones.

La necesidad de grandes cambios tecnológicos, organizativos, institucionales y sociales de carácter sistémico, multidimensional y rupturista que superen los de tipo incremental para lograr mejoras de factor 10 en cuanto a uso energético y de materiales. Cambios además que trascienden el espacio del problema que se plantea el responsable político para cooptimizar avances. Así logrará beneficios mutuos de manera simultánea en la esfera del empleo, la economía y el medio ambiente.

Si se quieren hacer realidad las grandes transformaciones hacia un sistema económico más sostenible, hacen falta cambios en la regulación. En particular, se precisa una regulación estricta sobre el mercado laboral, sobre el sistema financiero, del medio ambiente, el comercio y la publicidad, porque los enfoques de mercado inspirados en el *laissez faire* no son adecuados.

Desde el lado de las áreas políticas hay que promover una efectiva integración que evite su desconexión. Por ejemplo, para promover tecnologías energéticas y em-

pleos verdes, hace falta covisualizar e implementar innovaciones industriales, intervenciones del lado de la demanda de energía y la integración de políticas del mercado laboral. El actual enfoque consistente en trabajar únicamente en tecnología energética no optimizará los hábitos de consumo ni el empleo relacionado con la energía. El deseo de que los avances en tecnología energética den lugar a cambios positivos en la demanda y el empleo puede describirse como «línea de pensamiento orientada a la filtración» (*trickle-down thinking*). Además el proceso de integración de las políticas debe darse también internacionalmente y abarcar a las políticas comerciales.

Una gestión exitosa de la innovación rupturista de un producto requiere iniciativas e información de externos para ampliar el espacio de diseño que limita a las empresas tecnológicas dominantes (van de Poel, 2000). En sectores con una participación pública o colectiva importante como el transporte, la construcción y la agricultura, esto implica que las políticas gubernamentales inteligentes tengan que ocasionar los cambios necesarios.

El actual debate, entre imponer un impuesto considerable sobre el carbono que obligue a centrales eléctricas antiguas e ineficientes a salir del mercado energético y un programa para limitar y negociar las emisiones de carbono (*cap and trade*) que permita que las antiguas centrales eléctricas mantengan su negocio comprando créditos de contaminación, pone de manifiesto las diferencias existentes entre potenciar la modernización de las tecnologías energéticas y lograr soluciones rentables desde una perspectiva estática (véase Ashford y Caldart, 2008).

Las industrias inflexibles cuyos procesos se han estancado también se enfrentan a grandes dificultades a la hora de aumentar significativamente su carácter sostenible. El giro de productos a «servicios de productos» depende de cambios en el uso, ubicación y propiedad de los productos en los que los fabricantes maduros pueden participar pero para ello hace falta aplicar importantes cambios que impliquen innovaciones sociales (cliente) y en gestión. Los cambios en los «sistemas» socio-técnicos, como el transporte o la agricultura son aún más difíciles. Esto parece indicar que el uso creativo de la intervención estatal es un modelo estratégico más prometedor para lograr transformaciones industriales sostenibles que la dependencia de políticas más neoliberales como la reducción del impuesto sobre sociedades o proporcionar créditos fiscales para adoptar una tecnología ecológica que influyan en el interés económico propio más a corto plazo de las empresas sin que ello de lugar a cambios sociales u organizativos más profundos.

Esto no quiere decir que la mejora de las capacidades analíticas y técnicas de las empresas, los esfuerzos conjuntos y la mejor comunicación con proveedores, clientes, trabajadores, otras industrias y los grupos ecológicos/de consumidores/de la comunidad no sean complementos valiosos del proceso de transformación. Pero, en la mayoría de los casos, estos medios y estrategias no parecen ser suficientes en sí mismos para llevar a cabo transformaciones considerables y no funcionarán sin unos claros objetivos establecidos para optimizar el triple objetivo de desarrollo económico, mejora de la calidad medioambiental y mejora del empleo/condiciones laborales.

En opinión del autor, estas recomendaciones constituyen las condiciones necesarias y suficientes para transformar el estado industrial en un estado más sostenible. El

lector puede consultar numerosas publicaciones, donde encontrará análisis y propuestas más específicas (Ashford y Hall, 2011).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABERNATHY, W.J. y K.B. CLARK (1985): «Innovation: mapping the winds of creative destruction» *Research Policy* 14(1): 3-22.
- ASHFORD, N.A. (ed.) (1976): *National Support for Science and Technology: An Examination of the Foreign Experience*, MIT Center for Policy Alternatives, CPA-75-12/volúmenes I y II, 15 de mayo de 1976.
- (1999) «Porter Debate Stuck in 1970s». *The Environmental Forum*, 3.
- (2000): «An Innovation-Based Strategy for a Sustainable Environment», en *Innovation-Oriented Environmental Regulation: Theoretical Approach and Empirical Analysis*, J. Hemmelskamp, K. Rennings, F. Leone (eds.) ZEW Economic Studies. Springer Verlag, Heidelberg, Nueva York, pp. 67-107.
- (2004): «Major Challenges To Engineering Education for Sustainable Development: What Has to Change to Make it Creative, Effective, and Acceptable to the Established Disciplines», *International Journal of Sustainability in Higher Education* 5(3), 239-250.
- G.R. HEATON *et al.* (1979): «Environmental, Health and Safety Regulations and Technological Innovation», en *Technological Innovation for a Dynamic Economy*. C.T. Hill y J.M. Utterback. Nueva York, Pergamon Press, Inc: 161-221.
- (1983): «Regulation and Technological Innovation in the Chemical Industry». *Law and Contemporary Problems* 46(3), 109-157.
- , C. AYERS *et al.* (1985): «Using Regulation to Change the Market for Innovation». *Harvard Environmental Law Review* 9(2), 419-466.
- , Wim HAFKAMP (eur), Frits PRAKKE y Philip VERGRAGT (2002): *Pathways to Sustainable Industrial Transformations: Optimizing Competitiveness, Employment, and Environment* Cambridge, Ashford Associates.
- y C.C. CALDART (2008): *Environmental Law, Policy, and Economics: Reclaiming the Environmental Agenda*. Cambridge: MIT Press.
- y R.P. HALL (2011): *Technology, Globalization and Sustainability*, Yale University Press.
- BEISE, M.; BLAZEJCZAK, J.; EDLER, D.; JACOB, K.; JANICKE, M.; LOEW, T.; PETSCHOW, U.; RENNINGS, K. (2003): «The Emergence of Lead Markets for Environmental Innovations» *Forschungsstelle für Umweltpolitik* (FFU): Berlín.
- BHAGWATI, J. (1993): «The Case for Free Trade», *Scientific American*, 269(5):42-49.
- (1997): «The Global Age: From a Skeptical South to a Fearful North». *The World Economy* 20(3), 259-283.
- BLAZEJCZAK, J.; EDLER, D. (2004): «Could Too Little and Too Much Turn Out to be Just Right? On the Relevance of Pioneering Environmental Policy». En *Governance for Industrial Transformation. Proceedings of the 2003 Berlin Conference on the Human Dimensions of Global Environmental Change*, Jacob, K., Binder, M., Wieczorek, A. Environmental Policy Research Centre: Berlín.
- CALDART, C.C. y N.A. ASHFORD (1999): «Negotiation as a Means of Developing and Implementing Environmental and Occupational Health and Safety Policy» *Harvard Environmental Law Review* 23(1), 141-202.
- CHARLES, T. y F. LEHNER (1998): «Competitiveness and Employment: A Strategic Dilemma for Economic Policy». *Competition and Change* 3(1/2), 207-236.

- CHRISTENSEN, C., J.M. UTTERBACK y F.F. SUAREZ (1998): «Strategies for Survival in Fast-Changing Industries». *Management Science* 44(12), S207-S220.
- CHRISTENSEN, C.M. (1997): *The Innovator's Dilemma*. Cambridge, Harvard Business School Press.
- CLEFF, T. y K. RENNINGS (1999): «Determinants of Environmental Product and Process Innovation» *European Environment* 9: 191-201.
- DALY, H.E. (1993): «The perils of free trade», *Scientific American*, 269(5): 50-54.
- DIWAN, I. y M. WALTON (1997): «How International Exchange, Technology and Institutions Affect Workers: An Introduction». *World Bank Economic Review* 11(1), 1-15.
- EKINS, P., C. FOLKE y R. COSTANZA, R. (1994), «Trade, environment and development: the issues in perspective» *Ecological Economics* 9(1), 1-12.
- ESTEVÃO, MARCELLO y FILIPO SÁ. (2008): «The 35-hour week», *Economic Policy* 23(55):417-463.
- FREEMAN, C. (1982): *The Economics of Industrial Innovation*. Londres, Frances Pinter.
- GUNNINGHAM, N.; SINCLAIR, D. (1999): «Integrative Regulation: A Principle-Based Approach to Environmental Policy.» *Law and Social Inquiry*, 24: 853-897.
- HEMMELSKAMP, J., K. RENNINGS y F. LEONE (eds.), (2000): *Innovation-Oriented Environmental Regulation: Theoretical Approach and Empirical Analysis*, ZEW Economic Studies. Springer Verlag, Heidelberg, Nueva York
- JAFFE, Adam B., Steven R. PETERSON, Paul R. PORTNEY y Robert N. STAVINS (1995): «Environmental Regulation and the Competitiveness of U.S. Manufacturing: What Does the Evidence Tell Us?» *Journal of Economic Literature* 33 (1), 132-163.
- JÄNICKE, Martin y Jacob, KLAUS (2004): «Lead Markets for Environmental Innovations: A New Role for the Nation State» *Global Environmental Politics* 4(1), 29-46.
- JORDAN, A. y A. LENSCHOW (2010): «Environmental Policy Integration: A State of Art Review». *Environmental Policy and Governance*, (20)3: 147-158.
- KEMP, R. (1994): «Technology and Environmental Sustainability: The Problem of Technological Regime Shift.» *Futures* 26(10), 1023-1046.
- (1997): *Environmental Policy and Technical Change: A Comparison of the Technological Impact of Policy Instruments* Cheltenham, Reino Unido: Edward Elgar.
- KULISH, N. (2010): «Defying Others, Germany Finds Economic Success,» *New York Times*, 13 de agosto de 2010.
- LUITEN, E.E.M. (2001): *Beyond energy efficiency: actors, networks and government intervention in the development of industrial process technologies* Utrecht, Utrecht University.
- MONT, O. y LINDHQUIST, T. «The Role of Public Policy in Advancement of Product Service Systems», *Journal of Cleaner Production* 11 (2003) 905-914 (10 páginas).
- MOORS, E.H.M. (2000): *Metal Making in Motion: Technology Choices for Sustainable Metals Production* Delft, Delft University of Technology.
- NELSON, R.R. y S.G. WINTER (1977): «In Search of Useful Theory of Innovation». *Research Policy* 6, 36-76.
- PARTIDARIO, P.J. (2003): «What-if»: *From path dependency to path creation in a coatings chain: a methodology for strategies towards sustainable innovation* Delft, Delft University of Technology.
- PORTER, M.I. (1990): *The Competitive Advantage of Nations* Nueva York: Free Press.
- PORTER, M.E. y Claas VAN DEN LINDE (1995a): «Green and Competitive: Ending the Stalemate» *Harvard Business Review* Septiembre/Octubre 1995:120-134.
- (1995b): «Towards a New Conceptualization of the Environment-Competitiveness Relationship» *J. Economic Perspectives* 9(4), 97-118.
- RENNINGS, K.; KEMP, R.; BARTOLOMEO, M.; HEMMELSKAMP, J.; HITCHENS, D. (2003): *Blueprints for an Integration of Science, Technology and Environmental Policy* (BLUEPRINT). Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW): Mannheim.
- SCHUMPETER, J. (1939): *Business Cycles: A Theoretical, Historical and Statistical Analysis of the Capitalist Process* Nueva York, McGraw-Hill.
- (1962): *Capitalism, Socialism and Democracy*. Nueva York, Harper torchbooks.
- UTTERBACK, J.M. (1987): *Innovation and Industrial Evolution in Manufacturing Industries. Technology and Global Industry: Companies & Nations in the World Economy*. B.R. Guile y H. Brooks. Washington, D.C., National Academy Press: 16-48.
- (1996): *Mastering the Dynamics of Innovation*. Cambridge, Harvard Business School Press.
- y H.F. ACEE (2005): «Disruptive Technologies: An Expanded View». *International Journal of Innovation Management* 9(1): 1-17.

- VAN DE POEL, I. (2000): «On the Role of Outsiders in Technical Development». *Technology Analysis & Strategic Management*, 12(3): 383-397.
- VOGEL, D. (1995): «Chapter 1: National Regulation in the Global Economy» en Trading Up: *Consumer and Environmental Protection in a Global Economy* Cambridge, MA: Harvard University Press, 1995, pp. 1-23.
- WALLEY, N.; WHITEHEAD, B. (1994): «It's Not Easy Being Green.» *Harvard Business Review*, 46-52.
- WCED = COMISIÓN MUNDIAL SOBRE MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO (1087): *Our Common Future*. Oxford University Press: Oxford.
- WORLD ECONOMIC FORUM (Foro Económico Mundial) (2002): Yale Center for Environmental Law and Policy, Universidad de Yale, Center for International Earth Science Information Network y Universidad de Columbia. *Environmental Sustainability Index: An Initiative of the Global Leaders of Tomorrow*. Grupo de trabajo sobre Medio Ambiente, Foro Económico Mundial: Ginebra.