

DT 22 / Noviembre 1996

COMPETITIVIDAD, INNOVACION y DESARROLLO SUSTENTABLE

Una discusión conceptual

Andrés López

Este trabajo forma parte del proyecto “Competitividad, Innovación Tecnológica y Desarrollo Sustentable”, financiado por el IDRC, el North South Center de la Universidad de Miami y la Avina Foundation. La dirección del proyecto está a cargo del Dr. Daniel Chudnovsky.

INDICE

Introducción	1
1) Del pesimismo al optimismo.....	3
a) Las potencialidades del enfoque de “prevención de la contaminación”	3
b) La prevención de la contaminación en la práctica	9
c) ¿Cuales son las regulaciones adecuadas en materia ambiental?	17
2) Innovación, medio ambiente y competitividad.....	19
a) Las hipótesis de Porter	19
b) La crítica neoclásica.....	23
c) Teoría de la firma y teoría de la innovación: una concepción alternativa.....	26
d) El debate a la luz del marco teórico evolucionista	30
3) El debate en los países en desarrollo.....	33
a) Desarrollo económico y contaminación ambiental: el papel del cambio tecnológico.....	33
b) Los límites del argumento ortodoxo	37
c) El desafío del desarrollo sustentable.....	42
d) Implicancias de política.....	44
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	48

Introducción¹

Tradicionalmente, la introducción de regulaciones para reducir la contaminación ambiental provocada por las actividades productivas ha sido vista como un factor que eleva los costos de las firmas, ya que éstas deben responder a dichas regulaciones mediante inversiones y gastos operativos adicionales a los corrientemente requeridos por la marcha normal de sus negocios. En consecuencia, se suele pensar que existe un *trade-off* entre la preservación del medio ambiente y la competitividad empresarial y, por extensión, de la competitividad nacional. Asimismo, en la medida que las regulaciones ambientales implican mayores costos o el sacrificio de oportunidades de inversión más rentables, se suele esperar que la tasa de crecimiento económico se vea reducida como consecuencia de la introducción de aquellas.

Si nos atenemos a este argumento, realmente puede resultar sorprendente que alguien, en este caso Michael Porter, proponga en algunos artículos que han atraído creciente atención -tanto favorable como hostil- que “desde el punto de vista de la productividad de los recursos, la mejora en la situación ambiental y la competitividad van juntas” (Porter y Van der Linde, 1995a y b). El factor clave que permitiría el logro simultáneo de estos objetivos aparentemente incompatibles es la propia actividad innovativa a nivel de la firma y las precondiciones para que dicha actividad tome un sendero “más verde” serían tanto microeconómicas (cambios en las estrategias, percepciones y rutinas empresarias) como regulatorias (esquemas de control de la contaminación que estimulen respuestas innovativas por parte de las firmas).

Este discurso, y sus proponentes, están lejos de constituirse en elementos exóticos dentro del debate sobre el medio ambiente, la competitividad y el crecimiento económico. Muchos políticos -por ejemplo, el vicepresidente de los Estados Unidos, Al Gore-, *policy-makers* y empresarios -notablemente, el *Business Council for Sustainable Development*- vienen sosteniendo que un sector productivo -y, por extensión, un país- “más limpio” puede ser más competitivo que aquellos que continúan contaminando al medio ambiente de forma masiva. En la vereda opuesta, los economistas ortodoxos (neoclásicos) -entre otros grupos- se han mostrado, en general, escépticos respecto de este tipo de argumentos y han rechazado enfáticamente las hipótesis de Porter.

Para los fines de este artículo, el “debate Porter” es un punto de partida para discutir los vínculos entre innovación, cuidado del medio ambiente y desarrollo económico. Más que “tomar partido”, el trabajo se propone explorar los elementos conceptuales y empíricos que subyacen la controversia, a través de una revisión de la extensa literatura y de la escasa evidencia disponible sobre el tema. Al mismo tiempo, ya que se trata de una discusión que se ha venido dando fundamentalmente en los países desarrollados (PD) -y en particular en los Estados Unidos-, la intención es sugerir un marco conceptual para trasladar las cuestiones allí debatidas a la realidad de los países en desarrollo (PED), así como extraer algunas lecciones de política relevantes.

¹. Los valiosos comentarios y sugerencias de Daniel Chudnovsky y Martina Chidiak han mejorado notablemente el presente trabajo. El autor agradece asimismo la eficaz asistencia de Valeria Freylejer.

En síntesis, las principales conclusiones a las que se arriba son las siguientes:

- El marco teórico neoclásico es inadecuado para examinar las vinculaciones entre innovación, competitividad y medio ambiente. Por ende, el rechazo de la hipótesis de Porter en base a dicho marco teórico no es concluyente. Ciertamente, esto no prueba que esa hipótesis sea correcta, ya que la evidencia empírica al respecto es todavía escasa y contradictoria y Porter no presenta un marco teórico alternativo que contribuya a sustentar sus argumentos.
- Algunas ideas de Porter encajan en el marco teórico que se está construyendo en el seno de la llamada escuela evolucionista, el cual permite entender mejor los procesos de cambio tecnológico y las estrategias y desempeños de las firmas. Sin embargo, esta compatibilidad se limita a una versión modificada respecto de la hipótesis más difundida de Porter, ya que las posibilidades de responder innovativamente a las regulaciones ambientales no es generalizada sino que, en principio, estaría limitada a las firmas/naciones que ya hayan alcanzado un nivel elevado de competitividad, eficiencia productiva y capacidades tecnológicas endógenas.
- En el enfoque evolucionista, la verificación de las hipótesis de Porter implicaría el pasaje a un nuevo paradigma tecnológico “más verde”. No obstante, hay incertidumbre sobre cuáles serían las políticas adecuadas para facilitar tal pasaje, ya que éste implica transformaciones de largo alcance en el plano institucional, las estrategias empresarias, la lógica que gobierna las elecciones tecnológicas, los gustos de los consumidores, etc.; más aún, podrían ser necesarios avances en el plano del conocimiento científico, cuya aparición es imprevisible.
- En los PED la urgencia por conciliar los objetivos de preservación del medio ambiente y aceleración del proceso de desarrollo es mayor aún que en los PD, debido a la persistencia de serios problemas económicos y sociales irresueltos. De nuevo, el cambio tecnológico sería el vector esencial para conciliar ambos objetivos; en consecuencia, las regulaciones ambientales, por sí solas y más allá de las características que asuman, no son suficientes en este sentido.
- La dinámica del proceso de cambio tecnológico en los PED es muy diferente al caso de los PD, ya que, en lo esencial, aquel grupo de países depende de fuentes extranjeras para modernizarse tecnológicamente. Sobre esta base, los economistas neoclásicos recomiendan una apertura a los flujos internacionales de mercancías, capitales y tecnología, con el objetivo tanto de inducir procesos de modernización y mejoras en la eficiencia productiva de las firmas privadas, como de facilitar el acceso de éstas a las tecnologías de frontera.
- Sin embargo, el marco teórico neoclásico es inadecuado para entender el proceso de cambio tecnológico en los PED, ya que omite la necesidad de contar con capacidades endógenas que permitan monitorear, elegir, adoptar, operar y adaptar las tecnologías importadas. Por ende, es preciso diseñar instrumentos de política que induzcan la generación de tales capacidades, de modo de poder aprovechar plenamente las potencialidades de las fuentes extranjeras de tecnología; asimismo, otras dimensiones de política deben ser también contempladas: el marco macroeconómico, la situación de las PyMEs, etc.. Esta exigencia es

aún más apremiante si se acepta que las posibilidades de responder innovativamente a las regulaciones ambientales dependen de las capacidades tecnológicas acumuladas previamente.

- Teniendo en cuenta la pobre evidencia empírica disponible en la materia para el caso de los PED, es preciso encarar una serie de líneas de investigación tendientes a arrojar luz sobre las principales cuestiones en debate y ayudar en la formulación de un marco de políticas adecuado.

Antes de continuar, es preciso formular una advertencia. En este trabajo no se discutirá sobre las políticas e instrumentos necesarios para resolver los graves problemas de contaminación ya acumulados -tanto a nivel global como de cada nación-, sino sobre las posibilidades de lograr que, a futuro, las firmas reduzcan sus niveles corrientes de contaminación con el menor costo posible y con el mínimo perjuicio sobre la competitividad empresarial y sobre el crecimiento económico a nivel nacional. Asimismo, la atención se centra sobre los problemas de contaminación industrial; las conclusiones a las que se arriba no se aplican necesariamente a otros problemas (por ejemplo, erosión de suelos, falta de acceso a agua potable, deforestación, *global warming*, emisiones de fuentes móviles, capa de ozono, entre otros), los cuales, en muchos casos, aparecen como de más difícil tratamiento que los derivados de la contaminación industrial (OECD, 1992).

En la primera sección del trabajo se presenta el marco general del debate sobre innovación, contaminación ambiental y desarrollo y se plantean los fundamentos sobre los que se asienta el “nuevo optimismo” en este campo; en particular, se hace hincapié en la necesidad de pasar de los métodos de control de la contaminación de tipo *end-of-pipe* a los sistemas de “prevención de la contaminación” (*pollution prevention*) también llamados de “eco-eficiencia”. La evidencia empírica sobre el tema es también discutida en esta sección. Luego se analizan las hipótesis propuestas por Porter y se exponen las críticas neoclásicas. Asimismo, se presenta un marco teórico alternativo -basado en las ideas evolucionistas- para discutir las ideas de Porter y las críticas neoclásicas. En la sección tercera, se traslada el debate a los PED. Se presentan las recomendaciones que plantean los economistas neoclásicos y se exponen las limitaciones y dificultades de los argumentos en los que se basan dichas recomendaciones, para pasar a exponer una concepción alternativa -con muchos puntos en común con la que sugiere la escuela evolucionista- para tratar los temas bajo examen en el caso de los PED. Finalmente, se propone una agenda de temas a investigar y algunas implicancias de política.

1) Del pesimismo al optimismo

a) Las potencialidades del enfoque de “prevención de la contaminación”

Desde tiempo atrás han venido surgiendo planteos que coinciden, con matices, en reclamar un freno al crecimiento económico de los PD bajo el supuesto de que la continuidad del actual ritmo -y patrón característico- del proceso de expansión económica traspasará los límites de

tolerancia del ecosistema planetario². En el extremo, existe un “pesimismo radical” que exige una redefinición drástica de los estilos de vida y consumo, apuntando a la desindustrialización, desurbanización y descentralización como modos de retornar al equilibrio ecológico (Bahro, 1984 y 1986); en otras palabras, se plantea la incompatibilidad entre el capitalismo (así como del llamado “socialismo real”) y la preservación del medio ambiente. En tanto, algunos autores reclaman una redistribución global de recursos desde el Norte hacia el Sur como medio de resolver simultáneamente los problemas de contaminación a nivel global y de pobreza en los PED (Sutcliffe, 1995).

Más recientemente, en el otro “extremo”, se han estado difundiendo visiones más “optimistas”. La introducción de la noción de desarrollo sustentable, adoptada en el llamado “Informe Brundtland” (WCED, 1987), fue uno de los primeros pasos en dirección a plantear la compatibilidad entre los objetivos de crecimiento económico y cuidado del medio ambiente.

El argumento más difundido a favor de una relación negativa entre el crecimiento económico y los niveles de contaminación ambiental es el de la “curva ambiental de Kuznets” (*Environmental Kuznets Curve*). Según este enfoque, el crecimiento económico está asociado con un sesgo hacia la producción de servicios (los cuales, en general, causan un menor daño ambiental), implica el uso creciente de alta tecnología (habitualmente más amigable con el medio ambiente) y permite a gobiernos y consumidores elevar sus gastos en protección al medio ambiente. Así, se postula que la degradación ambiental aumenta hasta un cierto punto durante el proceso de crecimiento, para luego disminuir. Esta conclusión estaría avalada por diversos trabajos empíricos con datos *cross-country* (por ejemplo, Grossman, 1993 y Grossman y Krueger, 1991 y 1994). Existiría, entonces, un escenario de “win-win”; pero que sólo se alcanzaría luego de soportar, inevitablemente, un aumento en los niveles de contaminación durante las primeras etapas del desarrollo (Ferguson et al, 1996).

La hipótesis de la “curva de Kuznets” ha sido criticada tanto conceptual como empíricamente. En el primer caso se señala que: i) el crecimiento del sector servicios no implica una reducción en términos absolutos de la agricultura y la industria; ii) parte del movimiento de los PD hacia los servicios fue posibilitado porque los PED comenzaron a producir bienes industriales maduros, pero no está claro si existirá para los PED la oportunidad de moverse en la misma dirección en que lo hicieron los PD; en otras palabras, que haya existido una curva de Kuznets para los PD no implica que esa experiencia sea extrapolable al caso de los PED; iii) muchas veces la tecnología moderna tiene un alto riesgo ambiental -por ej., la energía nuclear-; iv) la curva de Kuznets puede haberse alcanzado gracias a las crecientes exigencias ambientales en los PD y no por el proceso de crecimiento económico en sí mismo (Ferguson et al, 1996).

En tanto, las estimaciones econométricas que intentan demostrar la existencia de una “curva de Kuznets” también han sido cuestionadas. Las principales críticas son las siguientes: i) los “puntos de quiebre” donde comienza a disminuir la contaminación son muy variables según los casos (de U\$S 1900 a U\$S 11600); ii) hay diferencias fuertes en las estimaciones de los puntos de quiebre entre los distintos trabajos empíricos; iii) en algunos casos las estimaciones

². La referencia pionera en este sentido es el argumento sobre los “límites del crecimiento” (Meadows et al, 1972).

muestran un segundo punto de quiebre, donde los niveles de contaminación vuelven a elevarse; iv) se ignoran las posibles irreversibilidades ocurridas en materia ambiental durante el proceso de desarrollo; v) no se consideran las pérdidas en el potencial de crecimiento derivadas del agotamiento de los recursos naturales; vi) se omiten algunos indicadores clave en materia de contaminación; vii) los modelos usados no especifican porqué ocurre la mejora ambiental; viii) existen problemas técnicos irresueltos en buena parte de las estimaciones realizadas (Ferguson et al, 1996; Stern et al, 1996).

Según el Banco Mundial, a medida que avanza el proceso de desarrollo ciertos problemas ambientales mejoran pero surgen otros nuevos. Los países de ingresos bajos tienen problemas tales como erosión de suelos y falta de acceso a agua potable. Estos problemas se alivian a medida que avanza el grado de industrialización, pero aparecen otros (descarga de contaminantes en el aire y el agua, etc.) que inicialmente empeoran, para mejorar más adelante, aunque no automáticamente, sino como resultado de políticas específicas. A su vez, un tercer grupo de problemas (residuos tóxicos y municipales, pesticidas, emisión de CO₂ y NO₂) continúa empeorando aún cuando los ingresos crecen; su solución también depende de políticas e incentivos adecuados. De todos modos, si bien estas etapas existen, no hay una relación inevitable entre niveles de ingreso y determinados problemas ambientales; ella dependerá de las políticas implementadas en cada país y en cada etapa del proceso de desarrollo (World Bank, 1992).

Al presente, la mayor parte de los analistas coincide en que se debería reducir el ritmo de crecimiento en los PD, en una magnitud más o menos significativa según los supuestos que se adopten, si no se quiere degradar irreversiblemente el medio ambiente (o, alternativamente, que el costo de “cuidar” el medio ambiente se expresará en una reducción de la tasa de aumento del producto)^{3,4}. Sin embargo, es evidente que la posición optimista está ganando creciente espacio tanto en la literatura académica como en los discursos y acciones de *policy-makers*, líderes políticos y organizaciones empresarias. Este optimismo descansa en gran medida en la confianza en las potencialidades de la innovación tecnológica; en otras palabras, más que en una extrapolación del pasado -tal como la que hacen los estudios citados anteriormente- se trata de una “apuesta” a las posibilidades futuras abiertas por el proceso de cambio tecnológico.

En buena medida, la difusión del optimismo se debe a que, aún en las naciones más avanzadas, subsisten problemas sociales que necesitan respuesta -desempleo, exclusión de determinados sectores de los beneficios del crecimiento, etc.-, los cuales son todavía más agudos en el mundo en desarrollo. Dentro de los límites que fija la lógica de funcionamiento del sistema capitalista, dichos problemas sólo parecen resolubles en un contexto de continuidad del

³. Para un resumen de las discusiones al respecto, véase Ekins y Jacobs (1995) y Ferguson et al (1996).

⁴. Un tema vinculado, pero que por razones de espacio no será tratado aquí, es el de la necesidad de reformar el sistema de cuentas nacionales para incluir la variable ambiental. El argumento es que los métodos convencionales de medición del PBI no consideran a los “insumos ambientales” que entran en el proceso productivo, por lo cual los métodos actuales dan como resultado tasas de crecimiento del producto mayores a las “reales”. Obviamente, si se reformulara el sistema de cálculo del PBI en este sentido, el *trade-off* entre protección del medio ambiente y crecimiento económico sería mucho menor al que registran los actuales métodos de cuentas nacionales (ver Ekins y Jacob, 1995).

proceso de crecimiento, lo cual hace entendible la buena recepción de la que gozan los argumentos que plantean la compatibilidad entre dicho proceso y la preservación del ecosistema.

Las visiones optimistas enfatizan fundamentalmente las posibilidades que brindan las estrategias de “prevención de la contaminación” (*pollution prevention -PP-*) o “eco-eficiencia” frente a las soluciones más convencionales, simbolizadas en el concepto de tratamiento al final del proceso (*end-of-pipe -EOP-*)^{5,6}. Según Von Amsberg (1995), la PP se identifica con “aquellas opciones que incrementan la eficiencia productiva, reducen la generación de residuos y aplican tecnologías intrínsecamente más limpias o reciclan sustancias que antes se descartaban como residuos”. La OTA (1994) distingue cinco tipos de acciones que se engloban bajo la noción de PP:

- Adecuada gestión y mantenimiento de las plantas y enfoques de gestión innovativos: incluyen mantenimiento preventivo, entrenamiento de la fuerza de trabajo, cooperación con clientes y proveedores, ahorros de energía, agua e insumos tóxicos, etc..
- Reformulación de productos y sustitución de materias primas.
- Modificaciones de procesos empleando tecnologías existentes.
- Modificaciones fundamentales en los procesos, que requieren nuevas tecnologías más limpias. Al presente, las tecnologías ambientales se han centrado en procesos individuales; sin embargo, la producción manufacturera es una red de procesos interconectados. El “hacer más limpio” cada proceso individual, puede ser menos efectivo que encontrar el grupo de procesos que hagan que una industria entera sea menos contaminante que antes.
- Reciclado externo: esta alternativa se vincula con el concepto de ecología industrial -EI- (ver más abajo). De nuevo, optimizar la reutilización de residuos en cada planta individual puede ser menos eficiente que hacerlo con cada material a nivel del conjunto del sistema industrial (por ejemplo, mediante el intercambio de residuos entre distintas unidades económicas).

Las ventajas del enfoque de PP serían tanto económicas como ecológicas. En el segundo caso, el redireccionamiento de los esfuerzos hacia la PP permitiría superar las limitaciones del enfoque EOP, que si bien ha logrado solucionar algunos problemas determinados, a menudo lo ha hecho a costa de la creación de otros nuevos (por ej., la contaminación cruzada entre tierra, agua y aire). Al mismo tiempo, desde el punto de vista económico, los métodos de PP tendrían un costo menor para reducir la contaminación, e incluso, en algunos casos, permitirían a las

⁵. En este trabajo, y en mérito a la concisión, la referencia a medidas EOP incluye las llamadas tecnologías de control de la contaminación -convierten a las sustancias peligrosas en inofensivas antes de que sean emitidas hacia el medio ambiente- y también a las de reparación y restauración (también conocidas como *cleanup*) -hacen inocuas las sustancias peligrosas que ya han penetrado en el medio ambiente y/o mejoran los ecosistemas que se han degradado debido a efectos inducidos natural o antropogénicamente- (NSTC, 1994).

⁶. Sin embargo, en muchos casos los límites entre PP y EOP son difusos; por ejemplo, en ocasiones a través de medidas EOP se recuperan sustancias que poseen valor económico. Por otro lado, no siempre las soluciones de PP eliminan totalmente la necesidad de tratamiento EOP.

firmas obtener ahorros en sus costos totales o, más generalmente, mejoras en la rentabilidad global de sus operaciones⁷.

La OTA (1994) relaciona los recientes cambios en materia de gestión empresarial y productiva que se han generalizado en los PD -*just in time* (JIT), *total quality management* (TQM), etc.- con la probabilidad de que se difunda el enfoque de PP. En los tres casos, las firmas examinan sus procesos productivos con detalle y enfatizan la mejora continua en calidad y productividad y la reducción de los residuos y de la contaminación. Estas prácticas incorporan nuevos métodos de contabilidad con el objetivo de asignar todos los costos a los productos o procesos productivos específicos. También se estimula el progreso en el *benchmarking*; mientras que en el sistema de TQM las firmas buscan llegar a cero defectos, en la PP el objetivo final sería lograr cero emisiones. El involucramiento de los operarios en la presentación de sugerencias innovativas y la participación de todas las partes de la firma en los procesos decisorios, en lugar de confinarlos a áreas específicas, son también rasgos compartidos. A su vez, la integración del enfoque de PP en las operaciones industriales puede llevar a las firmas a prestar más atención a la eficiencia de sus procesos productivos, de manera consistente con los nuevos enfoques de gestión.

El optimismo sobre las potencialidades del enfoque de PP no abarca únicamente el campo de la firma y su rentabilidad, sino que se extiende al nivel nacional. Según la OECD (1992) un continuo crecimiento económico -en conjunción con políticas ambientales adecuadas- puede generar un proceso de innovación y difusión de tecnologías que favorezcan el desarrollo sustentable, al menos bajo ciertas condiciones. El costo económico de cumplir con la mayor parte de los objetivos ambientales no debería ser inaceptable si existen políticas apropiadas⁸.

Según la OECD (1995), cuando las políticas públicas o las preferencias de los consumidores elevan los niveles de protección ambiental, existen efectos positivos sobre la competitividad de las firmas y de las naciones⁹, ya que se estimulan el cambio tecnológico, la inversión y el

⁷. En este sentido, se argumenta que la existencia de un flujo continuo de innovaciones destinadas a brindar seguridad ambiental se ha convertido en una importante herramienta de ventas y que el logro de una buena *performance* ambiental es un factor esencial para aumentar la competitividad y mejorar la imagen corporativa (OECD, 1992; UNCTAD, 1993a).

⁸. En el mismo sentido, un documento preparado para la Casa Blanca por el *National Science and Technology Council* (NSTC), expresa: "Nuestra visión es la de un crecimiento económico de largo plazo que cree trabajos al tiempo que mantiene y mejora el medio ambiente. Reconciliar estos objetivos requiere una estrategia tecnológica ambiental que ayude a la industria a pasar de un enfoque de manejo de residuos a otro de prevención de la contaminación, el uso eficiente de recursos y la 'ecología industrial'. Una estrategia progresiva ayudará a las firmas a hacerse más competitivas reduciendo sus necesidades de energía y recursos mientras disminuyen o eliminan sus costos de limpieza y disposición. A nivel nacional, generará crecimiento económico al capturar el mercado rápidamente creciente para tecnologías limpias y al desviar el dinero del consumo de recursos a la inversión en nuevas plantas y equipamiento. Globalmente, ayudará a los países en desarrollo a saltar directamente hacia tecnologías sustentables en varios sectores manufactureros y de servicios" (NSTC, 1994).

⁹. Aún si las firmas informan sobre aumentos de costos asociados con exigencias ambientales específicas, podría ocurrir que tales costos se redujeran con políticas más adecuadas o con enfoques innovativos. Por tanto, los estudios convencionales sobre la relación competitividad-medio ambiente deben ser tomados como una representación parcial y estática del problema, en tanto que la interpretación dinámica podría ser totalmente diferente (UNCTAD, 1995a).

aumento de la eficiencia productiva de las firmas privadas, en especial cuando la contaminación se reduce en la fuente. Por ende, los países con estándares ambientales estrictos tendrán ventajas competitivas en el creciente mercado internacional para tecnologías, equipos y servicios ambientales¹⁰.

Una de las propuestas más orgánicas en este sentido es la llamada “ecología industrial” (EI), la cual se presenta como una aproximación “sistémica” al tratamiento de los problemas ambientales (Socolow et al, 1994). La EI busca evitar la generación de contaminantes, en lugar de tratarlos *a posteriori* de su aparición, y supone que los residuos de cada etapa del proceso productivo pueden ser utilizados como insumos en otras. Así, se intenta optimizar el ciclo global de materiales desde las materias primas a los productos terminados y la disposición final de los residuos¹¹. El *desideratum* consiste en que todos los residuos se transformen en recursos o que los ciclos productivos sean totalmente “cerrados” (Graedel, 1994). En esta perspectiva, se incluyen tanto ideas de largo plazo para resolver los problemas ambientales -*eco-restructuring*-, como el diseño e implementación de soluciones prácticas en el corto plazo -*design for the environment* o *green design*- (UNCTAD, 1993a).

El *green design* analiza el diseño de procesos y productos a través un enfoque del ciclo de vida del producto. Según la OTA (1992), a través de una adecuada capacidad en la etapa de diseño una firma puede reducir el tiempo de desarrollo de los productos, mejorar la calidad y reducir costos¹². Al mismo tiempo, es en la etapa de diseño cuando se deciden las características ambientales básicas de un producto o proceso, ya que se eligen el tipo de recursos y los procesos manufactureros a emplear, lo cual determina, en última instancia, las características de los residuos generados. En consecuencia, el *green design* da lugar a que mejoras de competitividad y protección del medio ambiente sean consistentes, ya que las estrategias de diseño que reducen los costos de producción y mejoran la calidad, a menudo pueden generar menos contaminación¹³.

¹⁰. Por ej., gracias a dichas exigencias Japón logró importantes avances en algunas tecnologías ambientales, que redundaron en un creciente negocio exportador (OECD, 1992). A su vez, según el Ministerio de Medio Ambiente alemán, los estrictos estándares internos han beneficiado a las firmas locales. Si bien cuando se inició la tendencia a elevar los requisitos ambientales las firmas se oponían, argumentando que no disponían de la tecnología necesaria, en la actualidad las firmas alemanas son las principales exportadoras de tecnologías avanzadas en esta materia (Chudnovsky et al, 1994).

¹¹. Según Graedel (1994), del mismo modo que las relaciones entre proveedores y fabricantes se redefinieron radicalmente a partir de la introducción de las técnicas de JIT - eliminando fuentes de residuos a partir de la necesidad de minimizar inventarios-, lo mismo ocurrirá con la introducción de los esquemas de “ecología industrial”, los cuales también requieren de una fuerte cooperación entre diseñadores de equipamiento y procesos, ingenieros de procesos y proveedores.

¹². La OTA cita un estudio realizado por el National Research Council, donde se estima que, como mínimo, un 70% de los costos de desarrollo, manufactura y utilización de un producto se determina en las etapas iniciales de diseño.

¹³. La opción más simple es optimizar los atributos específicamente ambientales de un determinado producto o proceso, dejando lo demás sin cambios. Una versión más ambiciosa parte de una aproximación sistémica, que puede requerir nuevos patrones de organización industrial, tales como la formación de relaciones cooperativas entre proveedores, productores y manipuladores de residuos. Una implicación interesante de este planteo es que resalta las interdependencias entre las opciones tecnológicas abiertas en distintas ramas productivas, así como con las actividades de distribución, consumo, disposición final, etc.. Los niveles de incertidumbre y complejidad, así como las necesidades de coordinación, son necesariamente mayores que en el caso de las soluciones EOP.

En cuanto al *eco-restructuring*, el objetivo sería alcanzar reducciones drásticas en el uso de combustibles fósiles (“descarbonización” del sistema energético) y en las emisiones de compuestos químicos tóxicos de larga duración (“desmaterialización” de la producción)¹⁴. Algunos adherentes del enfoque de la EI argumentan que la industrialización, en el largo plazo, resuelve los problemas ambientales que ella misma generó, ya que el sistema de incentivos inherente al desarrollo del sector industrial iría en dirección a los objetivos del *eco-restructuring*: i) minimizar el uso de recursos por unidad de actividad económica -desmaterialización-; ii) mejorar la compatibilidad ambiental de los materiales empleados, procesados y entregados por la industria con relación a, por ejemplo, el uso de energía -descarbonización- (Grubler, 1994).

Según Socolow (1994), en el enfoque de la EI la atención se desplaza desde la fábrica hacia la gestión de los productos a lo largo de su vida útil y hacia las fuentes dispersas de contaminación (agroquímicos, residuos domiciliarios). Aquí, “la importancia de los consumidores es indisimulable y el ataque a la producción industrial ya no es el eje de la política ambiental”. Asimismo, “en el marco de la EI, el sector manufacturero se convierte en un hacedor y no en un tomador de políticas”.

No sorprende, entonces, que organizaciones empresarias, tales como el *Business Council for Sustainable Development*, adopten posturas similares. Así, Schmidheiny (1992) introduce el concepto de eco-eficiencia; las firmas eco-eficientes son aquellas que mejoran sus métodos de trabajo, sustituyen materiales problemáticos, introducen tecnologías y productos limpios y se esfuerzan por un uso eficiente y el reciclaje de los recursos.

Será Michael Porter quien formulará más seductoramente los argumentos optimistas, postulando la existencia de una relación positiva entre protección del medio ambiente y competitividad a nivel de la firma y, por extensión, de la Nación como un todo. Más aún, según Porter, las situaciones *win-win* no sólo son habituales, sino que, con políticas adecuadas, deberían ser la norma. Esta hipótesis, “ultra-optimista”, será discutida en la sección siguiente. Antes, revisaremos brevemente la escasa evidencia empírica disponible sobre la difusión y efectos del enfoque de PP.

b) La prevención de la contaminación en la práctica

En varios países se han puesto en marcha iniciativas para estimular la difusión del enfoque de PP, tratando de mostrar a las firmas la posibilidad de encontrar oportunidades para reducir la contaminación y, al mismo tiempo, elevar su competitividad (Almeida, 1993; EPA, 1991; NSTC, 1994; O’Connor y Turnham, 1992; OTA, 1994; Porter y Van der Linde, 1995a y b; UNCTAD, 1993c)¹⁵. Además de los casos en que se generan reducciones netas de los costos totales de las firmas, también ocurre que las empresas innovadoras pueden emplear su capacidad técnica

¹⁴. La hipótesis de desmaterialización de la producción aludía originalmente a las tendencias a un cambio en la composición de la demanda en los PD en contra de los productos intensivos en materias primas y a una disminución en la intensidad de uso de las materias primas en el sector industrial (UNCTAD, 1986).

¹⁵. Estas iniciativas de difusión se han extendido hacia los PED. Por ejemplo, la *United States Agency for International Development* (USAID) financia el *Environmental Pollution Prevention Project* (EP3) destinado a transferir información y asistencia técnica sobre programas de PP y de desarrollo sustentable hacia los PED.

en materia ambiental no sólo para promover la imagen corporativa y ganar la preferencia de los consumidores, sino también como un arma frente a los competidores menos eficientes a medida que el endurecimiento de los estándares ambientales pone en desventaja a estos últimos (O'Connor y Turnham, 1992). La lógica subyacente, desde el punto de vista de la política ambiental, es que en la medida en que tales opciones se perciban e implementen, se lograrán resultados similares (o mejores) en cuanto a reducción de la contaminación a un costo muy inferior al que implica un sistema basado únicamente en la existencia de sanciones para los contaminadores.

En consecuencia, desde mediados de los años 1980, pero con énfasis creciente a lo largo del tiempo, se favorecen los proyectos de PP a través de distintas vías¹⁶ y se busca estimular a las firmas para que incluyan la dimensión ambiental en su gestión y mejoren su capacidad para solucionar problemas mediante innovaciones organizacionales y tecnológicas. El desarrollo de nuevos instrumentos, tales como los requisitos de análisis del impacto ambiental durante el ciclo de vida completo de los productos, los sellos ecológicos (OECD, 1991b; UNEP, 1996) o las normas de gestión ambiental tipo ISO 14000 o EMAS -European Union Eco-Management and Audit Scheme- (Benchmark Environmental Consulting, 1995; UNCTAD, 1995b), debe entenderse en este contexto. Lo mismo ocurre con los intentos de introducir mecanismos de mercado, que brindan mayor flexibilidad para que las firmas elijan las soluciones técnicas que consideren más adecuadas, en la política ambiental (CEPAL, 1993; NSTC, 1994; O'Connor, 1995; OECD, 1994; OTA, 1994; Scholz et al, 1994).

La agencia estadounidense encargada de la protección del medio ambiente (la *United States Environmental Protection Agency* -EPA-) se ha convertido en una de las principales difusoras del enfoque de PP (EPA, 1991), y en 1991 lanzó su *National Pollution Prevention Strategy*, que incluía una serie de iniciativas destinadas a ampliar y profundizar las actividades públicas y privadas en relación con la prevención de la contaminación. Un elemento importante en esta dirección fue la creación del programa 33/50 de iniciativas voluntarias de prevención de la contaminación para reducir las emisiones de 17 sustancias químicas peligrosas¹⁷.

Los buenos resultados de los programas voluntarios de sobrecumplimiento de metas ambientales, tales como los implementados por la EPA en los Estados Unidos (Arora y Casson, 1995), son también indicadores relevantes en este sentido. Las primeras evaluaciones señalan que el sobrecumplimiento intencional puede estar motivado por el deseo de influir en las preferencias de los consumidores, mejorar la imagen de la firma o anticipar futuras regulaciones más estrictas. Algunos analistas señalan también que las firmas pueden sobrecumplir para que las autoridades impongan estándares más exigentes, de modo que aumente el costo de cumplimiento para los competidores -en especial cuando la tecnología no es fácilmente imitable-.

¹⁶. En los Estados Unidos, esta preferencia adquirió rango oficial a través de la *Pollution Prevention Act*, de 1990, la cual estableció una jerarquía en cuanto a la preferencia de distintas alternativas para la reducción de la contaminación ambiental: i) eliminación en la fuente (incluyendo el reciclado interno); ii) reciclado externo; iii) control de la contaminación; iv) tratamiento de residuos; v) disposición en la tierra.

¹⁷. Otra de las iniciativas lanzadas fue la publicación de una serie de manuales sectoriales conteniendo ejemplos de medidas de PP, donde se detallaban los ahorros de dinero logrados en cada caso.

En el mismo sentido, muchas firmas están adhiriendo a programas voluntarios (por ejemplo, el Programa de Cuidado Responsable de la industria química estadounidense) y de *eco-labelling* o buscan alcanzar certificaciones ambientales del tipo ISO 14000, dado que ello supone la posibilidad de que, al tiempo que se mejora la gestión ambiental interna, se obtenga no sólo una publicidad positiva sino también ganancias de eficiencia en los procesos productivos. Otra iniciativa que busca explotar efectos similares son los programas de “liderazgo ambiental” encarados por la EPA (*Environmental Leadership Pilot Programme*)¹⁸.

En tanto, se señala que, si bien de modo incipiente, las firmas industriales en los PD están adhiriendo crecientemente al enfoque de PP¹⁹, motivadas por la promesa de encontrar soluciones menos costosas para reducir la contaminación. Algunos trabajos estiman, *grosso modo*, que, en el sector industrial, a menudo se puede alcanzar entre un 20 y un 30% de reducción en los niveles de contaminación sin inversiones de capital y que otro porcentaje similar puede ser obtenido con inversiones que se repagan en sólo unos meses (Hanrahan, 1995).

A su vez, una encuesta realizada a un conjunto de empresas transnacionales (ET) concluye que la mayor parte de aquéllas opera con un criterio de gestión ambiental en el cual los costos y contingencias legales derivados de la contaminación son identificados, anticipados y evitados, en general, a través de esquemas de PP (UNCTAD, 1993b). Por ende, parece cierto que la PP “paga”, aunque esto ocurre principalmente en algunas áreas determinadas (las que afectan a la salud o la seguridad de los trabajadores, así como en otras en donde puede haber ahorros inmediatos).

En base a la evidencia recogida a través de estudios de casos, algunos autores señalan que las firmas más dinámicas en sectores como el minero, por ejemplo, están “moviendo” la frontera tecnológica en dirección a alcanzar una reducción simultánea en los costos ambientales y en los costos de producción (Warhurst, 1992).

Por otro lado, se estima que la investigación en tecnologías ambientales en los PD se concentrará crecientemente en las áreas vinculadas al enfoque de PP. Tres son los factores que impulsan este movimiento: i) nuevos marcos regulatorios que enfatizan la prevención antes que el *cleanup*; ii) nuevos estándares internacionales ambientales desarrollados por instituciones como la ISO; iii) los beneficios económicos resultantes de procesos manufactureros más eficientes que, en parte, son estimulados por los costos crecientes asociados con la disposición de materiales, las responsabilidades contingentes por la contaminación y los costos de la energía (NSTC, 1994). Al mismo tiempo, en muchos países, como por ejemplo en los EEUU, el apoyo estatal a la I&D ambiental se está centrando en este tipo de proyectos.

¹⁸. En Canadá, 60 firmas involucradas en un proyecto piloto de características similares al de la EPA han informado que los costos adicionales que deben soportar serán seguramente compensados por los beneficios futuros en términos de ahorros de costos y mejor acceso a mercados (UNCTAD, 1995b).

¹⁹. Ya en la década de 1970 algunas corporaciones comenzaron a experimentar con este enfoque (EPA, 1992)

Pese a que este conjunto de datos señalaría la existencia de una tendencia clara hacia sistemas de gestión ambiental basados en el concepto de PP, conjugando beneficios económicos y ambientales, los estudios disponibles muestran que la difusión que tiene este enfoque entre las firmas es aún escaso. En consecuencia, más allá de algunos casos exitosos de empresas individuales, todavía hay poca comprensión en torno a las vías por las cuales este tipo de medidas podría ser implementada a gran escala (Hanrahan, 1995).

Como ya se señaló, en diversos países se han instrumentado, con apoyo estatal, programas de impulso para la adopción del enfoque de PP. Sin embargo, los informes disponibles sugieren que el nivel real de implementación práctica de este tipo de medidas es todavía bajo. *Grosso modo*, puede estimarse que sólo un 15-20% de las posibles medidas *win-win* identificadas a través de auditorías ambientales se llevan a la práctica en un tiempo razonable (Hanrahan, 1995). La mayor parte de las firmas estudiadas no tiene inconvenientes en realizar cambios “gratuitos”, pero cuando se trata de mejoras que requieren inversiones específicas, se muestran renuentes a realizarlas sin asistencia financiera externa -aún cuando los períodos de repago sean cortos y la inversión esté justificada en términos financieros-.

Hanrahan interpreta este comportamiento en términos de los incentivos externos e internos que enfrentan las firmas. En el primer caso, un prerequisite para el éxito de los programas de producción más limpia parte de la existencia de un *set* de precios realista de los recursos ambientales y de un esquema regulatorio adecuado. En cuanto a la dinámica interna de las firmas, Hanrahan sugiere la existencia de dos casos extremos: en uno están las firmas que operan en mercados altamente diferenciados donde la dimensión de calidad de los productos es importante. Estas firmas hacen hincapié en factores tales como la calidad, la mejora en los productos y la imagen de la marca y la corporación y tienen un *management* altamente capacitado y que responde rápidamente a los incentivos externos. Este grupo será el primero en adoptar las nuevas tecnologías ambientales (la industria electrónica sería un ejemplo en este sentido). En el otro extremo estarían las firmas pequeñas que operan en industrias maduras, empleando métodos productivos tradicionales y simples, buscando minimizar costos, subcapitalizadas y con deficiencias en su gestión. Algunas de los sectores tradicionalmente contaminantes (curtiembre, galvanoplastia) ejemplifican este tipo de comportamientos.

La importancia del sector de operación en cuanto a la respuesta de las firmas ante las regulaciones ambientales es también destacada en otros trabajos. En una encuesta de la UNCTAD (1993b) se reporta que algunas industrias -química, petróleo, entre otras - parecen estar más avanzadas en sus sistemas de gestión ambiental, probablemente debido a los accidentes ocurridos en los años 1980. Lo mismo ocurre con las corporaciones que operan en sectores más dinámicos -computación, farmacéutica, etc.-, que son, en promedio, las más innovadoras. Estas industrias dinámicas disponen, en general, de mayores recursos para invertir en programas de largo plazo, que pueden ser *cost-effective* debido a que las consideraciones ambientales son incorporadas en una etapa más temprana dentro del diseño y planeación de la producción. En consecuencia, será más probable que este tipo de firmas posean sistemas de TQM y políticas ambientales basadas en el concepto de ciclo de vida, que las que operan en ramas maduras, las cuales, en general, estarán más inclinadas a soluciones de tipo EOP.

Scholz et al (1994), en tanto, señalan que un factor importante para explicar la diferenciación de comportamientos es el grado de elaboración de los recursos naturales en los que se basa cada sector. A menor grado de elaboración de los recursos naturales, menor probabilidad de que los productos se distingan por la aplicación de tecnologías ambientales en su elaboración, ya que la competitividad se basa más en precios que en diferenciación de productos.

Alanen (1996) presenta un modelo destinado a analizar los impactos sobre la competitividad sectorial derivados de la internalización de costos ambientales. Entre los factores que influyen sobre la magnitud y signo de dichos impactos se encuentran: el tipo de externalidad ambiental generada por el sector (intensidad de uso de energía y materias primas, tipos de emisiones, residuos y efluentes generados, etc.), la naturaleza de las respectivas trayectorias tecnológicas, el tipo de competencia predominante en el mercado (vía precios o vía diferenciación), el grado de "conciencia" ambiental de los consumidores, la capacidad de absorber y/o transferir costos hacia los compradores, etc.

A su vez, Von Amsberg (1995) afirma que la opción que las firmas elijan frente al tema ambiental dependerá de la naturaleza del negocio (rentabilidad y tamaño de las firmas, posición en el ciclo de vida de la industria, tasa de reposición de capital, posible demanda de los consumidores por productos amigables con el medio ambiente), de los recursos disponibles (acceso y costo del capital, capacidad de gestión y costo y disponibilidad del *know-how* técnico) y de las regulaciones gubernamentales y su ejecución. En este sentido, un factor importante es el *timing* con el cual se adopten las políticas de PP. Este enfoque es más fácil de adoptar en industrias con altas tasas de crecimiento y rápida renovación de capital.

Por otro lado, de los trabajos realizados por la EPA (1991) surge que los ahorros de costos derivados de adoptar soluciones de PP son específicos de cada planta y dependen de la edad, tipo y condiciones del equipamiento existente. Una consideración clave en este sentido es la edad relativa y el grado de obsolescencia del equipamiento a reemplazar, así como de las futuras inversiones que podrían evitarse. Todo esto lleva a la necesidad de políticas flexibles, ya que si a una firma se le permite esperar, o pagar por esperar, hasta que su equipamiento está listo para ser renovado, es más probable que adopte medidas de PP, en contraste con lo que haría en caso de ser intimada a alcanzar estándares determinados en el corto plazo (Von Amsberg, 1995).

Existen también otros factores que influyen fuertemente sobre las elecciones que hacen las firmas entre los distintos modelos de gestión ambiental: sus capacidades innovativas, las actitudes y estrategias del *management* superior, sus horizontes de planificación, etc.. En esta dirección, Warhurst (1995) afirma que la evidencia reciente sugiere que los niveles de contaminación industrial están más relacionados con la eficiencia productiva y la capacidad innovativa de las firmas, que con el tamaño, la propiedad, localización de aquéllas o con los regímenes regulatorios en vigencia. Conviene recordar este punto, sobre el cual volveremos más adelante.

Varios trabajos sugieren que detrás de las diferencias inter-firmas en la aproximación al tema ambiental hay un fuerte componente organizacional. La EPA (1992) identifica dos grupos de barreras a la difusión de las prácticas de PP: i) en ocasiones, la estructura organizacional y las

estrategias de las firmas impiden que los proyectos de PP entren en consideración tempranamente en el proceso de toma de decisiones; ii) hay factores económico-financieros vinculados con los métodos de asignación y evaluación de las inversiones que dificultan que los proyectos de PP puedan competir exitosamente con otras alternativas en un contexto de recursos de capital limitados²⁰ (ver también OTA, 1994).

Dentro del primer grupo se incluyen factores tales como el *status* de las áreas y de los ejecutivos dedicados al tema ambiental dentro de las firmas y el modo en que circulan los flujos de información entre los tomadores de decisiones. Así, los obstáculos a los proyectos de PP pueden surgir cuando el *management* superior no logra transmitir el mensaje de que la PP es la opción preferida; cuando los ejecutivos del área ambiental carecen de la autoridad y de los recursos necesarios para incorporar la concepción de prevención en las actividades de I&D, diseño, producción y comercialización; cuando los sistemas de salarios y promociones no tienen en cuenta los criterios ambientales; cuando hay deficiencias en los flujos de información y seguimiento de los niveles de contaminación, que llevan a perder oportunidades de PP, etc.²¹.

En el mismo sentido, la OECD (1992) observa que se ha creado una enorme burocracia al interior de las grandes firmas con el objetivo de cumplir con los requerimientos exigidos por los gobiernos; la pericia de esta burocracia está en desarrollar soluciones para cumplir con los estándares, y no en mejorar la ingeniería de los procesos y productos. En consecuencia, para que las firmas puedan responder a las políticas de estímulo a la PP, deben realizar cambios en sus procedimientos y estructuras internas. Esto incluye la organización de la firma y sus plantas, las actitudes del personal, el sistema de remuneraciones y capacitación, las políticas de compra, los sistemas de información y contabilidad, los métodos de análisis de los proyectos de inversión y los objetivos y criterios de éxito de las políticas de I&D. Cita, además, algunos trabajos realizados en el *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), que muestran que algunas firmas han superado los obstáculos internos a la innovación al vincular sus actividades ambientales a otros programas en marcha en materia de calidad y seguridad.

En cuanto al segundo grupo de barreras, incluye tanto factores internos como externos. Una condición externa crítica es, por ejemplo, el acceso y costo del financiamiento para las firmas. Un proyecto que se financia con endeudamiento, más allá de la tasa de retorno estimada, no se concretará si los financiadores perciben que los niveles de incertidumbre involucrados son muy altos²². En cuanto a las condiciones internas, remiten a la existencia de umbrales mínimos de rentabilidad que un proyecto debe superar para competir con otras alternativas de inversión de la firma, tanto dentro como fuera del área ambiental. En este sentido, es esencial considerar la manera en que se estiman los beneficios y costos de las medidas de reducción de la contaminación. Recientemente ha comenzado a desarrollarse una nueva metodología para la evaluación de proyectos ambientales, denominada *Total Cost Assessment* (TCA), de la cual la

²⁰. En el mismo sentido, la OECD (1992) apunta que muchas inversiones ambientales podrían ser rentables pero no se realizan debido a factores relativos a la cultura corporativa y los horizontes temporales de la inversión.

²¹. A partir de estas premisas, sería posible pensar que el modelo organizativo típico de la firma japonesa (Aoki, 1990), caracterizado por una gran integración entre las distintas áreas de la empresa, el predominio de los flujos horizontales de información, el énfasis en la mejora continua, etc., facilitaría la adopción del enfoque de PP.

²². Básicamente ocurre lo mismo con los proyectos de innovación tecnológica en general.

EPA (1992) es una de las principales promotoras. Se parte del supuesto de que los proyectos de PP muchas veces no alcanzan a competir con otras alternativas de inversión que enfrentan las firmas -e incluso tampoco a veces con las soluciones EOP-, debido a que normalmente no se incluyen los costos indirectos u ocultos y a que se emplean horizontes de tiempo demasiado cortos para el cálculo de las rentabilidades comparadas. Según la EPA (1992), los proyectos de PP se caracterizan por un flujo de beneficios más diversificado -que incluyen, por ejemplo, mejoras en la calidad, en la imagen de los productos y de la corporación, y en la salud de los empleados, aumentos de productividad por la mejora en la relación con los operarios, etc.- y que evoluciona durante un período de tiempo más largo que el contemplado por los métodos convencionales de evaluación de proyectos. A la vez, las firmas generalmente omiten algunos costos derivados de las prácticas ambientales existentes -seguros, contingencias legales, etc.-, sesgando sus decisiones en contra de los proyectos de PP²³.

Existen otros problemas que dificultan la difusión del enfoque de PP. La falta de información es uno de ellos, en especial entre las PyMEs (OTA, 1994). Lo mismo ocurre con el sesgo de los vendedores de equipos y, en particular, de las regulaciones -pese a las iniciativas antes comentadas- hacia las soluciones EOP. Los intentos de cambiar las prioridades de política desde el EOP hacia la PP han sido perjudicados a menudo por la estructura y compromisos de los programas existentes (OECD, 1992); estos cambios, incluso, podrían afectar algunos intereses económicos y deben enfrentarse con asuntos científicos irresueltos. A su vez, muchos programas de difusión del enfoque de PP son inadecuados porque consideran el problema de la contaminación separadamente de otras necesidades del sector industrial (productividad, calidad, etc.), dificultando la aparición de sinergías que estimularían tanto la reducción de la contaminación como una creciente competitividad. La posibilidad de que exista una situación de “bloqueo” en materia ambiental, en la cual las regulaciones, los productores de equipos y las firmas, por diversos motivos, estén “sesgados” hacia las soluciones EOP, puede ser un factor clave para explicar la insuficiente difusión del enfoque de PP (volveremos sobre este punto más adelante).

Por otro lado, si bien existen amplias oportunidades para realizar innovaciones tecnológicas, organizacionales, etc. que conduzcan a una reducción de la contaminación, el pasaje hacia nuevas tecnologías “más limpias” es aún incipiente. Ese pasaje exigiría dedicar grandes cantidades de recursos para I&D en dichas tecnologías, pero los datos indican que esa condición no parece verificarse aún. En efecto, en los países de la OECD la proporción del financiamiento público de I&D que se destinó a temas de protección ambiental creció del 1,5% en promedio en 1980 a apenas el 2,3% en 1990 (Wheeler, 1992). Asimismo, algunos estudios

²³. Los resultados del estudio de la EPA no permiten formular conclusiones generales sobre si la aplicación del TCA conduce o no a un aumento en la tasa de selección de proyectos de PP *vis a vis* las soluciones EOP. Sin embargo, se estima que, en promedio, este método puede ser una herramienta valiosa para traducir juicios discrecionales en valores monetarios concretos a la hora de seleccionar entre proyectos alternativos; más aún, en la medida en que los beneficios de los proyectos de PP son menos tangibles y más indirectos, se sugiere que las tasas de retorno corregidas por TCA serán, en general, mayores para este tipo de proyectos en comparación con las que se obtienen con los métodos convencionales.

indican que sólo una pequeña parte de esos recursos se dirigían al desarrollo de nuevas tecnologías²⁴.

En cuanto a los impactos de la regulación ambiental sobre la innovación tecnológica no ambiental, la mayor parte de los estudios han encontrado un efecto negativo pero débil. Entre las posibles causas de esta relación se cuentan el desvío de fondos hacia el control de la contaminación, las regulaciones que demoran la aprobación de nuevas inversiones y la incertidumbre en cuanto a las futuras regulaciones que deberá enfrentar la firma. Sin embargo, en otras circunstancias se ha encontrado que las regulaciones también pueden impulsar a las firmas a desarrollar nuevos productos o procesos (éste sería el caso del sector automotriz, por ejemplo). Asimismo, se señala que la superación de problemas ambientales en ocasiones puede mejorar las capacidades comerciales y de resolución de problemas de las firmas (OTA, 1994).

Este conjunto de factores, exógenos y endógenos, dan como resultado, a nivel empírico, que las firmas puedan ser distinguidas de acuerdo al "nivel" alcanzado en su gestión ambiental. Las siguientes categorías, surgidas originalmente de una encuesta realizada a un conjunto de ET (UNCTAD, 1993b), pueden ser aplicables también a otros tipos de empresas:

- Orientado al cumplimiento (*compliance-oriented*): este tipo de firmas reacciona pasivamente, en general a través de medidas EOP, frente a las iniciativas regulatorias directas.
- De gestión preventiva: estas firmas intentan ir más allá de los estándares actuales y adoptan enfoques de PP. Muchas veces estas medidas son impulsadas por factores tales como costos crecientes de disposición de los residuos o del uso de materias primas, así como de los seguros. Su implementación permite, en general, importantes ahorros de recursos monetarios.
- De gestión ambiental estratégica: requiere un mayor esfuerzo por parte de la firma de modo tal que los procesos productivos sean lo más ajustados (*lean*) posibles, se minimicen las contingencias legales y se aprovechen al máximo las oportunidades asociadas con los cambios en las preferencias de los consumidores. Requiere una reorientación radical de las estrategias de planeación, investigación e inversión y un horizonte de rentabilidad de más largo plazo, que incluya el convencimiento de que finalmente una gestión "verde" será más beneficiosa.
- De desarrollo sustentable: las todavía muy escasas firmas aquí incluidas adoptan compromisos para preservar la base global de recursos planetarios (*global commons*) y asumen una consideración especial por los problemas de los PED. Obviamente, agregamos nosotros, esta actitud no será muy común, salvo que regulaciones de orden global (por ejemplo, tratados internacionales) así lo impongan.

²⁴. En la industria manufacturera hay sectores, como el químico, en donde las firmas destinan una porción significativa de sus gastos en I&D hacia el área ambiental, pero no se trata aún de una situación generalizada. En tanto, si bien la llamada industria "verde" -que incluye a las firmas proveedoras de equipos de reducción de la contaminación y de servicios asociados - es intensiva en I&D, todavía está orientada, hacia los métodos EOP.

c) ¿Cuales son las regulaciones adecuadas en materia ambiental?

De acuerdo a lo expuesto, pese a las potencialidades que se supone que están asociadas al enfoque de PP, la difusión del mismo es todavía escasa dentro de los PD. En consecuencia, en el balance, parece ser correcta la conclusión de la OTA (1994): el enfoque de PP puede reducir el conflicto entre protección ambiental y competitividad industrial, pero no lo elimina. Los pocos estudios disponibles indican que si bien hay algunos casos donde la PP genera tasas de retorno similares a las de inversiones no ambientales, la mayoría derivan en tasas positivas, pero bajas, o bien negativas; la EPA (1992), arriba a la misma conclusión. Esta idea es reforzada por la percepción difundida, especialmente dentro del sector industrial, de que hasta el momento la reducción de la contaminación se ha centrado en los problemas de bajo costo, y que los costos marginales de reducción subirán drásticamente. La mayor parte de las firmas cree, además, que pueden obtener retornos más elevados en otro tipo de inversiones (OECD, 1992).

De todos modos, este juicio preliminar sigue siendo inconclusivo, ya que parte de un determinado estadio en materia de regulaciones, tecnologías, sistemas de gestión, métodos contables, etc., elementos todos que, justamente, son los que deben ser transformados para que, eventualmente, los métodos de PP se difundan y muestren sus potencialidades. Asimismo, si bien la OTA (1994) afirma que las acciones de PP rara vez se autojustifican financieramente, agrega como condicional que ello ocurre “en ausencia de exigencias ambientales”.

Esto lleva a una pregunta central: ¿cuáles son las regulaciones ambientales más adecuadas, no sólo en cuanto a sus fines específicos, sino también desde el punto de vista de la eficiencia económica estática y dinámica? El consenso a favor de los *market-based incentives* (MBIs)²⁵ es amplio entre los economistas²⁶, debido a su capacidad de inducir respuestas innovativas de las firmas ante las exigencias ambientales²⁷. En general, las políticas ambientales son del tipo *command and control* (CAC), las cuales consisten en sancionar a las firmas que no alcanzan determinadas metas de contaminación máxima. Estos instrumentos son criticados por no incentivar el empleo de técnicas limpias más allá del punto en el que la regulación es cumplida. En cambio, los MBIs, al poner un precio a cada unidad emitida, inducen a reducir las emisiones a través de la adopción de nuevas tecnologías, si éstas pueden obtenerse a un costo menor que las cargas a pagar por las emisiones (Kennedy y Laplante, 1995)²⁸. También se cuestionan los estándares “*technology-based*”, ya que no estimulan la búsqueda de soluciones innovativas y son poco eficientes desde el punto de vista

²⁵. Dentro de esta categoría se incluyen, entre otros, los impuestos a la contaminación, los esquemas de depósito-reembolso (*deposit-refund schemes*) y los permisos negociables (*tradable permits*) (ver OECD, 1994).

²⁶. Canada's Green Plan (1992); Milliman y Prince (1989); O'Connor (1995); OECD (1991a y 1994); OTA (1994); Palmer et al (1995); Porter y Van der Linde (1995a y b); UNCTAD (1993c); Von Amsberg (1995); World Bank (1992).

²⁷. En la literatura se destacan otras ventajas de los MBIs. Ciertos tipos de MBIs pueden reducir el costo total de control de la contaminación, ya que apuntan a que las industrias o firmas con menores costos de reducción sean las que hagan el mayor esfuerzo en ese sentido. Los MBIs también serían vehículos para implementar metas ambientales a menor costo y con menores requisitos informacionales que los esquemas de CAC (Kennedy y Laplante, 1995; O'Connor, 1995).

²⁸. Milliman y Prince (1989) analizan las propiedades de distintos tipos de MBIs en relación con este objetivo y concluyen, empleando un modelo neoclásico, que los permisos negociables licitados y los impuestos a la contaminación son, en principio, las alternativas más eficientes.

dinámico²⁹; además, los reguladores pueden ignorar cuál es la mejor tecnología disponible o, en ciertos casos, fijarla a partir de las sugerencias de los propios sectores contaminantes³⁰.

Sin embargo, los MBIs tampoco están exentos de cuestionamientos. En primer lugar, los argumentos en su favor son básicamente teóricos, ya que la experiencia práctica con los mismos es muy escasa^{31,32,33}. En contraste, hay una vasta experiencia con los instrumentos de CAC, y a través de ellos se ha logrado una cierta efectividad en cuanto a la reducción de la contaminación. El empleo de esquemas de CAC parece asegurar mayor certidumbre en cuanto a que la contaminación se reducirá hasta los niveles socialmente deseados (siempre y cuando el *enforcement* sea adecuado). Asimismo, se coincide en señalar que los MBIs no reemplazan sino que complementan a los instrumentos de CAC. Esto implica la constitución de sistemas mixtos, en los cuales haya un tratamiento diferenciado para distintos tipos de problemas ambientales. A su vez, los efectos de cada instrumento dependen del contexto económico, político y administrativo en el que se apliquen; las complejas interacciones entre procesos económicos, ecológicos e innovativos “excluyen la posibilidad de recomendaciones simples y universales” (OECD, 1994).

En algunos trabajos se plantea incluso la posible superioridad de los CAC en ciertos casos; por ejemplo, cuando las sustancias contaminantes son altamente tóxicas, los problemas están muy localizados o la región no es homogénea (OTA, 1994; Wheeler, 1992). En cuanto a la mayor flexibilidad de los MBIs, se advierte que entre los CAC hay algunos instrumentos más flexibles -estándares de *performance*- que otros -estándares de tecnología- (O'Connor, 1995; Von Amsberg, 1995). Por otro lado, una discusión realista no debe basarse en comparar estándares cuantitativos fijos versus MBIs, ya que los máximos permitidos por los instrumentos de CAC pueden ser progresivamente reducidos, induciendo igualmente un proceso de innovación en las firmas. Un argumento interesante en este sentido es que la difusión de innovaciones ambientales puede ser lenta cuando las firmas deben tomar decisiones en condiciones de gran incertidumbre. Puede haber renuencia a “apostar” a enfoques radicalmente nuevos a menos que las firmas teman por su supervivencia o que estén seguras de que sus

²⁹. En general, esto ocurre con los sistemas regulatorios rígidos, que pueden desalentar a las firmas a buscar nuevas formas de resolver sus problemas ambientales por temor a que las soluciones que encuentren no cumplan los objetivos de los reguladores. Los *deadlines* estrictos también pueden llevar a las firmas a elegir entre las soluciones existentes en lugar de desarrollar innovaciones más efectivas (OTA, 1994).

³⁰. Según Von Weiszacker (1992) la noción de *best available technology* ha llevado a que se conforme un interés colectivo entre los contaminadores para no hacer disponibles tecnologías más eficientes que las señaladas en la respectiva reglamentación (ver también OECD, 1992 y O'Connor y Turnham, 1992).

³¹. Uno de los pocos análisis empíricos completos sobre el efecto de los MBIs se encuentra en Bressers y Schuddeboom (1994), referido a la introducción -exitosa en términos de los parámetros ambientales- de cargos por contaminación en Holanda. Sin embargo, el objetivo inicial del tributo era recaudatorio y no ambiental (esto ocurre en la mayor parte de los casos de introducción de MBIs). En tanto, la OECD (1994) releva algunas experiencias con MBIs, observando que, en general, han generado ahorros (menores a los esperados) de costos, pero no han llegado a ser *cost-effective*. En cuanto a la eficiencia dinámica, hasta el momento el impacto de la implementación de MBIs no ha podido ser dilucidado.

³². Algunos autores señalan que las firmas generalmente resisten la introducción de MBIs ya que los cargos e impuestos se aplican al volumen total de emisiones; en cambio, los instrumentos de CAC permiten contaminar libremente hasta el límite fijado por la regulación (Khalid, 1996; O'Connor, 1995).

³³. Existe un *survey* reciente sobre la aplicación de MBIs en América Latina (Huber et al, 1996).

competidores serán obligados a moverse en la misma dirección. En estas condiciones, sólo intervenciones “masivas” podrán llevar al sistema a moverse hacia un sendero tecnológico más “verde”; Wheeler (1992) argumenta que la fijación de objetivos mandatorios puede jugar un rol importante para acelerar este proceso de difusión.

2) Innovación, medio ambiente y competitividad

a) Las hipótesis de Porter

Porter³⁴ critica el enfoque tradicional de la economía ortodoxa, que analiza los vínculos entre medio ambiente y competitividad a partir del marco teórico de la economía del bienestar, comparando los costos y beneficios sociales derivados de la implementación de medidas para reducir la contaminación. Dicho enfoque supone que los costos surgen de las actividades *ad-hoc* que realizan las firmas para mejorar su *performance* ambiental, más los recursos que destina el Estado para legislar, monitorear y hacer cumplir los estándares fijados. En tanto, los beneficios se sitúan exclusivamente en la esfera social, excluyéndose la posibilidad de que, al reducir sus niveles de contaminación, las firmas puedan obtener, como subproducto, ventajas significativas en términos de ahorros de costos, mejoras en la calidad de sus productos, aumentos de *market-share*, etc.³⁵.

El argumento de Porter es que esas comparaciones podrían ser innecesarias, ya que determinados tipos de regulaciones ambientales pueden inducir a las firmas a buscar, y encontrar, oportunidades de innovación previamente inexploradas que, al tiempo que reducen los niveles de contaminación generados por ellas, dan como resultado beneficios y no costos a nivel empresarial. Los estudios basados en análisis costo-beneficio tradicionales generalmente concluyen que la adopción de medidas de control ambiental está justificada en términos sociales. Considerando que dichos análisis trabajan sobre la base de costos privados positivos, si se adopta la hipótesis de Porter, según la cual a nivel privado pueden existir, generalizadamente, beneficios, la comparación a escala social sería superflua. Se estaría entonces, a nivel de la sociedad como un todo, frente a una “*win-win situation*”.

El centro de ataque de Porter a la ortodoxia apunta a lo que él califica como un esquema de pensamiento estático, en el cual los llamados *fundamentals* -gustos y tecnologías- se consideran fijos. En este mundo estático, las firmas ya han elegido, correctamente, las técnicas que minimizan sus costos y, por tanto, cualquier regulación inevitablemente provocará un aumento de éstos³⁶, lo cual disminuirá la competitividad de las firmas afectadas, ya que en los modelos neoclásicos la competencia se desarrolla exclusivamente en base a los precios.

³⁴. Los argumentos de Porter, que a continuación resumimos, se presentan en Porter y Van der Linde (1995a y b).

³⁵. En principio, también se omite la posibilidad de que, como subproducto de medidas tomadas en dirección a otros objetivos (por ejemplo, ahorrar el consumo de energía o de ciertos insumos), se reduzca el grado de contaminación derivado de una determinada actividad productiva.

³⁶. Según Porter, una de las consecuencias de este enfoque es que las evaluaciones convencionales de los programas ambientales sobrestiman los costos de su adopción, puesto que suponen que no hay cambios tecnológicos en respuesta al anuncio o puesta en marcha de tales programas.

Sin embargo, continúa Porter, la actividad económica es básicamente dinámica; la innovación es un fenómeno permanente en las sociedades modernas y está en la base del nuevo paradigma de competitividad internacional. Al presente, la competitividad surge de un superior nivel de productividad, sea porque se tienen menores costos que los rivales o porque se ofrecen productos superiores, tal que justifiquen un premio en términos de precios. Las ventajas competitivas no surgen entonces de la eficiencia estática o la optimización micro sujeta a restricciones, sino de la capacidad para innovar y mejorar continuamente.

Por ende, en un análisis dinámico, es posible postular que las regulaciones ambientales generarán un nuevo set de señales para las firmas, en respuesta a las cuales estas últimas van a re-direccionar sus esfuerzos innovativos a través de senderos antes inexplorados³⁷. De estos esfuerzos pueden surgir lo que Porter llama “innovations offsets”, ya que la reducción de la contaminación coincidirá, en general, con un aumento de la productividad de los recursos empleados.

Los *innovation offsets* pueden darse a nivel de productos o de procesos. En el primer caso, la regulación ambiental se traduce en la aparición de productos de mejor desempeño o superior calidad, más seguros, de menor costo (probablemente como resultado de la sustitución de materiales o de menores costos de envasamiento) o con superior valor de reventa o de rezago (por mayor facilidad de reciclado o desensamblaje), etc.. Los *innovation offsets* en procesos surgen cuando la regulación ambiental deriva en una superior productividad de los recursos empleados en la firma, proveniente de mayores rendimientos en los procesos, reducción de tiempos muertos por mejor monitoreo y mantenimiento, ahorros de materiales (por sustitución, reuso o reciclado de insumos), mejor utilización de subproductos, menor consumo de energía, conversión de residuos en productos comercializables, menores costos de almacenamiento, manipulación de materiales y disposición de residuos o condiciones de trabajo más seguras.

De acuerdo con Porter, las soluciones *cost-effective* para mejorar el desempeño ambiental de las firmas incluyen el tipo de medidas que antes se definieron como de PP. Sin embargo, el enfoque más prometedor, en su visión, es el que denomina como de “productividad de recursos” (*resource productivity*), que se funda en “reducir los costos económicos reales y elevar el valor económico real de los productos”. Este enfoque no hace hincapié en los costos sociales de la contaminación, sino en el hecho de que ésta implica costos privados para las firmas productivas. En consecuencia, llama la atención sobre los costos de oportunidad de la contaminación, ya que ella equivale a la utilización improductiva de algunos recursos.

En este punto del razonamiento se podría suponer, considerando que las firmas pueden mejorar su competitividad al tiempo que reducen los niveles de contaminación que generan, que, en la opinión de Porter, las regulaciones ambientales son superfluas. Sin embargo, lejos de ubicarse

³⁷. Sorsa (1994) presenta una visión similar, al afirmar que los efectos positivos dinámicos derivados de las medidas de reducción de la contaminación pueden reducir los costos iniciales estáticos a través de diversas vías: i) ahorro de costos proveniente de una mayor eficiencia productiva; ii) en el mundo “ecológicamente consciente” de los años 1990, la “historia” ambiental de una firma puede convertirse en un activo (o en un pasivo); iii) la demanda se sesga crecientemente hacia productos más limpios y de mayor calidad por los cuales se pagan precios superiores; iv) las innovaciones pueden mejorar, o aún crear, ventajas comparativas cuando las firmas rivales no pueden o no desean adaptarse a las nuevas formas de competencia; v) estándares ambientales más exigentes pueden contribuir al desarrollo de nuevos mercados.

en esa posición, Porter defiende la necesidad de implementar políticas aún más estrictas que las vigentes actualmente. Según Porter, el mundo real no está formado por firmas que siempre realizan elecciones óptimas. El proceso de competencia dinámica se caracteriza por la presencia de oportunidades tecnológicas cambiantes asociadas con información incompleta, inercia organizacional y problemas de control que reflejan la dificultad de alinear las estrategias individuales, grupales y corporativas. Por otro lado, las firmas tienen numerosos caminos para innovar, y sólo limitadas posibilidades de atender a todos ellos. La actual fase evolutiva del sector industrial es de transición, y las firmas son todavía inexpertas en el manejo de las cuestiones ambientales de manera creativa, ya que esa área no ha sido de interés central ni a nivel corporativo ni a nivel tecnológico; por tanto, las incertidumbres sobre el tema son todavía elevadas. Además, en la mayoría de las firmas el área ambiental está a cargo de personal externo y/o de especialistas, lo cual dificulta la integración de las medidas destinadas a reducir la contaminación con las que se toman en las restantes áreas de la empresa.

A partir de este diagnóstico, Porter enumera seis motivos que justifican no sólo el mantenimiento sino el endurecimiento de las regulaciones, ya que éstas: i) hacen visibles para las firmas las posibles ineficiencias en el uso de los recursos y las potenciales mejoras tecnológicas que pueden alcanzar³⁸; ii) aquellas que se centran en la recolección de información pueden generar grandes beneficios al mejorar la percepción empresaria sobre el tema; iii) reducen la incertidumbre sobre el valor que tiene invertir para resolver problemas ambientales; iv) crean presiones que motivan la innovación y el progreso; v) nivelan el “campo de juego”; vi) son necesarias cuando los *innovation offsets* son incompletos³⁹.

¿Cuál es el tipo de instrumentos de política ambiental que puede provocar respuestas “virtuosas” por parte de las firmas? En principio, aquellos que, además de ser “exigentes” en cuanto a los estándares fijados, desestimulen las soluciones *cost-ineffective* (básicamente, las de tipo EOP). Los MBIs serían los instrumentos adecuados en este sentido, debido a que estimulan a las firmas a responder a las regulaciones ambientales mediante actividades innovativas. Porter también enfatiza la importancia de los mecanismos que operan por el lado de la demanda (etiquetado ecológico, etc.), así como el rol del gobierno en la diseminación de información sobre las oportunidades de innovaciones *cost-effective* en materia ambiental.

Extendiendo su razonamiento al nivel macro, Porter afirma que para un país como los Estados Unidos, un endurecimiento en las políticas ambientales puede generar ventajas competitivas⁴⁰. Esto ocurriría no sólo porque cuando otros países también endurecieran sus regulaciones las firmas americanas estarían en una mejor posición para exportar tecnología por haber sido *first-movers*, sino, fundamentalmente, porque las regulaciones más estrictas inducirían a las firmas

³⁸. En Porter y Van der Linde (1995a y b) se citan varios ejemplos.

³⁹. La OECD (1992) arriba a una conclusión similar en cuanto a la necesidad de las regulaciones. Si bien en ciertas áreas los cambios en las condiciones de mercado han creado incentivos económicos para que las firmas modifiquen sus procesos productivos en dirección a una mayor seguridad ambiental, hay evidencia de que persisten fallas de mercado y que las firmas no responden, o lo hacen lentamente, a las señales de precios (por ejemplo, en ahorro de energía).

⁴⁰. Otros autores, por ejemplo, Sorsa (1994), también argumentan que las regulaciones estrictas pueden contribuir a crear y mejorar las ventajas comparativas de un sector o un país.

a reconsiderar sus procesos productivos y descubrir enfoques innovativos que ataquen la contaminación al tiempo que bajan los costos de producción, incrementan su *market-share* y/o su rentabilidad, etc.. A su vez, los PED que desistan de aplicar estándares ambientales estrictos porque son “demasiado caros”, no lograrán ser competitivos y permanecerán estancados⁴¹.

Hasta aquí hemos discutido el “mensaje central” de Porter. Sin embargo, de sus artículos se puede extraer una interpretación alternativa, y mucho menos enfatizada, de su argumento. Porter afirma que la manera en que una industria responde a los problemas ambientales puede ser un buen indicador de su competitividad global. Es muy probable que “una industria verdaderamente competitiva enfrente un nuevo estándar ambiental como un desafío y responda a él mediante soluciones innovativas. Una industria no competitiva, a su vez, generalmente no se encuentra orientada hacia la innovación y, por lo tanto, estará tentada a luchar contra toda regulación”.

De aquí surge, entonces, una suerte de hipótesis “Porter II”. En ella, las regulaciones ambientales no van a generar, vía soluciones innovativas, mejoras de competitividad de manera generalizada, sino que, en la mayoría de los casos, producirán una especie de efecto reforzante de las condiciones iniciales de competitividad de cada empresa o industria⁴². A mayor nivel de competitividad inicial, mayor probabilidad de que las firmas reaccionen de manera innovativa -y, en consecuencia, con medidas “*cost-effective*”- frente a las regulaciones ambientales.

Otros analistas sostienen posiciones similares a esta versión “Porter II”. Por ejemplo, Warhurst (1995), según mencionamos más arriba, afirma que los niveles de contaminación industrial están más relacionados con la eficiencia productiva y la capacidad innovativa de las firmas, que con el tamaño, la propiedad, localización de aquéllas o con los regímenes regulatorios en vigencia⁴³. Esto implica que la contaminación será mayor en los casos donde haya operaciones de baja productividad y tecnología obsoleta, capital limitado y un manejo ineficiente de los recursos humanos y energéticos. Por el contrario, las firmas con recursos y capacidad para innovar podrán generar los cambios tecnológicos y organizacionales necesarios para reducir tanto los costos productivos como el daño ambiental que generan sus operaciones. De hecho, la evidencia indica que las firmas dinámicas no se mueven hacia “paraísos ambientales” en los PED, sino que responden a las regulaciones en sus países de origen mediante la innovación, no sólo para cumplir con aquéllas sino para mover la frontera tecnológica más allá de los requerimientos regulatorios, en orden a obtener ventajas competitivas.

⁴¹. Hay un punto esencial que, sin embargo, queda relativamente oscuro en el argumento de Porter. De sus argumentos surge que los “innovation offsets” pueden ocurrir cuando determinadas regulaciones -obligatorias o voluntarias- han transformado la estructura de costos, precios y/o gustos vigentes en una determinada economía. Esta aclaración es importante para la discusión de competitividad en un contexto donde no todos los países imponen las mismas normas ambientales, ya que, en ese caso, lo que sería rentable en un país no lo sería necesariamente en otro. En todo caso, se trata de un punto ambiguo, puesto que el mensaje de Porter es que los países que no impongan estándares estrictos perderán competitividad, pero esta afirmación ya no es tan evidente, aún en la propia lógica del discurso de Porter, si consideramos que sin regulaciones, lo más rentable para las firmas podría ser no resolver los problemas de contaminación.

⁴². El propio Porter señala que no existen estudios sobre competitividad y regulaciones ambientales donde se tome en cuenta como variable explicativa el grado de competitividad inicial de cada industria.

⁴³. Ver también Warhurst (1992).

Scholz et al (1994), en tanto, afirman que “las estrategias que apuntan a mejorar la competitividad y la productividad pueden contribuir a fortalecer la capacidad de ajuste ambiental de las firmas. La naturaleza complementaria de estos objetivos se deriva del hecho de que la aptitud para llevar a cabo procesos tecnológico-organizativos de innovación es una importante premisa para mejorar la competitividad y, al mismo tiempo, la capacidad de manejo ambiental de una empresa”. Esta correlación sin embargo, no se da automáticamente, sino que depende de que las firmas y los sectores estén sujetos a una presión de ajuste ambiental que los obligue a emprender cambios en los productos y/o los procesos de producción. Asimismo, señalan que algunas empresas tienen dificultades para adaptarse a las nuevas exigencias ambientales, y que, en general, ello ocurre cuando su posición competitiva es débil.

Finalmente, Sorsa (1994) también se incluye en este grupo, al señalar que la visión estática (es decir, aquélla que se inclina a considerar a las soluciones al problema ambiental como necesariamente costosas) tiende a prevalecer en las industrias declinantes, que tienen poco margen para la diferenciación de precios, o trabajan en el margen de la rentabilidad. En contraste, la innovación como respuesta a los estándares ambientales es más probable que prevalezca en las industrias en crecimiento, en aquéllas que son capaces de diferenciar productos y en las que tienen una tradición de invertir en el cambio tecnológico.

b) La crítica neoclásica

El argumento de Porter (en su versión I) ha sido respondido críticamente de manera directa en Palmer et al (1995) y también, aunque con menos detalle, en Jaffe et al (1995). Estos últimos autores admiten que podría ocurrir que algunos sectores industriales, en particular los de servicios ambientales, se beneficien al fijarse regulaciones más estrictas para sus clientes, lo cual no sería sorprendente. Tampoco sería extraño que las regulaciones ambientales indujeran innovaciones tendientes a asegurar -y abaratar el costo- de su cumplimiento; la evidencia empírica muestra que hay correlación entre el aumento de los costos de cumplir con las regulaciones y el patentamiento de tecnologías ambientales -con un retraso de uno o dos años-. Esto le daría la razón a Porter cuando afirma que las proyecciones de costos de las regulaciones ambientales pueden estar sesgadas hacia arriba. Incluso se admite que algunas firmas reguladas se beneficiarán a expensas de otras firmas reguladas; por ejemplo, si las firmas grandes tienen menores costos de reducción de la contaminación que las pequeñas.

Lo que se discute es que las regulaciones ambientales puedan proveer incentivos para realizar innovaciones ahorradoras de costos y mejoradoras de la calidad que la competencia, por sí misma, no genera; también se rechaza que las regulaciones puedan ayudar a las firmas a superar la “inercia organizativa” y estimular el “pensamiento creativo” de modo que los beneficios privados finalmente aumenten en respuesta a las exigencias ambientales (Palmer et al, 1995). Asimismo, se niega la posibilidad de que la competitividad de la economía de los Estados Unidos como un todo puede mejorar si se introducen regulaciones ambientales más estrictas⁴⁴.

⁴⁴. Según Palmer et al (1995), como excepción puede ocurrir que regulaciones estrictas mejoren la competitividad internacional de los productores domésticos. En Barret (1994), por ejemplo, se muestra que ello puede suceder

Una de las objeciones más fuertes de los economistas ortodoxos contra Porter remite al plano metodológico, ya que la principal base de sustento de sus argumentos parece ser la construcción de una lista de casos en donde medidas de reducción de la contaminación estuvieron acompañadas de ahorros de costos; obviamente, los críticos de Porter afirman que podrían construir una lista similar, pero con casos en donde en lugar de ahorros hay aumentos de costos. En consecuencia, los *innovation offsets* no serían tan generalizados como pretende Porter.

Palmer et al (1995) señalan, además, que se entrevistaron con un número de ejecutivos de firmas que debieron resolver problemas de contaminación, incluidas algunas de las que cita Porter para respaldar su hipótesis, concluyendo que, en promedio, las regulaciones ambientales implicaron un costo neto significativo para ellas. También citan las encuestas realizadas por la División de Economía Ambiental del *Bureau of Economic Analysis* (BEA) del Departamento de Comercio de los EE.UU., donde se pregunta a las firmas si, como resultado de tomar medidas para reducir la contaminación, han obtenido ahorros de costos; la conclusión es que tales ahorros son muy bajos. De todos modos, continúan argumentando Palmer et al, aún cuando existieran numerosos casos de ahorros de costos, habría que contrastarlos con el sacrificio de las posibles oportunidades de inversión -más rentables- en otros ámbitos (efecto de *crowding-out*).

Pero, más allá de estas críticas metodológicas y empíricas, hay una dimensión teórica fundamental en las críticas ortodoxas. Tal como señalan Jaffe et al (1995), “los economistas generalmente no han sido receptivos a estos argumentos fuertes (los de Porter) puesto que dependen del supuesto de que las firmas ignoran sistemáticamente la existencia de mejoras de procesos o nuevas tecnologías más rentables”. Si bien “no creemos que las firmas estén siempre situadas sobre su frontera de eficiencia” (Palmer et al, 1995), los economistas ortodoxos argumentan que tampoco puede partirse de la presunción opuesta.

Si existen costos de investigación en nuevas tecnologías, entonces las firmas pueden estar actuando de manera óptima aún si no se dan cuenta, hasta que las regulaciones impulsan su adopción, de que existen procesos nuevos y más eficientes. En otras palabras, puede haber muchas ideas que las firmas podrían implementar si invierten los recursos requeridos para buscarlas; si las firmas emprenden una búsqueda exitosa en un área específica, parecerá, *ex-post*, que estaban actuando sub-óptimamente por no haber investigado antes en esa dirección. Pero cuando los recursos son limitados, la pregunta pertinente alude a si las búsquedas generadas por las regulaciones ambientales llevan sistemáticamente a que surjan más o mejores ideas que las búsquedas que encararían las firmas por otros motivos (Jaffe et al, 1995).

Jaffe et al (1995) formulan algunas críticas adicionales. Por un lado, encuentran que si bien hay cierta correlación entre incrementos de los gastos en disminución de la contaminación y gastos en I&D, no hay evidencia de que este gasto incremental haya traído aparejada una mayor innovación, si ésta es medida por aplicaciones exitosas de patentes. Asimismo, dudan que los

cuando existe “interacción estratégica” entre los distintos participantes involucrados, aunque el resultado depende de la naturaleza de esas interacciones, la configuración del mercado, etc..

reguladores puedan saber más sobre mejores métodos productivos que los *managers* de las firmas. Finalmente, remiten al problema del *timing* óptimo en cuanto a adopción de nuevas tecnologías; así, no está claro que la continua introducción de estándares de creciente exigencia lleve a las firmas a descubrir regularmente nuevas tecnologías limpias y eficientes. A su vez, podría ocurrir que las regulaciones hagan que las firmas inviertan en tecnologías limpias hoy, desalentando eventuales inversiones en tecnologías “más limpias” mañana⁴⁵.

Porter responde en parte a estas críticas. En cuanto a que los *innovation offsets* son posibles en la teoría pero en la práctica ocurren muy pocas veces, Porter argumenta que toda contaminación es una manifestación de despilfarro en términos económicos, ya que implica el uso ineficiente o incompleto de los recursos, o que los recursos no son empleados de modo que permitan generar el mayor valor agregado posible. Por ende, la oportunidad de reducir costos vía disminución de la contaminación debería ser la regla. Si esto no ha ocurrido aún, se debe a que los sistemas de gestión ambiental en uso no son los apropiados, lo cual a su vez es producto de un marco regulatorio deficiente. En cuanto al efecto de *crowding-out*, Porter duda de que sea la norma y señala que, de todos modos, las inversiones en materia ambiental son bajas en comparación con el total invertido, excepto para unas pocas industrias.

Por nuestra parte, podríamos agregar una respuesta más, en este caso a la crítica de Jaffe et al sobre si los reguladores pueden saber más que las firmas sobre innovaciones eficientes. Resulta obvio que Porter no está argumentando en este sentido sino justamente en el inverso; ciertos tipos de regulaciones, exigentes pero flexibles a la vez, pueden dar lugar a que sean las firmas las que encuentren las soluciones más eficientes para sus problemas ambientales. En cuanto al “núcleo” teórico de las críticas ortodoxas, preferimos presentar nuestras propias objeciones en una sección aparte, luego de presentar un marco conceptual alternativo.

Antes de ello, cabe formular un par de aclaraciones adicionales. En primer lugar, un importante elemento que ninguno de los contendientes menciona es que los críticos de Porter, cuando se refieren a los costos de reducción de la contaminación, están incluyendo no sólo los costos privados sino también los derivados de las actividades de control, monitoreo, *enforcement*, y otros que son soportados por el Estado o la sociedad en su conjunto. Porter nunca argumenta que sus *innovation offsets* vayan a compensar esos costos “públicos” sino que se centra en la posibilidad de que las mejoras ambientales a nivel de la firma reduzcan los costos de producción -o, más generalmente, generen beneficios- a nivel privado⁴⁶. En este sentido, si sus críticos dicen que Porter piensa que la reducción de la contaminación ambiental puede ser un “*free lunch*”, habría que aclarar que Porter, en todo caso, afirma que se trataría de un “*private free lunch*”.

⁴⁵. De todos modos, Palmer et al (1995) señalan algunos acuerdos con Porter: i) las soluciones EOP generalmente son más costosas que las de PP; ii) existen amplias oportunidades para que surjan soluciones *cost-effective* en materia de contaminación ambiental; incluso pueden existir casos donde la contaminación se reduzca sin costos adicionales -o incluso con beneficios- para las firmas; iii) los MBIs son más eficientes que las medidas de CAC, ya que generan una estructura de incentivos que lleva a las firmas a responder con enfoques innovativos a los requerimientos ambientales.

⁴⁶. Porter señala que la mayor parte de los gastos destinados a reducir la contaminación son legales y administrativos.

Esto lleva a un segundo punto. Porter está preocupado por la competitividad de las firmas privadas y su argumentación va dirigida a convertir a la política ambiental en una parte más de las estrategias “pro-competitividad”; según Porter, podría suceder lo mismo que en el caso de las normas y sistemas de calidad, donde políticas que en un primer momento estaban destinadas a asegurar la conformidad de los clientes con los productos adquiridos -y que se suponía que implicaban costos adicionales para las firmas-, se han convertido en instrumentos que pueden inducir mejoras sensibles en los niveles de competitividad a nivel micro y macroeconómico. Este argumento juega un papel importante en el discurso de Porter y ha sido criticado en diversos artículos (véase Palmer et al, 1995)⁴⁷. En contraste, los autores neoclásicos se niegan a tratar el problema en este marco y mantienen su posición a favor del tradicional análisis en términos de bienestar. Una discusión completa sobre el particular excede los límites y objetivos planteados en el presente artículo, que se centra en el aspecto “micro” del debate.

c) Teoría de la firma y teoría de la innovación: una concepción alternativa

Los autores neoclásicos están en lo cierto al criticar a Porter por la falta de un marco teórico que avale, en el plano conceptual, su hipótesis. Sin embargo, el marco teórico con el que trabaja la economía ortodoxa ha estado sujeto a numerosas críticas, y en particular éstas han atacado a dos campos que son centrales para esta discusión: la teoría de la firma y la teoría del cambio tecnológico y la innovación.

En la tradición neoclásica, la firma es -al igual que el cambio tecnológico- una “caja negra” dotada de un objetivo invariante: maximizar beneficios. Contra esta visión, algunos autores pertenecientes al llamado enfoque “evolucionista”⁴⁸ afirmarán no sólo que las firmas son distintas, sino que, además, esas diferencias “importan” (Nelson, 1991). Sobre esta premisa, estos autores han desarrollado el concepto de rutina como herramienta esencial para el análisis de la firma. Las rutinas son estructuras previsibles y regulares de comportamiento que conducen a esquemas repetitivos de actividad y constituyen la memoria organizacional que orienta la toma de decisiones en la empresa. Pueden ser entendidas como comportamientos que se estiman apropiados y efectivos para los contextos en donde son empleados; por tanto, su uso resulta racional, aunque la firma no proceda a realizar comparaciones en todo el espacio nacional de comportamientos posibles (Nelson, 1995).

⁴⁷. En años recientes se han producido varios trabajos de evaluación de los efectos de las regulaciones ambientales sobre la competitividad a nivel nacional -centrados básicamente en el caso de los Estados Unidos-. En general, la evidencia producida indica que no hay pruebas de que las regulaciones ambientales estrictas hayan dañado la competitividad industrial (ver Jaffe et al, 1995, para un *survey* de los resultados respectivos). Porter señala que si bien esto no prueba su hipótesis, demuestra que aún regulaciones tan mal diseñadas como las vigentes en los EEUU tienen, como máximo, un efecto marginal sobre la competitividad. Los autores neoclásicos discuten esta interpretación y argumentan que las causas por las cuales las regulaciones ambientales no han afectado la competitividad son muy distintas a las que Porter utiliza en sus argumentos (Jaffe et al, 1995).

⁴⁸. Algunos de los trabajos más representativos de esta corriente son: Dosi (1988a y b), Dosi et al (1988), Freeman (1982) y Nelson y Winter (1982). Para una revisión general de los objetivos y conceptos básicos de este enfoque, pueden consultarse Burgueño y Pittaluga (1994) y López (1996a).

Por otro lado, las firmas se distinguen a partir de las competencias específicas de “resolución de problemas” (*problem-solving*) acumuladas en cada una, las cuales van a influir decisivamente en su capacidad para generar y adoptar innovaciones. Asimismo, una firma dominará en cada momento del tiempo sólo un cierto conjunto de técnicas productivas (ver más abajo). También los esquemas organizacionales y las estrategias que eligen las firmas son elementos de diferenciación. A partir de estos conceptos, se puede argumentar que, dado un conjunto de competencias tecnológicas y técnicas de producción que una firma puede dominar, las estructuras organizacionales particulares y las estrategias empresarias afectan tanto la eficiencia actual que alcanza la firma como las tasas y la dirección en la cual se acumula el conocimiento innovativo (Coriat y Dosi, 1994).

La existencia de rutinas implica un grado importante de “inercia” organizacional. Asimismo, la naturaleza de las competencias acumuladas en el seno de la firma y su capacidad de aprendizaje van a determinar el espacio de las trayectorias posibles para la firma; en otras palabras, el sentido de su evolución está predeterminado por la naturaleza misma de sus activos específicos (es *path-dependent*). Así, cuando las firmas deben responder a oportunidades o desafíos que surgen del ambiente en que se desenvuelven, emprenden búsquedas generalmente “miopes” y “locales”. ¿Qué ocurre con las firmas cuando se producen cambios en su ambiente evolutivo? ¿En qué medida el ajuste a cambios en el ambiente se logra mediante el aprendizaje de las viejas organizaciones o requiere su muerte? Dada la inercia antes referida, se concluye que tanto lo que una firma puede hacer en un momento dado como sus capacidades de aprendizaje son limitadas, por lo cual no todas las firmas podrán adaptarse a las nuevas condiciones externas imperantes (Nelson, 1995).

En cuanto a la tecnología, la concepción implícita en la teoría neoclásica la asimila a información aplicable generalizadamente y materializada en un conjunto de instrucciones que, seguidas con precisión, llevan a un resultado especificado. El conocimiento tecnológico se concibe como explícito, articulado, imitable, codificable y perfectamente transmisible. Las firmas pueden producir y usar innovaciones a partir de un *pool* de conocimiento científico-tecnológico que, según los casos, será o no de acceso gratuito, pero que siempre entregará un conocimiento codificado y fácilmente reproducible. A su vez, la tecnología se percibe como enteramente realizada con anterioridad a su incorporación a la esfera productiva (no hay retro-alimentación proveniente de esta última) y, en general, se ignoran las innovaciones provenientes de actividades no formales. La ciencia, además, se concibe como situada afuera del proceso económico. Subyacente a esta concepción se encuentra el llamado modelo lineal de innovación. Allí, la aparición de nuevas tecnologías sigue una secuencia temporal bien definida que comienza con actividades de I&D, es seguida por una fase de desarrollo y finalmente arriba a las etapas de producción y comercialización (OECD, 1992).

En contraste con esta caracterización, el evolucionismo destaca un conjunto de rasgos de la tecnología que desafían la concepción neoclásica. Sus argumentos se pueden subsumir en una serie de “oposiciones” relativas al conocimiento tecnológico; la primera de ellas distingue entre conocimiento articulado vs. tácito y alude a la imposibilidad general de escribir instrucciones precisas (*blueprints*) que definan la manera de emplear una determinada tecnología. En segundo lugar, se diferencian las tecnologías “universales” -conocimiento, generalmente científico, difundido y referido a principios generales de vasta aplicación- de las específicas -

conocimiento relativo a “maneras de hacer cosas”, muchas veces producto de la experiencia-. También se distinguen las tecnologías públicas -por ej., libros- de las privadas -por su carácter tácito o por estar protegido a través de patentes, secreto comercial, etc.- (Dosi, 1988a y b). Asimismo, las tecnologías difieren en su grado de imitabilidad y en cuanto a la medida en que sus principios básicos son entendidos.

La mayor parte del conocimiento tecnológico se puede caracterizar como tácito, específico, de difícil transferibilidad e imitación y no siempre completamente entendido; por ende, el cambio técnico es, en general, acumulativo y “local”. No sólo la naturaleza de las técnicas en uso determina el rango y la dirección de las posibles innovaciones, sino que generalmente la probabilidad de realizar avances tecnológicos en firmas, organizaciones y aún naciones es función del nivel tecnológico alcanzado por ellas. A su vez, las firmas que encuentran mejores técnicas -probablemente porque usan mejores reglas de búsqueda-, se expandirán más que las otras. Las asimetrías o brechas tecnológicas entre firmas -y naciones- surgen como una consecuencia natural de estas tendencias.

Obviamente, la noción de función de producción aparece cuestionada. No se puede asumir que las firmas -y menos aún los países- acceden a una función de producción común, ya que la imitación no es trivial. Además, las firmas no operan en una función de producción completa sino en algunos, o en un punto específico del *set* de combinaciones tecnológicas; su progreso técnico está localizado alrededor de éste o esos puntos. Cada firma puede emplear con confianza sólo un número limitado de técnicas y necesitará un cierto esfuerzo de I&D y *learning by doing* para dominar otras; incluso, habrá algunas otras técnicas sobre las cuales la firma tiene aún mayores incertidumbres y cuyo dominio requeriría esfuerzos substanciales de aprendizaje (Nelson, 1980).

En muchos sectores, el aprendizaje tecnológico no se hace a través de una actividad especializada clasificable como I&D, sino que predominan diversas vías menos formales (*learning by doing, learning by using, etc.*). En consecuencia, la distinción neoclásica entre sustitución de factores dentro de una función de producción y movimientos de la función de producción se desvanece, ya que cómo se mueve la función de producción depende muchas veces del punto en el cual se está operando al presente (Nelson, 1980).

A su vez, los resultados de las actividades de búsqueda son estocásticos y no predecibles. Al embarcarse en actividades innovativas, las firmas están motivadas por la percepción de alguna oportunidad inexplorada, pero tal percepción difícilmente puede incluir el conocimiento detallado de todos los eventos posibles, combinaciones de insumos, características de los productos, etc.; en otras palabras, ni la solución de los problemas, ni las consecuencias de las acciones pueden ser conocidos *ex ante* con precisión -especialmente en las etapas tempranas de una determinada tecnología- (Dosi, 1988a y b). Además, si las tecnologías no se entienden bien, la idea de un *set* de posibilidades de invención es engañosa. También la elección de tecnologías es un tema más complejo y sutil que lo que supone la ortodoxia, ya que no existe un conjunto bien definido de opciones tecnológicas. Juzgar como funcionará una tecnología creada por otra firma es un asunto complejo y necesariamente cada firma desarrollará una versión idiosincrática con variantes -algunas intencionales y otras no- respecto del original.

En base a estas nociones, el evolucionismo postula que existen patrones regulares de avance del conocimiento tecnológico a nivel microeconómico o sectorial. A partir de ciertas rupturas (*breakthroughs*) científicas y/o tecnológicas, se encontrará inicialmente un potencial tecnológico en búsqueda de ser explotado. Ese potencial se desarrollará a través de determinadas líneas, denominadas paradigmas tecnológicos (PT). Un PT implica una definición de los problemas relevantes y de los patrones de investigación, de las necesidades a satisfacer y de los principios científicos y la tecnología material a utilizar⁴⁹. Asimismo, determina las oportunidades para realizar innovaciones y los procedimientos básicos para explotarla. Una vez constituido un determinado PT, las actividades innovadoras se hacen fuertemente selectivas y acumulativas en la adquisición de las capacidades para resolver problemas; al mismo tiempo hay un efecto de exclusión, ya que los esfuerzos y la imaginación de los ingenieros y de las organizaciones en donde trabajan están sesgados en direcciones precisas y se hacen “ciegos” respecto de otras posibilidades tecnológicas (Cimoli y Dosi, 1994; Dosi, 1988a y b).

En general, la posibilidad de desarrollar nuevos PT se hace más atractiva a medida que aparecen dificultades crecientes para progresar con los existentes. Sin embargo, estas dificultades no pueden inducir automáticamente el surgimiento de nuevos PT, puesto que hace falta frecuentemente la presencia de avances en el conocimiento básico que permitan nuevos desarrollos tecnológicos. A su vez, el proceso de aparición y selección entre PT depende de: i) la naturaleza e intereses de las instituciones “puente” entre la investigación pura y las aplicaciones económicas; ii) factores institucionales; iii) procesos de prueba y error asociados a menudo con la presencia de empresas “schumpeterianas”; iv) los criterios de selección del mercado y, especialmente, los requerimientos de los usuarios (Dosi, 1988a).

¿Cómo se seleccionan y/o rechazan las tecnologías individuales y los PT? Una aproximación posible se basa en el concepto de retornos crecientes derivados de la adopción de una tecnología (*increasing returns to adoption*). El argumento es que muchas veces una tecnología no es elegida porque es eficiente, sino que se hace eficiente porque ha sido elegida; las tecnologías se hacen más atractivas cuanto más son adoptadas (Arthur, 1988). Este fenómeno tiene varios orígenes: i) trayectorias de aprendizaje a medida que se utiliza la tecnología en cuestión; ii) externalidades de red, producidas a partir de las ventajas que se derivan de elegir una tecnología cuyo número de usuarios crece rápidamente; iii) economías de escala; iv) complementariedades tecnológicas, a partir de la necesidad de contar con ciertas habilidades, requerimientos de infraestructura, inversiones en otros productos, etc.. Todos estos factores pueden llevar a un efecto de “bloqueo” (*lock-in*) de características irreversibles en el proceso de competencia entre diversas tecnologías. En resumen, la idea central es que la elección de tecnologías está gobernada básicamente por las estrategias de los primeros usuarios, que focalizan el cambio tecnológico en una dirección específica, haciéndola más atractiva que su rival.

⁴⁹ . Los ejemplos citados habitualmente para ilustrar la noción de PT se refieren al conjunto de oportunidades de desarrollo tecnológico que se abrieron, en distintas épocas, en torno al motor de combustión interna, la petroquímica y los semiconductores.

En esta perspectiva, no hay ninguna presunción de que, en el proceso de competencia entre tecnologías, se elija la que es innatamente “mejor”. Por el contrario, a causa de la presencia de retornos dinámicos crecientes, en los momentos tempranos de un PT puede ocurrir que eventos fortuitos conduzcan a que una de las tecnologías en competencia se vuelva más atractiva que las restantes. Esta ventaja inicial hace que los esfuerzos innovativos se concentren en esa tecnología (o en un determinado sistema organizacional), cegándose a las restantes -las cuales, de haber continuado siendo investigadas, podrían tal vez haber alcanzado atributos técnicos superiores- (Arthur, 1988 y 1990; David, 1993).

d) El debate a la luz del marco teórico evolucionista

Los modelos neoclásicos que analizan la relación entre innovación y medio ambiente (ver, por ejemplo, Kennedy y Laplante, 1995; Milliman y Prince, 1989; Palmer et al, 1995) comparten el uso de tres construcciones teóricas que son centrales en cualquier modelo ortodoxo sobre cambio tecnológico: i) *sets* de producción con fronteras de eficiencia (funciones de producción) que delimitan claramente el conjunto de combinaciones insumo-producto conocidas y disponibles para las firmas; ii) en cada momento del tiempo está disponible, en forma de *blueprints*, un conjunto de conocimientos tecnológicos que determina las funciones de producción y cuyo avance permite los desplazamientos de estas últimas; iii) el conocimiento tecnológico avanza gracias a actividades de I&D especializadas (Nelson, 1980)⁵⁰. Asimismo, se supone que las firmas pueden calcular con precisión los gastos de I&D necesarios para lograr un determinado nivel de reducción en sus niveles de contaminación, así como también pueden conocer, *ex ante*, las reducciones de costos potencialmente alcanzables.

Por otro lado, toman como base firmas que maximizan beneficios, compiten en base a precios - la posibilidad de diferenciar productos no está contemplada-, y, en algunos casos (Kennedy y Laplante, 1995, por ej.), los agentes operan con expectativas racionales, con los exigentes supuestos informacionales que ello implica. Las diferencias en las capacidades, estrategias y desempeños de las firmas son ignoradas, así como las especificidades que derivan de factores tales como el tamaño o el origen de la propiedad accionaria.

Estos supuestos, como hemos visto, no ayudan a entender el proceso de cambio tecnológico ni tampoco las estrategias y desempeños de las firmas, y, por tanto, tampoco permiten evaluar adecuadamente sus efectos. En un extremo, el razonamiento implícito tiene algo de tautológico; en Palmer et al (1995) se supone que las firmas conocen, *ex ante*, tanto el gasto en I&D necesario para alcanzar un determinado nivel de reducción de la contaminación como los ahorros de costos potencialmente alcanzables a través de la innovación respectiva; esto se deriva, a su vez, de otro supuesto básico: la firma está constantemente maximizando beneficios. Pero esto es sólo cierto en un mundo sin incertidumbres, donde no se consideran las posibilidades derivadas de procesos de aprendizaje menos formales que los de I&D, con firmas que conocen no sólo un *set* completo de combinaciones insumo-producto disponibles

⁵⁰. Si bien Palmer et al (1995) reconocen que sus modelos son estáticos y que no toman en cuenta, por ejemplo, la incertidumbre inherente a cualquier actividad de I&D, esto no les impide extraer conclusiones que ellos consideran bien fundadas en relación a la posibilidad de que ocurran los “*innovation offsets*” porterianos.

sino también un *set* de posibilidades de innovación bien definido, donde no existen fenómenos de *path-dependency*, donde la competencia es vía precios en mercados atomísticos, etc.. La representación de la firma se subsume en el supuesto de un agente maximizador, hiperracional e hipercompetente (Lippi, 1988), que siempre realiza elecciones “sustancialmente” correctas⁵¹. En el caso que nos ocupa, la concepción implícita es que si las firmas no han obtenido “*innovation offsets*” al tratar de reducir sus niveles de contaminación es porque ello no es posible, ya que si fuera posible las firmas los hubieran obtenido⁵².

Los autores neoclásicos citan en su apoyo la evidencia empírica. Sin embargo, en el apartado correspondiente hemos visto que la interpretación de esta evidencia no es tan simple, ya que los estudios antes citados muestran que todavía subsisten una serie de factores (marcos regulatorios inadecuados, insuficiente base de conocimiento científico-tecnológico sobre la manera de tratar los problemas ambientales, esquemas organizativos empresarios “adversos”, métodos de evaluación de proyectos deficientes, falta de información, etc.), que han impreso un “sesgo” tanto en la trayectoria de las tecnologías ambientales como en las rutinas y estrategias de las firmas hacia las soluciones EOP y que dificultan que las potencialidades del enfoque de PP puedan materializarse.

Las firmas operan a partir de ciertas rutinas y poseen un conjunto limitado de capacidades tecnológicas y organizacionales, que limitan sus elecciones y estrategias, así como sus posibilidades innovativas. Al surgir la dimensión ambiental como una variable nueva a la cual debían responder, las firmas optaron por un tipo de solución -el EOP- que, en general, no implicaba una reorganización global de sus métodos productivos ni de sus estructuras organizacionales y de gestión. En contraste, las alternativas de PP son de implementación mucho más compleja, puesto que en lugar de la adición de un mecanismo de manejo de las sustancias contaminantes al final del proceso productivo, se trata de repensar completamente las tareas de planeamiento, diseño, producción y comercialización, así como la gestión global de la corporación, de modo de incorporar las preocupaciones ambientales en cada una de esas etapas. Teniendo en cuenta la presencia de inercia organizacional, de incertidumbre -irreductible- en toda innovación mayor y de capacidades de aprendizaje limitadas, es lógico que la adopción de estrategias de PP sea muy pausada.

Asimismo, las ideas sobre *lock-ins* en los senderos tecnológicos pueden arrojar luz sobre la situación actual en materia de innovaciones ambientales. Una posible lectura de los estudios empíricos sobre el tema es que el énfasis temprano en las soluciones EOP y en los

⁵¹. El concepto de racionalidad implícito en las teorías neoclásicas se suele calificar de “sustantivo”, ya que postula que los agentes realizan siempre elecciones “correctas” en un sentido pleno. En contraste, otros enfoques, abrevando en las ideas aportadas originalmente por Simon, prefieren trabajar con un concepto de racionalidad procedural, donde lo que es racional es el empleo de determinadas rutinas de decisión y resolución de problemas, que, en un contexto complejo, incierto y con información limitada, dan lugar a elecciones que no siempre se revelarán, *ex-post*, como “correctas”.

⁵². Si factores tales como la incertidumbre sobre las consecuencias de las elecciones y los procesos de búsqueda encarados por las firmas son la norma en el mundo real, en el caso ambiental esto parece particularmente cierto. Así, la OECD (1992) señala que “los desafíos ambientales amenazan las nociones aceptadas de equilibrios agregados y ajustes suaves, al introducir riesgos e incertidumbres en forma masiva, incluyendo la posibilidad de irreversibilidades”.

instrumentos de CAC han dado lugar a un “bloqueo” del sistema en el cual tanto las firmas, como los proveedores de equipo, las instituciones de I&D y los *policy-makers* encuentran muy difícil, o no tienen incentivos, para abandonar las estructuras institucionales y organizacionales que estaban detrás del previo sistema de gestión ambiental. Mientras que en la tradición neoclásica sería imposible que una solución tecnológica y económicamente superior no fuera adoptada -si se comprueba que se encuentra potencialmente disponible-, la noción de *lock-in* apunta a explicar porqué pueden generarse situaciones en donde precisamente sea éste el resultado de un determinado sendero de evolución tecnológico, organizativo e institucional⁵³.

¿Qué ocurre entonces con las hipótesis de Porter? Está claro que el cuestionamiento de los modelos ortodoxos no autoriza inmediatamente a considerarlas como correctas. En particular, en su versión I aún el marco alternativo que hemos propuesto nos conduciría a cuestionarla seriamente, ya que sería difícil que la posibilidad de lograr *innovation offsets* en materia ambiental sea independiente de la trayectoria previa de las firmas (naciones) involucradas. En este sentido, el concepto de *path-dependency* es clave, ya que está señalando que las posibilidades de innovación para una firma (nación) están limitadas en un doble sentido: por el sendero tecnológico que ha venido recorriendo hasta el momento y por las capacidades endógenas acumuladas en el campo técnico-productivo.

En cambio, a partir de este marco teórico alternativo es posible discutir la factibilidad de la hipótesis Porter II, ya que, a partir de la noción de *path-dependency*, es efectivamente más probable que una firma (nación) que ya ha alcanzado un elevado nivel de competitividad, pueda afrontar mejor, en términos de su ecuación de rentabilidad, el desafío que supone reducir sustancialmente sus niveles de contaminación. En esta lectura, además, hay que entender que parte de las posibilidades de “*innovation offsets*” se fundan, según Porter, en ganancias de mercado o precios preferenciales para las corporaciones con productos *environmentally friendly* o que aparezcan liderando el proceso de reconversión ambiental, consiguiendo una imagen “verde”. Esto sólo puede ocurrir en mercados en los cuales la diferenciación de productos/empresas sea un posible elemento en la disputa competitiva.

De acuerdo al enfoque evolucionista, estaríamos asistiendo a una fase de transición entre dos paradigmas tecnológicos, lo cual implica una gran incertidumbre respecto no sólo de las innovaciones factibles sino también sobre sus efectos. Al mismo tiempo, esta transición supone un reajuste institucional y organizacional, que se debe traducir en cambios en las estrategias corporativas, en los métodos de gestión ambiental, en las instituciones de I&D (incluyendo probablemente la necesidad de que aparezcan nuevas *transfer sciences*), etc.. Asimismo, están también involucradas cuestiones

⁵³. Según Scholz (1996) “es difícil introducir innovaciones ambientales que representan opciones por afuera del sendero tecnológico establecido cuando el potencial de productividad de tal sendero no ha sido plenamente explotado, y aún cuando el daño ambiental asociado con dicho sendero parece hacer racional el reemplazo de las tecnologías existentes. Un vuelco de los patrones productivos hacia la sustentabilidad ambiental requeriría que las preocupaciones y principios ecológicos se integren tempranamente en el proceso de toma de decisiones sobre tecnologías y senderos tecnológicos”.

relativas a la actitud -"pesimista" u "optimista"- hacia la tecnología -y también, de hecho, frente a las potencialidades de avance del conocimiento científico básico (OECD, 1992)⁵⁴.

Aquí es donde el marco regulatorio y los esquemas institucionales de coordinación y cooperación entre agentes micro juegan un papel esencial, ya que, para cada agente en particular, el nivel de incertidumbre con el cual debe operar es tan elevado que probablemente bloquee cualquier intento de moverse hacia un nuevo sendero en materia de gestión ambiental. Recordemos lo señalado por Wheeler (1992), para quien, en este contexto, sólo intervenciones "masivas" podrán llevar al sistema a moverse hacia un sendero tecnológico más "verde". Asimismo, hay que considerar que los niveles de incertidumbre y las necesidades de coordinación involucradas en los enfoques de PP o en los esquemas de *green design* son mucho mayores que en los tratamientos EOP (ver, por ejemplo, Scholz et al, 1994).

En este contexto, el enfoque evolucionista no tiene demasiado que aportar a la discusión ya reseñada en torno a los instrumentos regulatorios más adecuados para inducir las estrategias de PP, más que una idea general sobre establecer un marco institucional y de incentivos adecuado para que se estimulen y faciliten las búsqueda innovativas en dicha dirección⁵⁵. En consecuencia, aún cuando la hipótesis de Porter luzca plausible de acuerdo al enfoque evolucionista, las dificultades para determinar cual es el marco regulatorio y de políticas que haga más rápida la transición hacia un paradigma tecnológico "verde" continúan presentes.

3) El debate en los países en desarrollo

a) Desarrollo económico y contaminación ambiental: el papel del cambio tecnológico

En los PED el debate sobre la contaminación ambiental está ganando creciente importancia. Por un lado, el nivel social de "conciencia ambiental", si bien generalmente bajo en comparación con la situación en los PD, se ha ido incrementando, especialmente en aquellas naciones con mayor nivel de desarrollo industrial, las cuales, en general, están sufriendo un proceso de degradación de su medio ambiente. Justamente, algunos estudios muestran que en los PED la tasa de crecimiento de las industrias contaminantes es mayor que la de las industrias "limpias"; asimismo, las cifras de comercio internacional revelan que los PED están aumentando sus ventajas comparativas en el primer grupo de industrias más que en el segundo (Rock, 1996). Al mismo tiempo, se perciben amenazas, reales o potenciales, para las exportaciones de los PED hacia los PD a partir de la implementación de medidas voluntarias, tales como los sellos

⁵⁴. En esta línea, Heaton et al (1991) -citados en Scholz et al (1994)- afirman que "generalmente el factor limitante del enfoque de PP no es tanto el *'hardware'* tecnológico sino el *'software'* del *management* empresarial. Los expertos en PP se inclinan a identificar a las actitudes de los líderes empresarios, las estructuras organizacionales y la estructura de incentivos tal como son percibidos por los agentes económicos como los determinantes primarios del éxito de la PP, mucho más que cualquier conjunto de máquinas, instrumentos o capacidades técnicas disponibles".

⁵⁵. La debilidad del enfoque evolucionista en cuanto a generar recomendaciones de política concretas no se limita sólo a este campo, sino que a menudo se extiende al tratamiento del problema de la innovación en general (ver López, 1996).

ecológicos o las normas ISO 14000, y de la eventual aplicación de restricciones por “dumping ecológico”⁵⁶.

Más allá de las preocupaciones respecto de la actual gravedad del problema ambiental en este grupo de países, un aspecto central del debate remite de nuevo a la hipótesis de la curva ambiental de Kuznets; aquí, la pregunta clave es si los PED deben esperar que sus problemas ambientales se agraven o se reduzcan a medida que recorren el sendero hacia mayores niveles de ingreso.

En la sección 1 hemos visto que, a partir del examen de la experiencia histórica al respecto, no hay consenso sobre las relaciones entre crecimiento y contaminación ambiental. El argumento del Banco Mundial (World Bank, 1992) -algunos problemas ambientales mejoran a medida que suben los niveles de ingreso y otros empeoran- parece ser bastante sensato desde este punto de vista. You (1995), analizando el caso paradigmático de Corea del Sur, llega a una conclusión similar, ya que si bien Corea ha resuelto básicamente los problemas de la primer fase de desarrollo, aún no ha podido controlar los correspondientes a la segunda etapa, ya que generó una estructura industrial intensiva en materiales y energía y que emplea tecnologías altamente contaminantes.

Ahora bien, teniendo en cuenta lo discutido en la segunda sección del artículo, el debate debería basarse no tanto en la experiencia histórica sino en las posibilidades de que en los PED tengan lugar *innovation offsets* del estilo porteriano, que disminuyan -o incluso eliminen- los *trade-offs* que las naciones de la OECD debieron enfrentar en sus respectivos procesos de desarrollo.

En este plano, también se han expresado posiciones “optimistas” para el caso de los PED. Por ejemplo, el Banco Mundial, en su reciente informe sobre la situación ambiental en la Argentina (World Bank, 1995), expresa que “la evidencia empírica sugiere que la introducción de estándares ambientales estrictos podría no implicar una amenaza significativa para la competitividad de la industria argentina... Hay un amplio espacio para modificar procesos y operaciones a través de formas que traerán tanto beneficios económicos como ambientales. Por tanto, en muchos casos las ganancias económicas y ambientales vendrán juntas, de modo que los costos marginales serán negativos... los costos de la protección ambiental pueden ser incluso nulos para muchas firmas, porque muchas de las alternativas para tratar con los problemas ambientales reducirán sus costos operativos”.

En tanto, O'Connor (1994), señala que si un PED logra mantener altas tasas de inversión durante un tiempo prolongado, el propio carácter “tardío” de su proceso de industrialización llevará a que el crecimiento venga acompañado de niveles decrecientes de contaminación. El argumento subyacente se basa en que los PED no son “innovadores”, pero pueden acceder a

⁵⁶. Incidentalmente, cabe señalar que si la introducción de derechos especiales o restricciones a las exportaciones de países con exigencias ambientales menos severas se justificaría en base al objetivo de “nivelar el campo de juego”, algunas diferencias en los estándares ambientales pueden estar justificadas debido a que los entornos ambientales de cada nación difieren en cuanto a sus capacidades de asimilación y los niveles de contaminación existentes. Asimismo, cada país puede tener diferentes prioridades ambientales y sociales (Alanen, 1996).

las tecnologías que se desarrollan en los países industrializados -que serían cada vez menos contaminantes-; por tanto, un país con un *stock* de capital más “joven” usará tecnologías relativamente menos contaminantes y menos intensivas en energía.

Asimismo, se puede esperar que en estas naciones los métodos EOP sean menos difundidos que en los PD, puesto que las nuevas tecnologías, que crecientemente se basan en el concepto de PP, ya incorporan mecanismos que previenen la generación de contaminación. Se produciría, entonces, un caso de “*leapfrogging* ambiental”; los países de industrialización tardía tendrían menos costos de reducción de la contaminación, puesto que pueden elegir tecnologías modernas que son menos costosas o más efectivas (o ambas cosas a la vez).

Esta hipótesis es, de hecho, una aplicación específica del argumento más general sobre las “ventajas del atraso” (ver Gerschenkron, 1970). En resumen, este argumento señala que el país que se industrializa tardíamente puede beneficiarse de la investigación y desarrollo y del aprendizaje realizado por los países industrializados y, por lo tanto, puede reducir el tiempo en el cual su *performance* industrial converge hacia la de los PD. Esta misma lógica puede extenderse a la *performance* ambiental de un país; los *latecomers* deberían ser capaces de alcanzar ciertos estándares de calidad ambiental más rápidamente y con menores costos que los que ya han llegado a la etapa madura en términos de industrialización.

Téngase en cuenta, además, que para la mayor parte de los PED el imperativo de alcanzar mejoras en la situación ambiental a través de estrategias de PP es, tal vez, más urgente que en el caso de los PD. En efecto, si los PED debieran confiar únicamente en las soluciones de tipo EOP para reducir los niveles de contaminación ambiental, los costos que deberían enfrentar las firmas serían tan elevados que se agravarían severamente otros problemas sociales tales como pobreza, desempleo, etc. (Von Weizacker, 1992)⁵⁷.

En conclusión, el cambio tecnológico debería jugar un papel central para armonizar las exigencias de crecimiento económico en los PED con la necesidad de reducir los niveles de contaminación ambiental, de modo de lograr una trayectoria de desarrollo sustentable.

Si bien éste es un punto de acuerdo bastante extendido, existen discrepancias fuertes entre los economistas pertenecientes a distintas tradiciones teóricas respecto a las fuentes y canales de difusión del progreso tecnológico, sobre los incentivos que estimulan dicho progreso y sobre los costos y beneficios que se derivan de los distintos marcos institucionales y esquemas de política alternativos que pueden instaurarse en dicho campo.

Por un lado, la visión ortodoxa del proceso de cambio tecnológico en los PED se funda en una distinción clara entre innovación y difusión de tecnología. El primer tipo de actividades aparece concentrado en los PD y su resultado es la creación de tecnologías que están incorporadas en la “capacidad de producción”, esto es, en el *stock* de bienes de capital y en el *know-how* operativo requerido para producir los bienes existentes dentro de la frontera de eficiencia productiva (Bell y Pavitt, 1993). Se supone que los PED pueden acceder a las innovaciones

⁵⁷. Considérese, además, que las acciones de PP son, en general, menos capital-intensivas que los sistemas EOP, y, por tanto, se adecuan más a la estructura de disponibilidad de recursos de los PED (Pratt et al, 1995).

tecnológicas generadas en los PD, de manera libre u onerosa según los casos, pero siempre sin dificultades para usar dichas innovaciones con el mismo nivel de eficiencia que en los PD. No existen problemas en asimilar la tecnología transferida, ni se requieren adaptaciones a las condiciones locales, ya que se supone que existen alternativas disponibles para todos los niveles de precios relativos de los factores de producción (Lall, 1992).

En este contexto, las recomendaciones de política para estimular el proceso de modernización tecnológica en los PED son claras. La apertura de la economía a las importaciones llevaría a una mejora en la eficiencia del sector productivo vía la mayor competencia en el mercado local; a su vez, facilitaría el acceso a los bienes de capital de última generación. En tanto, la desregulación de los regímenes de inversión extranjera directa (IED) y de transferencia de tecnología promoverían la incorporación y difusión del *know-how* necesario para operar las instalaciones productivas modernas. En este sentido, se ha argumentado que, en la medida en que las ET tienen un papel crucial en la generación y difusión de innovaciones tecnológicas y organizacionales y reúnen una porción significativa del comercio internacional de bienes, servicios y tecnología, sus filiales en los PED podrían contribuir al desarrollo de ciertas capacidades tecnológico-organizacionales en el país receptor y facilitar el acceso a las redes internacionales de comercialización (United Nations, 1993).

En el plano específicamente ambiental, los economistas ortodoxos suelen considerar a la liberalización comercial como un instrumento clave para reducir los niveles de contaminación en los PED. Las razones de este argumento son varias, pero en lo que nos atañe en este artículo se basan en que la mayor competencia en el mercado doméstico incentiva la inversión en tecnologías modernas -que generalmente son menos nocivas para el medio ambiente-, en que se hace más barata la incorporación de bienes de capital y en que las firmas exportadoras radicadas en los PED deberán enfrentar probablemente estándares más altos que en sus países de origen (Anderson y Blackhurst, 1992; Birdsall y Wheeler, 1992; Grossman y Krueger, 1991)^{58,59}.

⁵⁸. Los economistas ortodoxos también argumentan que las ventajas comparativas de los PED están en sectores trabajo intensivos -menos contaminantes- y que, dado que la apertura elevará los ingresos en los PED, ello derivará en mayores recursos y un creciente interés de la población en la protección ambiental. El debate en torno a estas hipótesis es vasto y excede los propósitos de este artículo. Para un panorama de los argumentos ortodoxos, véase Low (1992). En cuanto al debate, puede verse Rock (1996), entre otros.

⁵⁹. El Banco Mundial, en su reciente informe sobre la situación ambiental en la Argentina (World Bank, 1995), argumenta extensamente sobre los efectos positivos de la apertura comercial en esta área: "La apertura de la economía argentina ha tenido varios efectos colaterales sobre la reducción de la contaminación. La liberalización ha impuesto presiones competitivas sobre las firmas domésticas, que han debido tomar medidas para mejorar su eficiencia productiva, la calidad de sus productos, etc.. El retorno económico de enfrentar estos problemas es tan grande que las firmas privadas con una buena gestión tienen un incentivo sustancial a reducir escapes, reciclar agua, recuperar materiales y adoptar otros cambios que reducen el daño ambiental... Con la liberalización de los flujos de capital y comercio, las firmas comienzan a reconocer que deberán mejorar tanto su *performance* económica como ambiental. La lección crucial que está siendo aprendida gradualmente es que puede no haber trade-off significativos entre estas dos dimensiones del desempeño industrial. Para la mayor parte de las plantas, una buena gestión ambiental es simplemente una manifestación de una buena gestión industrial".

b) Los límites del argumento ortodoxo

Entre los analistas que han estudiado los procesos de incorporación y cambio tecnológico en los PED, existe consenso en señalar la inadecuación del enfoque convencional en esta materia, inadecuación que, en esencia, remite a argumentos similares a los reflejados en la sección anterior, aunque aplicados a la especificidad propia de los procesos de industrialización tardía.

Por un lado, la distinción entre innovación y difusión como dos actividades completamente separadas -y que se desarrollan en secuencia- es equivocada. La adaptación de una tecnología generada en el exterior exige un proceso de cambio técnico continuo, generalmente incremental, para adecuarla a situaciones específicas y mejorar los estándares de operación; en otras palabras, se requiere un proceso de aprendizaje, debido al hecho de que las tecnologías son tácitas y sus principios básicos no son siempre claramente entendidos. Hay que concebir, entonces, al cambio tecnológico a nivel de la firma como un proceso continuo de absorción o creación de conocimiento, determinado en parte por insumos externos y en parte por la acumulación pasada de habilidades y conocimientos (Bell y Pavitt, 1993; Lall, 1992). Asimismo, existen diferencias considerables en cuanto a los niveles de eficiencia con la cual las mismas tecnologías son usadas en distintos PED.

La mayor parte de las firmas en los PED dominan, total o parcialmente, las capacidades de producción (operación, mantenimiento y optimización de los procesos productivos). Sólo un grupo de firmas han avanzado hacia el dominio de las capacidades de inversión (estudios de factibilidad, gestión e ingeniería de proyectos, etc.). Finalmente, un grupo más pequeño aún de firmas han desarrollado capacidades de innovación, que consisten en crear e implementar nuevas posibilidades tecnológicas a través de actividades productivas (Dahlman et al, 1987).

El grueso de las actividades innovativas en los PED consiste en innovaciones menores -modificaciones o mejoras en la tecnología existente-; esto no implica, sin embargo, que se trate de actividades de poca importancia. Por un lado, durante lo que convencionalmente se denomina como etapa de difusión de una tecnología, justamente a través de la acumulación de innovaciones menores, se pueden obtener incrementos de productividad mayores que los que inicialmente surgieron a consecuencia de la innovación original. Por otro, a causa de diferencias en la dotación de recursos, en el tipo y calidad de los insumos, en los gustos locales, etc., es preciso realizar adaptaciones en alguna medida “idiosincráticas” a las tecnologías importadas.

La posibilidad de desarrollar capacidades tecnológicas depende de factores endógenos a la firma. Así, influyen el tamaño y naturaleza de la empresa (empresas familiares, subsidiarias de ET, empresas públicas, grandes firmas locales), el campo de actividad, el grado de especialización, etc.. Esto determinará no sólo las oportunidades para desarrollar capacidades de innovación, sino también las posibilidades de hacerlo -en términos de acceso a la información técnica y a los mercados de factores, capacidad de planeamiento, disponibilidad de recursos financieros, etc.- (Katz, 1990; Lall, 1992). De acuerdo a lo visto antes, éste es un proceso en el cual el peso del *path-dependency* es muy elevado.

Además de los factores específicos a la firma, en la construcción de capacidades tecnológicas o innovativas también influyen el contexto institucional y macroeconómico vigente en cada caso;

de aquí surge el concepto de capacidades tecnológicas nacionales (Lall, 1992). Sin embargo, éstas no son simplemente la suma de miles de capacidades individuales a nivel de la firma desarrolladas aisladamente, ya que existen importantes sinergias derivadas del proceso de cambio tecnológico, en función de las externalidades y las interacciones múltiples que lo caracterizan. Entre los factores del contexto que inciden sobre la construcción de capacidades tecnológicas locales se cuentan: el patrón de competencia en el mercado doméstico, el ritmo de crecimiento de la economía y su nivel de estabilidad y el funcionamiento del sistema financiero, entre otros. Asimismo, es importante la política específica del sector público hacia las actividades tecnológicas, incluyendo la disponibilidad de infraestructura, la existencia de instrumentos promocionales, la vinculación entre las instituciones oficiales y el sector privado, etc.. Finalmente, la existencia o no de relaciones cooperativas entre las propias firmas locales, en forma de redes, alianzas estratégicas, etc., también es un factor decisivo en este escenario.

En base a este esquema conceptual alternativo, es posible discutir las recomendaciones ortodoxas tanto en el plano general del proceso de incorporación y cambio tecnológico como en cuanto al aspecto específicamente ambiental.

Hay consenso en que una competencia más intensa en el mercado local estimula la búsqueda de mayor eficiencia y calidad por parte de las firmas. Lo mismo ocurre cuando éstas deben salir a competir en los mercados externos. En estos casos, las firmas tratan de introducir cambios técnicos que incrementen la productividad, reduzcan el contenido material y aumenten la eficiencia energética de la producción. Si bien tales cambios no están motivados primariamente por presiones ambientales, tienen, de hecho, consecuencias favorables en dicho plano; por consiguiente, el logro de la eficiencia productiva lleva, en sí mismo, a una mayor eficiencia ambiental (Barnett, 1995)⁶⁰.

Algunos trabajos empíricos realizados para el caso argentino han confirmado, en general, esta percepción⁶¹. Sin embargo, también allí se evidencian los límites a los que se enfrenta la liberalización comercial *per se*, ya que no se han demostrado sus efectos positivos en materia de alcance de ventajas comparativas dinámicas y de acumulación de capacidades tecnológicas endógenas. Por otra parte, teniendo en cuenta que hay *path-dependency* en la trayectoria de las firmas, es de esperar que exista, en general, un efecto “reforzante” derivado de la apertura, por el cual aquellas firmas con mayores capacidades acumuladas previamente serán las que estén en mejores condiciones de afrontar las mayores presiones competitivas.

En el plano ambiental, consecuentemente, se advierten similares límites. Por un lado, por esta vía es muy difícil que se resuelvan todos los problemas ambientales que enfrentan las firmas, ya que los efectos positivos en materia de reducción de la contaminación son un subproducto de acciones tomadas con otros propósitos. Por otro, en la medida en que la apertura contribuye insuficientemente a mejorar el acervo de capacidades tecnológicas de las firmas locales, habrá menores posibilidades de que surjan en los PED *innovation offsets* del estilo porteriano.

⁶⁰. Obsérvese que la secuencia mejora de la eficiencia productiva-mejora de la eficiencia ambiental es la inversa de la que plantea Porter, para quien en la búsqueda de reducir los niveles de contaminación, las firmas encontrarán que pueden mejorar su *performance* en términos de productividad, costos, calidad, etc.

⁶¹. Ver Chudnovsky et al (1996).

En cuanto a los efectos positivos derivados de la incorporación de maquinaria y equipo modernos, el factor clave es si la apertura comercial conduce necesariamente a un incremento significativo de la tasa de inversión doméstica; sobre este tema, la evidencia empírica muestra que no hay una conexión necesaria entre ambos fenómenos (Rodrik, 1995). Asimismo, es importante conocer cuáles son los sectores a los que se dirige dicha inversión.

Respecto de los estándares que deben enfrentar las firmas cuando pretenden exportar a los PD, se ha señalado que la difusión de instrumentos como los sellos ecológicos, o de normas del tipo ISO 14000, EMAS y otras, suponen para las firmas de los PED, la necesidad de optar entre enfatizar los factores no-precio como elementos de competitividad o limitarse al campo, menos atractivo en términos de crecimiento de la demanda y márgenes de rentabilidad, de los mercados en donde se compite vía precio (UNCTAD 1994, 1995b y c)⁶². Sin embargo, la primera opción no es tan sencilla, puesto que en aquellos productos donde la capacidad de diferenciación es limitada, los productores en los PED encuentran, en general, que es difícil recuperar los costos incrementales derivados de las mejoras ambientales a través de precios mayores, lo cual se agrava considerando que en los PED la demanda doméstica por productos “verdes” es baja (UNCTAD, 1995a).

Por otro lado, se ha señalado el posible carácter discriminatorio de estos instrumentos, ya que se basan en las prioridades ambientales y las tecnologías domésticas del país importador; por consiguiente, pueden proscribir productos y procesos que son aceptables en el país exportador. Asimismo, en muchos casos las tecnologías necesarias para reducir la contaminación tendrán necesariamente que ser importadas, puesto que han sido desarrolladas para tratar problemas originarios del/os país/es que imponen las normas respectivas (Motta Veiga et al, 1994)⁶³.

En lo que hace al papel de las ET, es evidente que ellas son propietarias de buena parte del *stock* de tecnologías actualmente disponibles, dominio que se extiende al área de tecnologías ambientales. Una de las posibilidades que tienen las ET para realizar las cuasi rentas generadas a partir de sus activos tecnológicos es la IED -las otras son el licenciamiento a firmas independientes o la exportación desde sus casas matrices- (ver Chudnovsky, 1991).

Según O'Connor (1994), para evaluar el papel que puede jugar la IED se debe definir previamente cuál es el contrafactual en el que se está pensando. Si la alternativa es que las

⁶². Si bien se trata de normas voluntarias y/o que afectan de manera directa sólo a un grupo relativamente pequeño de firmas -debido a su orientación exportadora, su estructura de clientes, etc.-, sus efectos no necesariamente están circunscriptos a esas empresas (que podrían convertirse en “islas ambientales”) sino que, muchas veces por su propio diseño -sería el caso de las normas ISO 14000 y en general de las que contemplan el “ciclo de vida” del producto- llevan a que sus prescripciones se extiendan a los clientes y proveedores de aquellas.

⁶³. Se han formulado algunas otras críticas en relación con este tipo de instrumentos. Por un lado, se ha argumentado que los estándares están diseñados para proveer una ventaja a los operadores más eficientes, que son los del Norte (Barnett, 1995). Por otro, se ha destacado que las firmas de los PED, en general, tienen problemas para lograr las certificaciones ambientales, debido, entre otros, a los siguientes factores: el alto costo que insume el proceso; la tradicional desatención hacia la necesidad de contar con documentación, procedimientos escritos, etc.; el predominio de un estilo de *management* obsoleto y con un horizonte de corto plazo; limitaciones técnicas y de información, etc. (UNCTAD, 1995b).

firmas de capital local adquieran las tecnologías *off-the-shelf*, podría suceder que, por distintas razones, no sean las mejores disponibles. Incluso tratándose de las mismas tecnologías, hay que considerar las diferencias entre firmas locales y extranjeras en cuanto a la eficiencia en su uso; en general, puede suponerse que habrá diferencias a favor de las últimas. Otro punto central para evaluar el papel de la IED es la influencia que puedan tener las ET sobre la *performance* de proveedores y clientes⁶⁴.

En este plano, es necesario considerar las cuestiones más generales relativas a la transferencia de tecnología vía IED: los problemas vinculados a la fijación de los precios por los activos transferidos, la edad física y tecnológica de los equipos y procedimientos que se emplean en la filial, la posibilidad -muy baja en los PED- de que las filiales realicen actividades de I&D, las externalidades generadas por la presencia de ET en materia de conocimientos tecnológicos, formación de recursos humanos, etc. (ver Chudnovsky, 1991). Debe tenerse en cuenta que las filiales normalmente reciben los frutos de las actividades de I&D realizadas en la casa matriz y, por ende, no disponen de una capacidad innovativa que vaya más allá de la producción eficiente de los bienes que manufacturan. En tanto, las externalidades que se generan por la presencia de las filiales de las ET no sólo dependen de la complejidad del producto que manufacturan y su mercado de destino, sino también de la capacidad de absorción de las firmas locales, sean éstas proveedoras o competidoras de las filiales, de la infraestructura industrial y tecnológica del país receptor y de las políticas que éste defina para maximizarlas (Lall, 1992).

En el plano específicamente ambiental, de estas reflexiones se concluye que la posibilidad de que las filiales de ET en los PED alcancen *innovation offsets* e incorporen tecnologías más limpias dependerá crucialmente de lo que ocurra en sus casas matrices; en otras palabras, es central saber si esas tecnologías están o no disponibles en los PD. Asimismo, los efectos positivos respecto de los sistemas de gestión ambiental de clientes y proveedores, así como las eventuales externalidades generadas por la presencia de las ET, dependerán de las capacidades productivas y tecnológicas acumuladas domésticamente, de la disponibilidad de infraestructura y recursos humanos calificados y de las políticas públicas del país receptor.

Por otro lado, no siempre las ET operan en sus filiales con las mismas tecnologías que en sus países de origen. Incluso es posible que algunas lleguen como “refugiados ambientales” - escapando de regulaciones más severas en sus países de origen-. Debe tenerse en cuenta, además, que no todas las ET tienen estándares comunes para todas sus filiales y que, aún cuando los tengan, no siempre es fácil transferirlos a otras localizaciones (Jha y Teixeira, 1994). En principio, sólo las ET de mayor envergadura operan con estándares independientes de las regulaciones locales, debido a la necesidad de preservar la “imagen” corporativa -así como, en ciertos casos, por la posibilidad de sanciones en sus países de origen-. En consecuencia, en

⁶⁴. Muchos analistas presumen que esta influencia será generalmente positiva, tanto por “efecto demostración” como, principalmente, vía introducción de estándares ambientales propios (exigencias a proveedores y clientes en materia de prácticas ambientales, certificaciones de producto, etc.). Por otra parte, la casa matriz puede proveer entrenamiento y capacitación a los técnicos e ingenieros locales en las tecnologías y prácticas de control de la contaminación, minimización de residuos y manejo de desechos peligrosos (O'Connor y Turnham, 1992; UNCTAD, 1993c).

ausencia de una legislación efectiva, muchas ET no tendrán los incentivos necesarios para invertir en la transferencia de tecnologías “limpias” (Jha y Teixeira, 1994).

En lo que hace a la transferencia de tecnología vía licencias, patentes, etc., se ha señalado que la elección de tecnologías no es sólo un problema de fuentes domésticas vs externas. En general, hay una combinación de ambas fuentes, y se puede suponer que a mayor capacidad tecnológica acumulada en la firma receptora, mayor será la eficiencia y las posibilidades de mejoras subsecuentes en las tecnologías que eventualmente se importen. Rath y Copley (1992) concluyen, luego de examinar distintos argumentos y estudios de casos, que no hay un vínculo automático entre importación de tecnología y desarrollo de capacidades tecnológicas endógenas y sugieren que hay dos factores clave en este sentido: i) la intensidad del contacto entre oferente y demandante, ii) las habilidades y las orientaciones estratégicas de la empresa receptora.

Asimismo, existen otros problemas específicos en relación con la transferencia de tecnología; el carácter oligopolio de la mayor parte de los mercados, información asimétrica e insuficiencia de información por parte de las firmas compradoras, falta de capacidades para evaluar y seleccionar las opciones más apropiadas, etc.. En tanto, se han señalado algunas tendencias recientes que tienden a complicar aún más este escenario. Por una parte, existe una tendencia clara en muchos PD, y especialmente en los EEUU, en dirección a un mayor *enforcement* de los derechos de propiedad (patentes, etc.), lo cual puede limitar la cantidad y el tipo de tecnología que se puede adquirir (Barnett, 1995). Por otra, el acceso a la llamada *high-technology* se hace crecientemente difícil, ya que los gastos de desarrollo han venido creciendo y los costos de oportunidad se han hecho más significativos, por lo cual las firmas propietarias pueden estar menos proclives a realizar operaciones de transferencia (Chudnovsky, 1991).

¿Existe alguna especificidad propia de las tecnologías “verdes” en relación con lo descripto hasta aquí? En principio, al igual que en el caso anterior, una incógnita clave remite a la disponibilidad o no de tecnologías más limpias en los propios PD. En tanto, si bien la globalización de los problemas ambientales ha incrementado la importancia que se reconoce en el Norte a la necesidad de transferir tecnologías ambientalmente amigables hacia el Sur, la atención se centra en los problemas que aquejan o preocupan más a los PD, los cuales no son necesariamente los mismos que deben resolverse prioritariamente en el Sur. En consecuencia, el problema tradicional de la divergencia de trayectorias tecnológicas entre Norte y Sur se exagera al introducir los requerimientos ambientales (Barnett, 1995) y se refuerza la necesidad de adaptar las tecnologías importadas a las condiciones locales (Rath y Copley, 1992).

Por otro lado, la introducción de la dimensión ambiental hace todavía más complejo tomar decisiones correctas, ya que a la incertidumbre propia de cualquier iniciativa de adquisición de tecnología, se adiciona la que existe -según se enfatizó anteriormente- en materia de contaminación ambiental. Asimismo, en materia de tecnologías ambientalmente limpias los ya mencionado factores idiosincráticos tienen un peso todavía mayor que en otros campos, dado

que el tipo y distribución de los recursos naturales, así como la naturaleza y magnitud de los problemas de contaminación, son típicamente factores específicos de cada país o región⁶⁵.

Finalmente, según Warhurst (1995), la evidencia empírica ha mostrado que existe un potencial considerable para incrementar la transferencia de capacidades técnicas y de gestión empresarial sin afectar el control estratégico del proveedor sobre la tecnología de la que es propietario. Sin embargo, Rath y Copley (1992), aunque coinciden en que, al menos en la teoría, sería posible responder a los imperativos ambientales sin sacrificar las aspiraciones “desarrollistas” del Sur, y sin esperar que los proveedores de tecnología pierdan los beneficios comerciales, destacan que, en la práctica, hay grandes limitaciones para que se alcancen soluciones de este tipo: i) restricciones financieras; ii) insuficiente información, tanto de parte del consumidor como del lado de la oferta (estimación de mercados potenciales, formas de acceso al mercado, etc.); iii) restricciones institucionales: por ejemplo, en cuanto a los distintos requerimientos de las políticas ambientales en los países proveedores y en los receptores.

c) El desafío del desarrollo sustentable

Ya se ha señalado que el nexo entre el desarrollo económico y el cuidado del medio ambiente pasa esencialmente por el cambio tecnológico. Más allá de que el debate aún resulte inconclusivo, en el caso de los PD está claro que, a nivel de las firmas y de la sociedad como un todo, existe una capacidad endógena acumulada tal que hace posible especular sobre la posibilidad de que se genere un nuevo sendero tecnológico “verde” que permita superar la restricción ambiental y continuar con el proceso de crecimiento económico.

Volviendo a Porter, de ser correcta su “hipótesis II” -a mayor nivel de competitividad inicial, mayor probabilidad de que las firmas/países reaccionen de manera innovativa y, en consecuencia, con medidas “*cost-effective*”, frente a las regulaciones ambientales-, los PED, y en especial las firmas pequeñas y medianas que en ellos operan, enfrentan un serio desafío, ya que parten de una situación desventajosa en materia de capacidades tecnológicas y niveles de competitividad. Esto hace que la investigación sobre las relaciones entre innovación, medio ambiente y desarrollo sea un elemento clave para diseñar políticas adecuadas en este campo.

Si la evidencia empírica sobre *innovation offsets* es escasa e inconclusiva en el caso de los PD, estas características se acentúan para los PED. Algunos trabajos muestran que, de manera incipiente, un grupo de firmas -generalmente las de mayor tamaño y/o fuerte orientación exportadora, que ya cuentan con una trayectoria de capacidades acumuladas en materia tecnológica, con certificaciones de calidad, fuerza de trabajo y management calificados, etc.-, han comenzado a advertir que hay lugar para reducir la contaminación que generan sin perder -o

⁶⁵. “Las tecnologías transferidas de un país a otro no siempre funcionarán de idéntico modo. Su desempeño variará de acuerdo al nivel local de capacidades acumuladas y de educación de los trabajadores, así como de las condiciones de trabajo, infraestructura y otras diferencias sociales y culturales. Del mismo modo, el impacto sobre los recursos ecológicos y la población local podría ser muy diferente” (UNCTAD, 1993c).

aún ganando- competitividad⁶⁶. Sin embargo, esta actitud está aún lejos de generalizarse, y en la mayor parte de los países y firmas predomina una actitud defensiva frente al tema⁶⁷.

Según la UNCTAD (1995a), con algunas excepciones notables, las firmas en los PED no han generado ningún producto ambientalmente amigable y tienen poca capacidad endógena para innovar en este campo; además, hay poco mercado interno para ese tipo de productos y tecnologías. Las firmas líderes que han hecho esfuerzos en esa dirección, son “islas ambientales”.

Retomando la hipótesis de O'Connor sobre los beneficios de la industrialización tardía desde el punto de vista ambiental, se podría decir que no basta con que haya un potencial para el *leapfrogging*, sino que, empleando una expresión difundida por Abramovitz (1994), es preciso también que existan las capacidades sociales (niveles educativos, capacidad de management, infraestructura institucional, actitudes sociales, etc.) necesarias para acceder y emplear eficientemente las tecnologías más limpias que se desarrollen en los países más avanzados.

Por otro lado, el dominio de las tecnologías transferidas exige un amplio rango de conocimientos que deben haberse acumulado previamente en las firmas receptoras, ya que, como se señaló antes, hay un fuerte peso del *path-dependency* en la construcción de capacidades tecnológicas. En este contexto, es la capacidad para manejar el cambio tecnológico, y no sólo para operar un determinado tipo de tecnología ambiental, lo que determina, en última instancia, el éxito de las firmas en construir y mantener sus competencias en materia de gestión ambiental (Warhurst, 1995).

Teniendo en cuenta lo reciente de los fenómenos bajo estudio, la consecuentemente muy escasa evidencia empírica disponible y el carácter incipiente de los desarrollos teóricos que permitirían presentar un esquema analítico comprehensivo alternativo al neoclásico, se abre un amplio campo de temas sobre los cuales es necesario profundizar la investigación. Sin ser exhaustiva, la siguiente lista intenta presentar algunos de los temas que, en este escenario, aparecen como prioritarios⁶⁸:

- ¿Cuál es la disponibilidad en el mercado internacional de tecnologías “más limpias” o de PP, que permitan reemplazar a los métodos EOP? ¿Cuáles son los costos y canales de acceso a dichas tecnologías para las firmas en los PED? ¿Qué papel pueden jugar las ET en este sentido?
- ¿Las firmas en los PED están conscientes de la existencia de tecnologías de PP? ¿En los casos en que sea así, cómo han sido incorporadas estas opciones en los sistemas de gestión ambiental empresarios? ¿Si no han sido incorporadas, cuáles han sido los factores

⁶⁶. Véase, para el caso del Este asiático, O'Connor (1994), y para la Argentina, Chudnovsky et al (1996). Algunos ejemplos también se encuentran en CEPAL (1995).

⁶⁷. En el caso argentino, una reciente encuesta confirma esta percepción (CEADS/ADEGA, 1994).

⁶⁸. Algunos de estos temas están siendo investigados, para el caso argentino, en el marco del proyecto del cual este trabajo forma parte.

que impidieron su adopción? ¿La escasa disponibilidad y/o elevado costo de los recursos financieros han sido un obstáculo importante en ese sentido?

- ¿Si las tecnologías de PP han sido adoptadas por algunas firmas en los PED, cuáles han sido los principales factores domésticos y externos que indujeron dicha adopción? ¿Las presiones de la liberalización comercial, la necesidad de competir en los mercados externos o la existencia de un proceso de crecimiento económico sostenido -en los casos en que esto haya ocurrido- han sido particularmente influyentes?
- ¿Cuáles han sido las principales fuentes -domésticas o externas- de las diferentes tecnologías empleadas para las actividades de PP (IED, acuerdos de licencia, firmas de ingeniería, proveedores de equipamiento, actividades *in-house*, universidades, institutos tecnológicos locales, etc.)? ¿Las firmas han enfrentado alguna restricción por parte de sus proveedores para transferir las tecnologías requeridas? ¿En qué medida las fuentes externas de tecnologías han debido ser complementadas con esfuerzos endógenos destinados a adaptar dichas tecnologías a las condiciones locales?
- ¿Cómo se han integrado las actividades de absorción y adaptación de las tecnologías ambientalmente más limpias con los esfuerzos de las firmas para ganar competitividad (a través de gestión de calidad, modernización productiva, cambios organizacionales, etc.)? ¿Hay alguna relación entre el nivel de capacidades tecnológicas acumuladas y la competitividad alcanzada previamente por parte de las firmas y su éxito -o fracaso- en pasar a una gestión ambiental basada en el principio de PP?
- ¿La incorporación de tecnologías de PP en los PED, ha sido *cost-effective*? ¿Cómo se comparan, desde el punto de vista de la ecuación costo-beneficio privado, las tecnologías de PP con las EOP? ¿Cómo se compara la tasa de retorno de las inversiones en tecnologías de PP con las alternativas de inversión en áreas no ambientales? ¿En el cálculo de costos y beneficios de las soluciones de PP, se incorporan también beneficios poco tangibles, tales como los que se derivan de una mejor imagen corporativa, u otros?
- ¿En qué medida la mejora en la gestión ambiental de las firmas más dinámicas en este campo (presumiblemente las filiales de ET o las firmas locales con orientación exportadora) ha tenido efectos de derrame sobre las PyMEs que son sus proveedores o clientes? ¿Cuáles han sido las principales restricciones para la generación de tales efectos? ¿Cuáles son los problemas específicos que han enfrentado las PyMEs para acceder a las tecnologías de PP?

d) Implicancias de política

Más allá de la necesidad de avanzar sobre la agenda de investigación pendiente en el campo de las relaciones entre innovación, medio ambiente y desarrollo económico, es posible, aún con el actual estado del conocimiento, sugerir algunas implicaciones de política que se derivan del debate que hemos estado comentando. La necesidad de contar con un marco regulatorio claro y con mecanismos de *enforcement* adecuados en materia ambiental es indiscutible, así como también la de implementar mecanismos de educación y concientización a nivel social, de modo que consumidores y productores en los PED comiencen a valorar adecuadamente los

beneficios de un medio ambiente menos contaminado. Sin embargo, de lo expuesto precedentemente, se concluye que estas acciones son, muy probablemente, insuficientes de cara al objetivo de asegurar un proceso de desarrollo sustentable.

Este grupo de países debe compatibilizar las exigencias de preservación y mejora del medio ambiente con la necesidad de mantener altas tasas de crecimiento económico, teniendo en cuenta que todavía existen problemas de pobreza, empleo, vivienda, salud, etc., que sólo pueden ser resueltos satisfactoriamente en un contexto de creciente bienestar económico. Por tanto, las políticas ambientales no pueden adoptar una postura de confrontación con las actividades productivas, sino que deben implementarse de manera gradual, a través de procesos de negociación entre Estado, firmas, organizaciones no gubernamentales y otros grupos sociales, y contemplando la introducción de mecanismos que faciliten la convergencia de los objetivos antes mencionados. Por otro lado, las regulaciones ambientales deben generar incentivos para que las firmas respondan a las presiones para mejorar su *performance* en la materia a través de actividades innovativas, cuyos efectos dinámicos serían superiores tanto desde el punto de vista ambiental como desde la eficiencia económica tanto privada como socialmente considerada.

Provisto que efectivamente estén disponibles en los países industrializados las esperadas tecnologías más limpias o de PP, tanto la apertura comercial, como la IED y la transferencia de tecnología desde el exterior pueden contribuir a mejorar la situación ambiental en los PED y reducir el *trade-off* entre preservación del medio ambiente y competitividad empresarial. Sin embargo, según lo visto anteriormente, esos mecanismos son insuficientes, ya que no conducen, por sí mismos, a la adquisición y dominio de las capacidades innovativas necesarias para que las firmas -y en particular las PyMEs- puedan no sólo seleccionar, absorber y adaptar los flujos tecnológicos externos, sino también eventualmente generar nuevos conocimientos aplicables, directa o indirectamente, a la solución de los problemas ambientales. Incluso en el caso de la IED, si no se quiere que las filiales de las ET sean “islas ambientales”, debe existir en las firmas locales una capacidad acumulada tal que les permita beneficiarse de las externalidades que pueden potencialmente generar dichos agentes.

En este escenario, una de las implicaciones centrales en materia de recomendaciones de política es que el desarrollo de capacidades innovativas y la calificación de los recursos humanos pueden tener un impacto tanto o más significativo, en cuanto a reducción de la contaminación, que los cambios en el marco regulatorio ambiental (Warhurst, 1992 y 1995). Una de las áreas de acción cruciales es el refuerzo de las capacidades de los PED, y en particular de las PyMEs, para definir sus necesidades tecnológicas y para juzgar y elegir entre tecnologías alternativas. Asimismo, el fin último de cualquier acción internacional en el área de tecnologías “limpias” no debería ser la aplicación, como solución única, de una tecnología particular; por el contrario, se trata de intensificar las capacidades tecnológicas “genéricas” en los PED, más que de perseguir acciones relativas a tecnologías ambientales específicas (Rath y Copley, 1992).

Coincidentemente, Barnett (1995) señala que las políticas de transferencia de tecnología que se focalizan en la adquisición de capacidades para gestionar el cambio tecnológico tienen mejores posibilidades de ser efectivas que las que se restringen a la transferencia de tecnologías específicamente ambientales. Asimismo, esta capacidad de gestión del cambio tecnológico

tiene como corolario la capacidad para responder efectivamente a transformaciones del marco regulatorio o de los gustos de los consumidores.

Por otro lado, la difusión y absorción exitosas de tecnologías limpias tienen como precondition: i) el conocimiento y experiencia necesarios para manejar el cambio tecnológico; ii) el desarrollo de recursos humanos para implementar cambios organizacionales que mejoren la eficiencia productiva y la gestión ambiental. En consecuencia, una política de transferencia de tecnología debe incluir, como un factor clave, el *software* de la gestión ambiental, así como la capacitación y entrenamiento de la fuerza de trabajo y de los *managers* de las firmas industriales (Warhurst, 1995).

En tanto, Barnett (1995) también destaca el papel de las políticas que se dirigen a estimular la mejora en la eficiencia productiva general de las firmas, las cuales serían tan importantes como las específicamente dirigidas al área ambiental. La experiencia indica que muchas veces las mejoras en términos ambientales son un subproducto de acciones tomadas con el fin de ahorrar energía, reutilizar insumos, etc. en un marco de mayor competencia en el mercado doméstico. Asimismo, parece que existe una cierta trayectoria que va desde la adopción de normas estrictas en materia de calidad -por ejemplo, ISO 9000- hacia normas similares en el campo ambiental -cuyo logro se ve facilitado si previamente se adoptaron las prácticas necesarias para el objetivo anterior-. Una mayor orientación exportadora de las firmas locales también tiene efectos en ambas áreas. A su vez, la dimensión ambiental tiene que convertirse en un ingrediente de las políticas meso de tipo sectorial o regional para poder imprimir un rumbo ambientalmente adecuado al cambio tecnológico (Scholz et al, 1994).

El papel de las políticas macroeconómicas es también clave. En particular, el mantenimiento de un alto ritmo de inversión es central para que las firmas se vean impulsadas a renovar su *stock* de bienes de capital incorporando, al mismo tiempo, tecnologías menos contaminantes. Otra área central es la atinente al mercado de capitales, ya que es conocido que existen fallas de mercado que discriminan en contra del acceso de cierto tipo de firmas o del financiamiento de algunas actividades consideradas riesgosas -incluyendo las dirigidas a innovación tecnológica-, fallas que se acentúan en el caso de los PED.

El marco de políticas debe contemplar, además, que no todas las firmas poseen idénticos recursos y capacidades como para responder favorablemente al mismo esquema de incentivos. En particular, se debe atender al sector de PyMEs, quienes generalmente tenderán a adoptar una actitud defensiva frente a la introducción de regulaciones ambientales más estrictas, están en una posición desventajosa en términos del acceso al capital, la tecnología y los recursos humanos y operan con sistemas de *management* y estrategias muchas veces obsoletas.

Por otro lado, aún asumiendo la hipótesis de una relación positiva entre mejoras ambientales y competitividad, es posible que, como producto de los costos de transición hacia las nuevas técnicas, haya pérdidas de competitividad a corto plazo, especialmente para algunas actividades, regiones y tipos de firmas. Más aún, es probable que los sectores/firmas que tienen una débil posición competitiva sean los que mayores dificultades enfrenten para mejorar sus prácticas ambientales. Nuevamente, aquí hay un rol para políticas específicas de asistencia, que faciliten el proceso de reconversión y el fortalecimiento de las capacidades competitivas de

aquellos que se vean más afectados por la transformación estructural que está involucrada en el pasaje hacia un sendero de desarrollo sustentable.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Abramovitz, M. (1994), "Catch Up and Convergence in the Postwar Growth Boom and After", en Baumol W., R. Nelson y E. Wolff (eds), **Convergence of Productivity. Cross-National Studies and Historical Evidence**, Oxford University Press, Nueva York.
- Alanen, L. (1996), "The Impact of Environmental Cost Internalization on Sectoral Competitiveness; A New Conceptual Framework", UNCTAD, Discussion Papers N° 119, Ginebra.
- Almeida, C. (1993), "Development and Transfer of Environmentally Sound Technologies in Manufacturing: a Survey", UNCTAD, Discussion Papers N° 58, Ginebra.
- Anderson, K. y R. Blackhurst (1992), "Comercio, Medio Ambiente y Políticas Nacionales", en Anderson, K. y R. Anderson (eds.), **El Comercio Mundial y el Medio Ambiente**, Mundi Prensa, Madrid.
- Aoki, M (1990), "Toward an Economic Model of the Japanese Firm", **Journal of Economic Literature**, Vol 28, marzo.
- Arora, S. y T. Cason (1995), "An Experiment in Voluntary Environmental Regulation: Participation in EPA's 33/50 Program", **Journal of Environmental Economics and Management**, Vol 28.
- Arthur, B. (1988), "Competing Technologies: an Overview", en Dosi, G. et al (eds), **Technical Change and Economic Theory**, Pinter, Londres.
- Arthur, B. (1990), "Positive Feedbacks in the Economy", **Scientific American**, febrero.
- Bahro, R. (1984), **From Red to Green**, Verso, Londres.
- Bahro, R. (1986), **Building the Green Movement**, Heretic Books, Londres.
- Barnett, A. (1995), "Do Environmental Imperatives Present Novel Problems and Opportunities for the International Transfer of Technology?", UNCTAD, Ginebra.
- Barrett, S. (1994), "Strategic Environmental Policy and International Trade", **Journal of Public Economics**, Vol 54, N° 3.
- Bell, M. y K. Pavitt (1993), "Accumulating Technological Capability in Developing Countries", **Proceedings of the World Bank Annual Conference on Development Economics. 1992**, Washington D.C..
- Benchmark Environmental Consulting (1995), "Five Questions for ISO 14000", mimeo.
- Birdsall, N. y D. Wheeler (1992), "Trade Policy and Industrial Pollution in Latin America: Where are the Pollution Havens?", en Low, P. (ed.), **International Trade and the Environment**, World Bank Discussion Papers N° 159.

- Bressers, H. T. y J. Schuddeboom (1994), "A Survey of Effluent Charges and Other Economic Instruments in Dutch Environmental Policy", en OECD, **Applying Economic Instruments to Environmental Policies in OECD and Dynamic non-Member Economies**, Paris.
- Burgueño, O. y L. Pittaluga (1994), "El enfoque neoschumpeteriano de la tecnología", **Quantum**, Vol 1, Nº 3.
- Canada's Green Plan (1992), "Economic Instruments for Environmental Protection", Discussion Paper, Government of Canada.
- CEADS/ADEGA (1994), "Relevamiento sobre la gestión ambiental en el sector empresario", mimeo, Buenos Aires.
- CEPAL (1993), **Medio Ambiente y Comercio Internacional en América Latina y el Caribe**, División de Comercio Internacional, Transporte y Financiamiento, Santiago de Chile.
- CEPAL (1995), "Medio ambiente y comercio internacional en América Latina y el Caribe", en SELA/UNCTAD, **Comercio y medio ambiente. El debate internacional**, Nueva Sociedad, Caracas.
- Chudnovsky, D. (1991), "North South Technology Transfer Revisited: Old and New Research Issues", CENIT, DT Nº 2, Buenos Aires.
- Chudnovsky, D., M. Chidiak y L. Pzemirower (1994), "Medio Ambiente, Comercio y Competitividad Internacional. Las cuestiones en debate y sus implicancias para las exportaciones argentinas", Secretaría de Programación Económica, Proyecto ARG/93/032, mimeo.
- Chudnovsky, D., F. Porta, A. López y M. Chidiak (1996), **Los límites de la apertura. Liberalización, reestructuración productiva y medio ambiente**, Alianza/CENIT, Bs Aires.
- Cimoli, M. y G. Dosi (1994), "De los paradigmas tecnológicos a los sistemas nacionales de producción e innovación", **Comercio Exterior**, Vol 44, Nº 8.
- Coriat, B. y G. Dosi (1994), "Learning how to Govern and Learning how to Solve Problems: on the Co-Evolution of Competences, Conflicts and Organizational Routines", mimeo.
- Dahlman, C. J., B. Ross-Larson, y L. E. Westphal (1987), "Managing Technological Development: Lessons from the Newly Industrializing Countries", **World Development**, Vol.15, Nº 6.
- David, P. (1993), "Knowledge, Property, and the Systems Dynamics of Technological Change", **Proceedings of the World Bank Annual Conference on Development Economics. 1992**, World Bank.
- Dosi, G. (1988a), "The Nature of the Innovative Process", en Dosi, G. et al (eds), **op cit**.

- Dosi, G. (1988b), "Sources, Procedures and Microeconomic Effects of Innovation", **Journal of Economic Literature**, septiembre.
- Dosi, G., C. Freeman, R. Nelson, G. Silverberg y L. Soete (eds) (1988), **Technical Change and Economic Theory**, Pinter, Londres.
- Ekins, P. y M. Jacobs (1995), "Environmental Sustainability and the Growth of GDP: Conditions for Compatibility", en Bhaskar, V. y Glyn, A., **The North, The South and The Environment. Ecological Constraints and the Global Economy**, United Nations University Press, Tokyo.
- United States Environmental Protection Agency (EPA) (1991), **Pollution Prevention 1991. Progress on Reducing Industrial Pollutants**, EPA 21P-3003, Washington.
- EPA (1992), **Total Cost Assessment: Accelerating Industrial Pollution Prevention through Innovative Project Financial Analysis**, EPA/741/R-92/002, Washington D.C..
- Ferguson, D., C. Haas, P. Raynard y S. Zadek (1996), "Dangerous Curves: Does the Environment Improve with Economic Growth?", World-Wide Fund for Nature, Research Report.
- Freeman, C. (1982), **The economics of industrial innovation**, Pinter, Londres.
- Gerschenkron, A. (1970), **Atraso económico e industrialización**, Ariel, Barcelona.
- Grossman, G. (1993), "Pollution and Growth: What Do We Know?", *paper* presentado en la conferencia sobre **Sustainable Economic Development: Domestic and International Policy**, CEPR/OECD, Paris.
- Graedel, T. "Industrial Ecology: Definition and Implementation", en Socolow, R., C. Andrews, F. Berkhout y V. Thomas (eds) (1994), **Industrial Ecology and Global Change**, Cambridge Univ Press.
- Grossman, G. y A. Krueger (1991), "Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement", Working Paper N° 3914, NBER, Cambridge.
- Grossman, G. y A. Krueger (1994), "Economic Growth and the Environment", Working Paper N° 4634, NBER, Cambridge.
- Grubler, A., "Industrialization as a Historical Phenomenon", en Socolow, R. et al (eds), **op cit**.
- Hanrahan, D. (1995), "Putting Cleaner Production to Work", Discussion Draft, The World Bank.
- Heaton, G.; R. Repetto, y R. Sobin (1991), "Transforming Technology: An Agenda for Environmentally Sustainable Growth in the 21st Century", World Resources Institute.

- Huber, R. M., J. Ruitenbeck y R. Seroa da Motta (1996), **A Tale of Ten Countries: Market Based Instruments for Environmental Policymaking in Latin America and the Caribbean**, World Bank, Washington D.C..
- Jaffe, A. B, S. R. Peterson, P. R. Portney y R. N. Stavins (1995), "Environmental Regulation and the Competitiveness of U.S. Manufacturing: What does the Evidence Tell Us?", **Journal of Economic Literature**, Vol.33.
- Jha, V. y A. P. Teixeira (1994), "Are Environmentally Sound Technologies the Emperor's New Clothes?", UNCTAD, Discussion Papers N° 89, Ginebra.
- Katz, J. (1990), "Las Innovaciones Tecnológicas Internas y la Ventaja Comparativa Dinámica", en Teitel, S. and L. Westphal (comp), **Cambio Tecnológico y Desarrollo Industrial**, Fondo de Cultura Económica, México.
- Kennedy, P. y B. Laplante (1995), "Equilibrium Incentives for Adopting Cleaner Technology under Emissions Pricing", Policy Research Working Paper, 1491, The World Bank.
- Khalid, A. R. (1996), "Why Pollution Standards Are Preferred by Industries: Pragmatism and Rent-Seeking Behaviour", **The Environmentalist**, 16, pp 49-53.
- Lall, S. (1992), "Technological Capabilities and Industrialization", **World Development**, Vol 20, N° 2.
- Lippi, M. (1988), "On the Dynamics of Aggregate Macroequations: from Simple Microbehaviour to Complex Macrorelationships", en Dosi, G. et al (eds), **op cit**.
- López, A. (1996), "Las ideas evolucionistas en economía: una visión de conjunto", **Revista Buenos Aires Pensamiento Económico**, N° 1.
- Low, P. (ed.) (1992), **International Trade and the Environment**, World Bank Discussion Papers N° 159, Washington D.C..
- Meadows, D., D. Meadows, J. Randers y W. Behrens (1972), **The Limits to Growth**, Universe Books, Nueva York.
- Milliman, S. R. y R. Prince (1989), "Firm Incentives to Promote Technological Change in Pollution Control", **Journal of Environmental Economics and Management**, Vol.17, Noviembre.
- Motta Veiga, P., M. Reis Castilho y G. Ferraz Filho (1994), "Relationships between Trade and the Environment. The Brazilian Case", mimeo, FUNCEX, Rio de Janeiro.
- National Science and Technology Council (NSTC) (1994), **Technology for a Sustainable Future**, Office of Science and Technology Policy, Washington D.C..
- Nelson, R. (1980), "Production Sets, Technological Knowledge, and R&D: Fragile and Overworked Constructs for Analysis of Productivity Growth?", **American Economic Review**, Vol 70, N° 2.

- Nelson, R. (1991), "Why do Firms Differ, and How Does it Matter?", **Strategic Management Journal**, Vol 12.
- Nelson, R. (1995), "Recent Evolutionary Theorizing About Economic Change", **Journal of Economic Literature**, Vol 33, marzo.
- Nelson, R. y S. Winter (1982), **An Evolutionary Theory of Economic Change**, The Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge.
- O'Connor, D. y D. Turnham (1992). "Managing the Environment in Developing Countries", OECD Development Centre, Policy Brief N° 2.
- O'Connor, D. (1994), **Managing the Environment with Rapid Industrialisation: Lessons from the East Asian Experience**, OECD Development Centre Studies, Paris.
- O'Connor, D. (1995), "Applying Economic Instruments in Developing Countries: from Theory to Implementation", OECD Development Centre, Paris.
- OECD (1991a), **The State of the Environment**, OECD, Paris.
- OECD (1991b), **Environmental Labelling in OECD Countries**, OECD, Paris.
- OECD (1992), **Technology and the Economy. The key relationships**, OECD, Paris.
- OECD (1994), **Managing the environment. The role of economic instruments**, OECD, Paris.
- OECD (1995), "Report on Trade and Environment to the OECD Council at Ministerial Level", Paris.
- Office of Technology Assessment -OTA- (1992), **Green Products by Design: Choices for a Cleaner Environment**, Congress of the United States, Washington, D.C..
- OTA (1994), **Industry, Technology and the Environment: Competitive Challenges and Business Opportunities**, Congress of the United States, Washington D.C..
- Palmer, K., W. Oates y P. Portney (1995), "Tightening Environmental Standards: the Benefit-Cost or the No-Cost Paradigm?", **Journal of Economics Perspectives**, Vol.9, N° 4.
- Pearson, C. (1992), "Regional Free Trade and The Environment", **IDB/ECLAC Working Papers on Trade in the Western Hemisphere**, N° 22.
- Porter, M. y C. van der Linde (1995a), "Toward a New Conception of the Environment-Competitiveness Relationship", **Journal of Economics Perspectives**, Vol.9, N° 4.
- Porter, M. y C. van der Linde (1995b), "Green and Competitive", **Harvard Business Review**, sep-oct.

- Pratt, L., R. P. Wells y C. Foster Knight (1995), "The Globalization of Environmental Management: Helping Industry Worldwide Advance Toward Sustainable Development", **RECIEL**, Vol 4, N° 2.
- Rath, A. y B. Herbert-Copley (1992), "Technology and the International Environmental Agenda: Lessons for UNCED and Beyond", International Development Research Centre, Ottawa.
- Rock, M. T. (1996), "Pollution Intensity of GDP and Trade Policy: Can the World Bank be Wrong?", **World Development**, Vol 24, N° 3.
- Rodrik, D. (1995), "Las reformas a la política comercial e industrial en los países en desarrollo: una revisión de las teorías y datos recientes", **Desarrollo Económico. Revista de Ciencias Sociales**, Vol 35, N° 138, Buenos Aires.
- Schmidheiny, S. (1992), **Changing Course. A Global Business Perspective on Development and the Environment**, Business Council for Sustainable Development, Londres.
- Scholz, I., K. Block, K. Feil, M. Krause, K. Nakonz y C. Oberle (1994), "Medio Ambiente y Competitividad: el Caso del Sector Exportador Chileno", Instituto Alemán de Desarrollo, Estudios e Informes 13/1994, Berlín.
- Scholz, I. (1996), "Study on Trade, Environment and Development Co-operation", **Working Party on Development Assistance and Environment**, mimeo.
- Socolow, R. (1994), "Six Perspectives from Industrial Ecology", en Socolow et al (eds), **op cit**.
- Socolow, R., C. Andrews, F. Berkhout y V. Thomas (eds) (1994), **Industrial Ecology and Global Change**, Cambridge University Press, Cambridge.
- Sorsa, P. (1994), "Competitiveness and Environmental Standards. Some Exploratory Results", World Bank, Policy Research Working Paper 1249, Washington D.C..
- Stern, D. I., M. S. Common y E. B. Barbier (1996), "Economic Growth and Environmental Degradation: The Environmental Kuznets Curve and Sustainable Development", **World Development**, Vol 24, N° 7.
- Sutcliffe, B (1995), "Development after Ecology", en Bhaskar, V. y Glyn, A., **op cit**.
- United Nations (1993), **Transnational Corporations and Integrated International Production**, Nueva York.
- United Nations Conference on Trade and Development -UNCTAD- (1986), "Impact of New and Emerging Technologies on Trade and Development", Trade and Development Board, Ginebra.
- UNCTAD (1993a), "The Role of Technology in Environmentally-Motivated Structural Change and the Implications for International Trade", mimeo.

- UNCTAD (1993b), **Environmental Management in Transnational Corporations**, Programme on Transnational Corporations, Environment Series N° 4, Nueva York.
- UNCTAD (1993c), "Report of the Workshop on the Transfer and Development of Environmentally Sound Technologies", Technology Programme, Ginebra.
- UNCTAD (1994), "International Cooperation on Eco-labelling and Eco-Certification Programmes and Market Opportunities for Environmentally Friendly Products", Trade and Development Board, Ginebra.
- UNCTAD (1995a), "Environment, International Competitiveness and Development: Lessons from Empirical Studies. The Policy Debate on Trade, Environment and Development", Trade and Development Board, Ginebra.
- UNCTAD (1995b), "Process-Related Voluntary Environmental Instruments", mimeo.
- UNCTAD (1995c), "Trade, Environment and Development Aspects of Establishing and Operating Eco-labelling Programmes", Trade and Development Board, Ginebra.
- United Nations Environment Programme -UNEP- (1996), "Criteria in Environmental Labelling: A Comparative Analysis of Environmental Criteria in Selected Eco-Labelling Schemes", mimeo.
- Von Amsberg, J. (1995), "Workshop on Environment Policy: Cleaner Production and Waste Minimisation. Policy Approches to Promote Cleaner Production and Waste Minimisation in Argentina, Brazil and Chile", OECD, Room Document N° 2, Paris.
- Von Weiszacker, E. (1992), "Environmental Policy and Environmental Taxation as Instruments of Technology Policy", ATAS -Advanced Technology Assessment System-, **Environmentally Sound Technology for Sustainable Development**, N° 7, Spring, Nueva York.
- Warhurst, A. (1992), "Environmental Management in Mining and Mineral Processing in Developing Countries", **Natural Resources Forum**, February.
- Warhurst, A. (1995), "Technological Change and Environmental Policy: Environmental Performance, Production Efficiency and Competitiveness", Research Proposal (mimeo).
- Wheeler, D. (1992), "The Economics of Industrial Pollution Control. An International Perspective", World Bank, Industry Series Paper N° 60, Washington D.C..
- World Bank (1992), **World Development Report. 1992**, Oxford University Press, Oxford.
- World Bank, (1995), **Argentina. Managing Environmental Pollution: Issues and Options**, Environmental and Urban Development Division, Washington D.C..
- World Commission on Environment and Development -WCED- (1987), **Our Common Future**, Oxford University Press, Oxford.

You, J. I. (1995), "The Korean Model of Development and its Environmental Implications", en Bhaskar, V. y Glyn, A. (eds), **op cit**.