

Tecnologías no contaminantes y cooperación hemisférica

*Amitav Rath**

El presente trabajo constituye un documento informativo del grupo encargado de preparar las recomendaciones para la Reunión de Ministros de Ciencia y Tecnología de las Américas. El propósito general del encuentro es fortalecer y aumentar la cooperación hemisférica en ciencia y tecnología como instrumento importante para contribuir a un desarrollo sostenido. Este trabajo quiere ser un aporte a la labor de sentar políticas y propuestas de cooperación hemisférica, puesto que brinda: un marco de referencia a través de una sucinta descripción de los temas centrales, un análisis de los principales obstáculos que entorpecen la creación y aplicación de tecnologías menos contaminantes, y áreas de prioridad para una tarea cooperativa coordinada tendiente a promover en el hemisferio las innovaciones tecnológicas con el fin de alcanzar un desarrollo sostenido.

Antecedentes

En los últimos años se ha puesto de manifiesto una preocupación cada vez mayor respecto del medio ambiente, y se cree que si no se atenúan las consecuencias de las actividades económicas sobre el medio ambiente, las limitaciones ambientales pueden disminuir la magnitud del desarrollo económico (Comisión Mundial). Si bien ya en anteriores ocasiones se han señalado límites al crecimiento económico (Rath y Herbert Copley), las actuales preocupaciones son nuevas y se centran en la eficiencia de los factores de absorción para eliminar adecuadamente una cantidad creciente de desechos, y en los vínculos entre pobreza y degradación del medio ambiente.

La preocupación por el medio ambiente y el desarrollo fue encarada en los más altos niveles en ocasión de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (CNUMA), reunida en Río de Janeiro, en 1992. El informe final de dicha conferencia constituye un útil punto de partida sobre el consenso mundial en cuanto a las dimensiones del problema y las principales vías de solución. Allí se recomienda un enfoque doble, en el cual se debe prestar especial

* Investigador de política internacional.

Amitav Rath

atención a la posibilidad de ofrecer mayores oportunidades de empleo e ingresos para los pobres, y al mismo tiempo se debe disminuir —y en definitiva revertir— la consiguiente degradación del medio ambiente.

Algunos de estos temas considerados prioritarios en la conferencia de la CNUMA también fueron subrayados en la Cumbre de las Américas reunida en Miami, en 1994. Los dirigentes concordaron en que la labor de garantizar un desarrollo sostenido y la conservación del medio ambiente natural constituían prioridades para el hemisferio, y convinieron en colaborar para promover la prevención de la contaminación y el uso sostenible de la energía. Recalaron asimismo el importante papel que le cabe a la ciencia y la tecnología para alcanzar estas metas, y la necesidad de cooperación. Se cree que la reunión de ministros a efectuarse en marzo de 1996 elaborará planes más concretos de acción para la cooperación hemisférica, que luego podrán integrar el temario a tratar en la próxima Cumbre de las Américas, de 1996.

Conceptos

Tecnología y desarrollo sostenido

El proceso de discusiones y negociaciones previas a la conferencia de Río dejó sentadas ciertas propuestas relativas a cuestiones de tecnología y medio ambiente que en la actualidad gozan de amplia aceptación en todos los países. Cabe hacer notar aquí que en las discusiones de mayor alcance sobre medio ambiente ha habido ciertas diferencias de enfoque entre los países más industrializados y los en vías de desarrollo, ambos grupos representados en el continente, y los temas relacionados con la tecnología han producido las mayores discrepancias entre países. Sin embargo, a continuación nos proponemos demostrar que ciertos temas afines a la tecnología también brindan algunas de las mejores oportunidades de llegar a una cooperación mutuamente beneficiosa. Resulta evidente que, si se quiere que los países en desarrollo tengan éxito en su empeño por proteger su medio ambiente y al mismo tiempo aumentar su tasa de crecimiento económico y mitigar la pobreza, la solución tiene que residir en el uso de tecnología más apropiada.

Existe un consenso general en cuanto a que rigen en las actuales circunstancias los siguientes datos observados:

[...] cuando hay ausencia de cambio tecnológico, aumenta la degradación del medio ambiente; la degradación de los recursos produce una

disminución de la productividad. Si los países en desarrollo adoptan las obsoletas tecnologías de uso intensivo de recursos que en el pasado utilizó el Norte para industrializarse, serán muy altos los niveles de daño ecológico. Es importante que los países en desarrollo eviten la anterior fase de desarrollo con uso intensivo de recursos, que “den un salto” y pasen a emplear las tecnologías modernas de mayor rendimiento. La mayor parte del desarrollo tecnológico se produce, y seguirá produciéndose, en los países más industrializados. Por lo tanto, la cooperación tecnológica hará necesario un aumento y redireccionamiento de capacidades y esfuerzos tecnológicos en todos los países. Será preciso complementar el cambio tecnológico con cambios económicos, políticos y sociales. El sector privado será el mayor propulsor del desarrollo y usuario de tecnologías; por su parte, los gobiernos tienen que determinar los objetivos ambientales, y jugarán a la vez un papel preponderante en la velocidad y profundidad de creación de tecnologías ecológicamente racionales, como también en su difusión (Environmentally Sound Technologies). (Barnett.)

En estos debates, se define la ecología como la mezcla de conocimientos, organismos, procedimientos, maquinarias, equipos y destrezas humanas que se combinan para producir productos socialmente deseables. Por lo general, es necesario hacer cambios en la mayoría de los componentes para poder cambiar determinado producto, proceso o servicio. El cambio se produce mediante tecnologías totalmente nuevas, o bien a través de un proceso de cambio tecnológico progresivo (incremental). Esto último a menudo es omitido en los debates porque requiere recursos locales en el nivel de la empresa y el sectorial, que no son fáciles de adquirir externamente sino que tienen que ser desarrollados internamente. La adopción de nueva tecnología constituye un complejo proceso que, para que tenga éxito, requiere adaptación a las condiciones locales, continuas mejoras a lo largo del tiempo y la capacidad de generar ulteriores cambios tecnológicos en el futuro (véase Rath y Herbert-Copley; también Barnett).

Tecnologías ambientales

Las tecnologías ambientales constituyen un grupo muy amplio, que incluye:

- *las tecnologías de última etapa*, que se agregan a una planta para tratar la contaminación después de creada;
- *las tecnologías correctivas*, que apuntan a limpiar o recuperar recursos actualmente deteriorados;

Amitav Rath

- *las tecnologías no contaminantes o menos contaminantes*, cuya finalidad es reducir la cantidad de energía y materias primas necesarias para producir, comercializar y usar productos y servicios.

Las denominadas tecnologías no contaminantes tienen por fin reducir al mínimo la emisión de contaminación potencialmente dañina para el entorno, impidiendo en primer término la contaminación y reduciendo los desechos en el lugar de origen, y luego tratando la polución generada. Pueden incluir tecnologías de proceso, que introducen cambios fundamentales en la tecnología testigo (core technology) con el fin de lograr beneficios ambientales, producir tecnologías que modifican o introducen nuevos diseños como también productos intermedios o finales destinados a reducir el uso de materiales y de energía, y de reemplazar los materiales peligrosos por otros que lo sean menos (véase Rath y Herbert-Copley y Barnett).

Tecnologías no contaminantes

Los rótulos de tecnologías “no contaminantes”, “verdes” o “ecológicamente racionales” se aplican a las tecnologías que modifican o mejoran productos y procesos en la fuente con el fin de reducir al mínimo la incidencia sobre el medio ambiente. Estos términos a menudo se usan de manera intercambiable, y no se intentará aquí trazar una distinción entre ellos. Por regla general, se dice que una tecnología puede ser considerada no contaminante o ecológicamente racional si reúne las siguientes condiciones:

- si aumenta el crecimiento económico y amplía las oportunidades de empleo en los países en desarrollo, y si al mismo tiempo toma en cuenta la dotación de recursos y las necesidades de productos o servicios de dichos países;
- si aumenta el uso eficiente de materias primas y de energía;
- si elimina o reduce las emisiones de residuos nocivos generados en la producción, y si garantiza mínimos riesgos para la salud humana y ecológica; y, por último,
- si promueve la reutilización y recuperación de insumos y productos finales.

El paradigma de la producción menos contaminante

La secuencia de respuestas frente al problema de la contaminación ambiental ha atravesado un ciclo. La reacción inicial fue soslayar

el problema; luego el enfoque fue el de diluir y dispersar los contaminantes. Cuando eso ya resultó insuficiente, se adoptó el criterio de las emisiones “de etapa final”. Durante dos décadas, la solución técnica más fácil y simple –no necesariamente la más barata ni efectiva– fue la de controlar las emisiones mediante dispositivos añadidos, o bien dispersar los desechos con chimeneas más altas o con otros medios. Por último, hemos visto más recientemente el surgimiento del paradigma de la “producción menos contaminante” porque en definitiva las preocupaciones ambientales no se resuelven con soluciones “de etapa final” ni con mejores métodos de dispersión o eliminación. Problemas tales como el recalentamiento de la tierra, el agotamiento de la capa de ozono, la pérdida del hábitat y la diversidad biológica requieren un cambio en las técnicas de producción, una reducción del consumo de materiales y de energía, una producción más eficiente, cambios en los productos finales, como también en la ética del consumo. Todos estos conceptos están arraigados en la nueva orientación hacia la producción menos contaminante, la prevención de la contaminación y la ecología industrial.

Las tecnologías de producción menos contaminante brindan un criterio más fundamental y básico para encarar la degradación ambiental producida por las actividades económicas. El concepto rige para la industria fabril, la agricultura, los hospitales y hoteles o para todas las actividades económicas. Las tecnologías menos contaminantes también ofrecen a los países en desarrollo posibilidades adicionales de “dar un salto” y evitar el viejo y más contaminante camino hacia el crecimiento que históricamente han seguido los países más industrializados.

La producción y las tecnologías menos contaminantes brindan una solución cuando hay una mayor congruencia entre las necesidades de los países ricos y las de los pobres. Ofrece a los primeros los medios para encarar sus niveles actualmente altos de producción de desechos, y a los últimos, una manera de solucionar sus problemas de pobreza y alcanzar el desarrollo económico sin deteriorar sus recursos naturales.

Elementos de la metodología de una producción menos contaminante

La producción menos contaminante es una combinación de diferentes enfoques y constituye un proceso polifacético y repetitivo (PNUMA, USEPA). Comienza con aceptar, en el plano nacional e institucional, la nueva visión de que la mejor manera de avanzar es optar por una

“producción menos contaminante” y por la prevención de la contaminación. En el plano nacional, requiere que se determinen áreas problemáticas y sectores que requieren de una acción prioritaria. Con la colaboración del sector gerencial, se obtienen los recursos necesarios para evaluar los procesos de producción. El equipo crea diagramas de producción de la totalidad de las operaciones, registra todos los insumos de material y energía y los productos finales y subproductos del proceso en cada etapa de las operaciones. Estos diagramas de material y balance data se usan para obtener una lista inicial de opciones de producción menos contaminantes.

Éstas suelen incluir:

- identificación de las opciones obvias, de corto plazo, relativas a reducción de desperdicios, una buena economía de administración interna, reutilización y recuperación de desechos;
- caracterización de los desechos problemáticos y creación de opciones de mediano y largo plazo para mejorar la eficiencia del proceso, modificar productos y procesos con el fin de reducir desechos y aumentar la eficiencia, incluso la I+D que fuese necesaria;
- análisis técnico, económico y ambiental de opciones en cuanto a tecnologías menos contaminantes;
- puesta en práctica de las opciones elegidas;
- verificación y evaluación de resultados; reinicio del análisis de los procesos de producción.

La integración de proceso, en la que se reexaminan todas las etapas de producción, y varias etapas se combinan al tiempo que otras resultan eliminadas, ha demostrado ser uno de los criterios más efectivos para reducir el consumo de material y energía, y a veces de capital y mano de obra también.

La filosofía de la producción menos contaminante está incorporada dentro de un nuevo paradigma de *Production Systems Approach* llamado Ecología Industrial. El nuevo paradigma sigue los principios ecológicos y subraya la necesidad de comprender el flujo de energía y materiales a través de los sistemas industriales, su incidencia sobre el medio ambiente y las interrelaciones entre tecnologías, regulaciones, políticas fiscales y prácticas operativas sobre tales flujos. Los enfoques ecológicos industriales incorporan el análisis de la totalidad de procesos de producción, el reciclado de desechos, el ciclo de vida de los productos, tomados todos desde la etapa inicial de diseño de producto y de proceso, manteniendo siempre como objetivo la idea de reducir al mínimo los efectos sobre el medio ambiente.

Ejemplos de producción menos contaminante

Existen numerosos ejemplos en los cuales, aplicando criterios de una producción menos contaminante, se han obtenido situaciones muy beneficiosas para las empresas, la economía y el medio ambiente. Una fábrica de máquinas herramientas invirtió u\$s 350 mil en rediseñar procesos que cumplieran con las normas ambientales, y se resarcó por valor de u\$s 900 mil. Monsanto y Dupont, ambas compañías químicas, pudieron ahorrar cientos de millones de dólares anuales y reducir enormemente las descargas de elementos contaminantes aplicando estos principios. El PNUMA registra 30 estudios de casos en los que se ha implementado una producción menos contaminante en 15 sectores de 30 países, lo cual demuestra que los principios y métodos son aplicables a todos los sectores y todos los países. Conviene citar algunos de ellos para ilustrar los principios generales y sus aplicaciones.

Un fabricante austríaco de circuitos impresos ahorró más de u\$s 1.000.000 (2% de los ingresos totales), y más del 50% de los ácidos usados, poniendo en práctica un análisis de procesos y una buena administración interna. En Chile, una planta de teñidos textiles empleó una nueva tecnología de supervisión y reciclado para la destilación, fermentación y reutilización energética, y logró un ahorro de más de u\$s 5.000.000 por año. En Dinamarca, una planta de teñido de algodón reemplazó agentes reductores por un proceso basado en enzimas, y logró un ahorro en costos de entre 15 y 30 dólares por tonelada de tela. En Francia, un fabricante de equipos reemplazó la limpieza con productos químicos por la limpieza mediante un sistema térmico. En la India, un pequeño productor de papel introdujo una serie de modificaciones de proceso y nueva tecnología para obtener mejor calidad, con lo cual redujo la contaminación y logró un ahorro en costos de u\$s 120.000 por año. Otro pequeño productor ahorra u\$s 35.000 anuales gracias a un mejor diseño del hogar (de las calderas). En Holanda, un nuevo diseño de producto reduce costos hasta en un 50%. Un grupo de proyectos de las Filipinas afirma haber obtenido ahorro de un 10% en costos y 50% en reducción de emisiones. También se pueden ofrecer muchos ejemplos sectoriales de casos en los que se emplean tecnologías menos contaminantes. En los Estados Unidos el gobierno, la industria y ciertos laboratorios de investigación emprendieron una prueba conjunta, de un año de duración, destinada a crear tecnologías menos contaminantes para la industria de la imprenta. Se centró la mira en las emisiones de las industrias básicas, la descarga

Amitav Rath

de agua y los productos químicos utilizados. Dicho esfuerzo cooperativo se propuso hallar soluciones mediante cambios en las normas, en la tecnología y las cuestiones económicas.

Partiendo de todos estos casos, la conclusión general es que la aplicación de tecnologías menos contaminantes de producción comienza con simples procedimientos de control, avanza y llega a mejorar los criterios de administración interna. Con posterioridad a esto suelen producirse modificaciones de productos y procesos, como también aplicaciones de nuevos principios científicos y tecnológicos. En un gran número de casos, gracias a esa aplicación se obtiene una reducción en los niveles de contaminación del orden del 50 al 100%, disminuye el uso de energía, agua y otros materiales, y al mismo tiempo se obtienen mayores ingresos, mientras que las inversiones se recuperan en períodos que van desde unos pocos meses hasta algunos años.

Se sabe que en un número reducido de proyectos iniciados en Latinoamérica, orientados especialmente a las pequeñas y medianas empresas (PYMES), se están consiguiendo resultados igualmente promisorios. El proyecto PROPEL, de Colombia, brindó ayuda a 300 PYMES de Bogotá (curtiembres). Mediante la adopción de medidas recomendadas, se afirma que el proyecto obtuvo un 50% de reducción en la descarga de sedimentos en suspensión, un 30% de disminución en el consumo de agua y un aumento de rentabilidad de u\$s 2 por cuero, con un período de 1,5 meses de recupero de la inversión efectuada por la empresa. Un emprendimiento semejante iniciado por INSOTED, de Ecuador, obtuvo resultados positivos en 120 PYMES del sector químico, de la alimentación y de curtiembres. Similares proyectos emprendidos por la Cámara de Industrias, de Costa Rica, y por el SENAI, en Brasil, no han informado la magnitud de su campo de aplicación ni los resultados obtenidos. *La labor de la OEA orientada a analizar y documentar los proyectos nacionales de esta índole que se llevan a cabo en el hemisferio revestirá gran importancia para promover la actitud de compartir experiencias y conocimientos.*

Insumos científicos destinados a una tecnología menos contaminante

Es importante aclarar que las tecnologías menos contaminantes también requieren mayores insumos científicos y tecnológicos, que van más allá del primer paso inicial de verificar procesos y mejorar la administración interna. Algunos de los cambios tecnológicos se logran mejorando diseños de procesos y productos, aprovechando los nue-

vos conocimientos y la mejor práctica. Otros se basan enteramente en nuevos insumos obtenidos de los últimos avances de la biotecnología, como también en las tecnologías de control y de la información, en nuevas fuentes energéticas y materiales de avanzada. *Para incorporar el más moderno conocimiento científico en la invención de tecnologías menos contaminantes se requieren cambios en la manera de fijar las prioridades de I+D, en la organización de investigación coordinada en el campo de las tecnologías vitales para el medio ambiente y en la creación de consorcios y redes industriales y de investigación.*

Por ejemplo, la tecnología enzimática –un nuevo campo de investigación y aplicaciones– puede reemplazar gradualmente muchos procesos químicos industriales. Las enzimas trabajan mejor a temperaturas moderadas y en condiciones benignas. Se las puede usar para reemplazar las condiciones duras y los productos químicos fuertes, contribuyendo así a ahorrar energía e impedir la contaminación. También son altamente específicas, lo cual se traduce en menos efectos colaterales y subproductos indeseados en el proceso de producción. También se pueden usar las enzimas para tratar los desechos provenientes de material biológico, y son biodegradables.

En el procesamiento del almidón, por ejemplo, las enzimas han llegado a reemplazar en gran medida los ácidos potentes y las altas temperaturas que antes se empleaban para obtener el almidón. Las enzimas podrían tener una gran incidencia en otras varias ramas de la industria. Por ejemplo, en la extracción de aceites de semillas oleaginosas, un nuevo proceso enzimático que se está desarrollando tendrá por fin reemplazar la actual tecnología que emplea el hexano, que es altamente explosivo y venenoso.

En las curtiembres, las enzimas pueden reemplazar a los productos químicos potentes que se usan para eliminar residuos de cueros de animales, y también pueden servir para tratar los desechos de la curtiembre. Del mismo modo, en la industria de la pulpa y el papel, el uso de enzimas en el blanqueo de pulpa puede reforzar el efecto de los blanqueadores y reducir la cantidad de cloro y sus compuestos. En el futuro, quizás las enzimas puedan reemplazar totalmente a los productos químicos blanqueadores. En los detergentes, muchos de los ingredientes pueden reemplazarse, sin que se modifique su resultado, agregándoles enzimas ciento por ciento biodegradables.

Este es sólo uno de los ejemplos en los cuales la creación de tecnologías no contaminantes debe ir mucho más allá de una simple administración interna y adentrarse en la investigación básica fundamental. Otras nuevas áreas de aplicación serían las de fuentes de energía re-

novables, las células energéticas, la combustión de biomasa y el uso en aplicaciones no energéticas, materiales avanzados de tecnologías de la información y muchas más.

La razonabilidad ecológica de la tecnología es un concepto dinámico y relativo. Una tecnología considerada “no contaminante” puede perder su carácter de tal si en el futuro se descubre una alternativa mejor; también puede ocurrir que una buena alternativa para determinada área no lo sea para otra. Más aún, una tecnología considerada benigna puede pasar a ser perjudicial cuando se comprueban todas sus consecuencias. Asimismo, para determinado problema ambiental pueden aplicarse gran cantidad de tecnologías menos contaminantes, de modo que es difícil confeccionar una lista maestra de “tecnologías no contaminantes” que deban ser apoyadas. Las tecnologías “blandas”, tales como las prácticas de gestión y el kow-how son tan importantes como las “duras”, relacionadas con herramientas, maquinarias y equipos. *Las mejores opciones varían por sector y lugar, y dependen de las necesidades, recursos y capacidades tecnológicas de que se disponga. Las tecnologías no contaminantes que mejoran las emisiones al tiempo que reducen costos y generan empleo deberían conformar el núcleo de tecnologías que merecen ser elegidas, adaptadas, desarrolladas o transferidas en un programa hemisférico.*

Estimular las aplicaciones tecnológicas y eliminar barreras

El acceso, demanda y financiamiento de tecnología no contaminante, como también la necesaria estructura normativa, la capacidad tecnológica, la infraestructura e instituciones encargadas de difundir y utilizar las tecnologías, constituyen áreas de acción en diversos grados, en todos los países. Si se quiere lograr un ritmo más veloz de cambio tecnológico en los países del hemisferio, debe prestarse atención a tres temas, que a veces se superponen:

- la creación de nuevas tecnologías y prácticas aplicables a las condiciones locales;
- la aplicación en mayor escala de tecnologías existentes, menos contaminantes; y,
- el mejoramiento de la eficiencia con que se ponen en práctica tanto las tecnologías viejas como las nuevas.

Las políticas efectivas deben armonizar medidas para estimular la oferta de tecnologías menos contaminantes, y otras que aumenten la exigencia de su aplicación en las empresas y sectores de usuarios.

Aumento de la capacidad en CyT

Existe la necesidad de aumentar en los países de la región las destrezas científico-técnicas y la capacidad de investigación, con el fin de generar nuevos conocimientos y tecnologías. También se advierte la necesidad de trabajo de investigación en una cantidad de áreas, a fin de obtener soluciones a problemas especiales, y de ejercitarse en la fijación de prioridades destinadas a reorientar la labor científica en las direcciones necesarias. La utilización de conocimiento científico y tecnológico se facilita gracias a los vínculos entre productores y usuarios del conocimiento. Dichos vínculos a menudo son débiles o directamente no existen en muchos países en desarrollo, y es preciso encontrar la forma de crear tales nexos con empresas a través de nuevos programas internacionales de cooperación tecnológica.

Las estrategias tecnológicas también tienen que enfrentarse con la naturaleza del cambio tecnológico, cada vez más “basado en la ciencia”, en muchos campos que requieren un mayor esfuerzo de colaboración tanto en el plano nacional como entre países. Las nuevas tecnologías y el incremento cada vez mayor del cambio tecnológico brindan oportunidades de “dar un salto” que necesitan ser puestas a prueba como un elemento de política.

Aumento de la colaboración hemisférica

Dentro del hemisferio, los países más industrializados suelen no tener las mismas perspectivas respecto de temas tales como el medio ambiente que los países menos industrializados, pues a éstos les preocupan los posibles conflictos entre los objetivos ambientales y sus metas nacionales de desarrollo. Sin embargo, se advierten indicios de que el interés por las tecnologías menos contaminantes –que son mejores para el medio ambiente y para la economía– puede ayudar a lograr un consenso entre los países. Cada vez se reconoce más que todas las estrategias eficaces deben involucrar la cooperación tecnológica; entre ellas, son de vital importancia la capacitación, el compartir experiencias, la investigación cooperativa y en redes, como también los sistemas de información, y cada vez más los esfuerzos deben apuntar hacia las tecnologías “blandas”, tales como las estructuras regulatorias, las normas, la política industrial y de competencia, las prácticas gerenciales, etcétera.

Muchos programas bilaterales existentes tendrán que ser reorientados hacia las nuevas metas e incorporar nuevos actores, particular-

Amitav Rath

mente el sector privado y las organizaciones de producción, teniendo en cuenta los requisitos de la cooperación tecnológica. En algunas áreas –sobre todo el apoyo para la demostración de nuevas tecnologías en gran escala– será menester encontrar nuevos recursos; asimismo, los nuevos mecanismos para la demostración y los seguros contra riesgos permitirán una adopción mayor y más temprana a través de los mecanismos del mercado. Los emprendimientos cooperativos destinados a crear y utilizar tecnología menos contaminante son costosos, pero mucho menos que los emprendimientos independientes, no coordinados. Además, tienen el potencial de producir beneficios importantes para todos los que intervienen en el programa. Esto proviene de la enorme magnitud potencial para las transacciones comerciales tecnológicas que existe en los países en desarrollo. En dichos países, en el corto plazo se instalarán altos porcentajes de nuevas capacidades en ciertos sectores tales como el de la energía, la pulpa y el papel, el aluminio y varios sectores primarios más. Los beneficios serán no sólo los que obtengan las empresas que usen las tecnologías menos contaminantes, sino también lo que se “derrame” a las firmas proveedoras, como también a los países proveedores y receptores:

- expansión de las oportunidades de exportación de repuestos, equipos auxiliares y productos o tecnologías afines;
- una mayor eficiencia del proceso de transferencia mismo;
- una posición más competitiva de las empresas proveedoras frente a los competidores internacionales;
- flujo de conocimiento recíproco.

Medidas “demand side”

Existen dos maneras generales de lograr un mayor desarrollo, uso y aplicación de tecnología: fortaleciendo la política de oferta y la de demanda. Éstas son las formas directas de apoyar el desarrollo tecnológico, como por ejemplo la investigación, desarrollo y demostración, la definición de nuevas prioridades para la investigación, las redes tecnológicas, los intercambios de información como también los programas de difusión y capacitación para utilizar nuevas tecnologías. Sin embargo, todas estas opciones ofertistas deben combinarse con medidas para aumentar la demanda de nuevas tecnologías en los países del hemisferio.

La demanda de tecnologías nuevas y mejoradas puede crecer poniendo en práctica una cantidad de estrategias: eliminar las barreras que

impiden su aplicación, fijar normas que hagan necesario el uso de tecnologías nuevas y menos contaminantes, modificar los mercados, implementar estructuras jurídicas e institucionales que reduzcan la demanda de innovaciones, eliminar las distorsiones de precios y en especial insumos subsidiados que permiten que continúen las prácticas ineficientes, y que a veces hacen que las tecnologías menos contaminantes sean menos rentables, lograr que los regímenes regulatorio y de inversión sean más estables y transparentes de modo de atraer mayores recursos financieros, y en ocasiones brindar varios incentivos de mercado en diversas etapas del desarrollo y/o uso de nuevas tecnologías.

Reglamentaciones

En muchos países del hemisferio, las normas ambientales –tomadas como movilizadoras de la demanda en los países de la ODCE– son débiles o inexistentes. Se considera que las mayores exigencias de rendimiento en cuanto a las emisiones constituyen el motor que impulsa el logro de altas ganancias de eficiencia dentro de las empresas, y la penetración comercial de alternativas menos contaminantes en numerosos sectores. En un sondeo practicado por la ODCE entre firmas que utilizan tecnologías ambientales, se llegó a la conclusión de que en muchos países, la falta de demanda de tecnologías menos contaminantes deriva principalmente de la falta de adecuadas normas de cuidado ambiental. En el sector industrial, las reglamentaciones entran dentro de dos categorías: un acatamiento específico –que depende de reglas concretas y suele traducirse en tecnología de última etapa–, y un acatamiento negociado, que se basa en pautas flexibles y en la negociación. Este último sistema es el preferido por la industria, y se considera que promueve más cambios productivos que la tecnología de muestras o testigos. Para muchos países del hemisferio, es importante sentar normas adecuadas a sus circunstancias, puesto que tanto las normas excesivamente estrictas como la carencia total de normas pueden conspirar contra la adopción de tecnologías menos contaminantes.

Financiamiento

Las limitaciones económicas revisten una particular importancia. En el área de las tecnologías menos contaminantes, un problema vi-

Amitav Rath

tal suele ser la falta de demanda de su aplicación; en consecuencia, las soluciones que ya existen, y que están al alcance de la mano, no se aplican en la medida en que sería de desear. Entre los obstáculos podemos mencionar la falta de acceso a fuentes de financiamiento, y reglamentaciones ambientales débiles. Con respecto a muchas tecnologías atractivas y efectivas en el aspecto ecológico, la existencia de estructuras financieras inadecuadas no orienta las inversiones y no recupera los costos *from the savings stream*. En tales casos, deberían existir instituciones intermedias, como las empresas consultoras sobre ahorro de energía que funcionan con todo éxito en algunos países industrializados.

Para alcanzar una solución harán falta numerosos avances de importancia; entre ellos: la reestructuración de sectores, aumento de la participación económica privada internacional y cambios en la macropolítica. Varias medidas –tales como el aumento del rendimiento de la energía y mejores prácticas de administración interna en la industria– requieren una inversión inicial, pero tienen altas tasas de recuperación de la inversión. Dichas mejoras requieren diversas medidas institucionales. Un ejemplo en el sector energético es el crecimiento de las empresas de servicios de energía, que han surgido en los países de la OCDE. Existe una importante innovación organizativa e institucional que precisa ser compartida con los países en desarrollo.

Subsidios y distorsiones del mercado

Al eliminarse las distorsiones del mercado y los subsidios y producirse una reestructuración institucional, pueden liberarse importantes recursos financieros, pero todos requieren de una inversión original para superar diversos obstáculos que impiden el uso de tecnologías menos contaminantes. Cuando los países aceleren las medidas tendientes a realinear los precios aumentará la demanda de conservación y eficiencia, como también la demanda de tecnologías menos contaminantes, y a la vez se generarán los necesarios recursos financieros.

Información

Muchas empresas, especialmente las pertenecientes a industrias preocupadas por el medio ambiente y las firmas pequeñas, temen que sea necesario invertir cuantiosos recursos para reducir el daño am-

biental. Se tiene la impresión de que esa inversión afectará negativamente sus costos, rentabilidad y competitividad. Pero hay muchos ejemplos de que el paradigma de las tecnologías “menos contaminantes” da por tierra con los tradicionales conceptos, y las aplicaciones de muchas tecnologías menos contaminantes constituyen soluciones positivas para las empresas puesto que reducen el daño ambiental y al mismo tiempo aumentan la eficiencia general, reducen costos y se traducen en un mayor margen de rentabilidad y competitividad. Si bien aquí se brindan algunos ejemplos, es importante documentar muchos más casos en el hemisferio, país por país, catalogándolos por tecnología específica aplicada y por sector de uso y difusión de esta información, especialmente a las PYMES, para aumentar su conocimiento y aumentar la confianza y buena disposición de los empresarios para adoptar tecnologías menos contaminantes.

Los adquirentes de tecnología suelen enfrentar inconvenientes, como podría ser un inadecuado conocimiento de las necesidades tecnológicas y el espectro de tecnologías potencialmente disponibles para satisfacerlas. Es menester, entonces, contar con una adecuada evaluación de las necesidades tecnológicas. En este sentido, un posible punto de ingreso puede ser a través de las evaluaciones de necesidades que se están llevando a cabo en algunos países, con apoyo bilateral. Si están bien concebidas, las evaluaciones de necesidades efectuadas a nivel sectorial y de país pueden constituir un modo efectivo de aumentar la información, el conocimiento técnico y las capacidades analíticas en los países en desarrollo, tal como lo demuestra el trabajo que se hizo para el protocolo de Montreal y para el sector energético en algunos países.

En las entrevistas realizadas en países en desarrollo entre investigadores, encargados de sentar políticas, organismos de control y empresas industriales sobre el tema de las barreras, el tema más frecuente giró en torno de la falta de información adecuada. Lo mismo aseguran muchas empresas de los países industrializados que, si bien cuentan con tecnologías innovadoras, no han intervenido nunca en los países en desarrollo. Ésta es un área en la cual hay una gran necesidad de contar con estudios más detallados sobre lo que existe, sobre qué usuarios aprovechan los servicios, quién queda marginado y cuáles son las necesidades concretas de información.

Los problemas de información también afectan al lado ofertista. En todo campo nuevo y emergente, no se vuelve aparente de inmediato la naturaleza de futuras aplicaciones, de modo que es difícil el cálculo de los mercados potenciales. La mayoría de los países de la

Amitav Rath

OCDE ya promueven cierto nivel de intercambio de información con otros miembros de la OCDE como también con países en desarrollo. Cabe hacer notar que cada uno de estos grupos tiene necesidades de información muy distintas, y que tener un único programa puede no ser adecuado. Canadá y los Estados Unidos ya cuentan con varios mecanismos excelentes para coordinar información sobre tecnologías, que fácilmente pueden ampliarse y permitir que accedan a ellos los países del hemisferio en áreas que les resulten prioritarias.

Programas en redes

Las redes, consorcios y alianzas difieren enormemente en cuanto a su forma institucional, a las condiciones necesarias para ingresar a ellos y a sus objetivos (investigación precompetitiva y desarrollo tecnológico; fijación de normas; provisión conjunta de servicios). A los fines de este debate, cabe distinguir al menos tres grupos de consorcios:

- *Redes de desarrollo tecnológico ya existentes.* Suelen estar dominadas por grandes empresas e instituciones que hacen un uso intensivo de tecnología. Aunque pueda valer la pena promover la participación regional, esto sólo podrá hacerse en áreas neurálgicas de oportunidades, donde el tamaño del mercado regional lo garantice.
- *Nuevas redes internacionales para el desarrollo tecnológico.* Una posibilidad que vale la pena analizar es el campo que hay para nuevas redes o consorcios (tanto sea sur-sur como norte-norte) centrados concretamente en los problemas de medio ambiente y desarrollo que enfrentan los países en desarrollo del hemisferio. Un ejemplo podría ser la energía solar y otras tecnologías de energías renovables, como también las tecnologías relacionadas con sectores vitales de la región.
- *Redes localizadas centradas en torno a empresas locales, destinadas a la resolución de problemas.* Existe un gran campo para apoyar tales emprendimientos conjuntos con el fin de superar problemas ambientales en sectores que son importantes desde el punto de vista del desarrollo, sectores que tienen una alta incidencia ambiental y que están dominados por empresas más pequeñas (por ejemplo, curtiembres, teñido textil, algunos productos agroindustriales). Las alianzas localizadas podrían servir para diagnosticar problemas, y trabajar con organismos de afuera (incluso bancos de desarrollo) para poner en vigor paquetes de soluciones. Cabe hacer notar que se está convocando para una primera reunión de empresas que trabajan en el área del

procesamiento de productos agroalimentarios, a realizarse en Uruguay bajo el auspicio de la OEA y con apoyo de Canadá, con el fin de debatir sobre sus necesidades y posibles convenios de cooperación para compartir información y experiencia técnica.

También hay un gran margen para la cooperación tecnológica entre usuarios no competidores que se propongan resolver problemas comunes. Es el caso, por ejemplo, de E-7, una red formada por empresas de servicios públicos de Norteamérica, Europa y Japón, que están creando en algunos países programas cooperativos relativos a energía menos contaminante. En el caso de las tecnologías emergentes y la investigación precomercial, se pueden hacer grandes avances financiando emprendimientos conjuntos de investigación entre un país en desarrollo e investigadores de un país desarrollado, tanto en instituciones del sector privado como del público. Algunos programas bilaterales existentes han avanzado en esta dirección, y constituyen atractivos modelos en este sentido. Los Estados Unidos cuentan con varios programas interesantes relativos a desarrollo y difusión de tecnología, en sociedad con varios países en desarrollo. Tales programas hasta ahora se dirigen más hacia los países asiáticos, y algunos podrían iniciarse con las Américas. En un plano más ambicioso, podrían realizarse esfuerzos multilaterales con el fin de financiar la investigación precomercial en áreas específicas, como por ejemplo el uso de biomasa o las tecnologías menos contaminantes. Existe un campo cada vez mayor para que participen en tales proyectos algunas grandes empresas provenientes de los países industrializados, pero las limitadas capacidades científicas de muchos países de la región hará que esto sea difícil para otras, si no se cuenta con mecanismos de apoyo del sector público.

Estimulación del mercado

En definitiva, la posibilidad de contar con un adecuado flujo de tecnología depende de los intentos mundiales por crear un mercado para productos y servicios ecológicamente racionales. Los gobiernos de los países también pueden influir para que haya una más rápida adopción de tecnología mediante el uso sensato de procedimientos de adquisición en la inversión del sector público. Tanto los Estados Unidos como Canadá han sentado procedimientos de adquisición para su sector público, que establecen normas a favor de los productos y procesos menos contaminantes. En este sentido, la cooperación hemis-

Amitav Rath

férica puede ayudar mancomunando los mercados, no sólo en el plano nacional sino también regional, con lo cual se incrementará la escala, se alentará la eficiencia y se reducirán costos. Esto hará necesaria una coordinación hemisférica con el fin de sentar pautas para productos, servicios y tecnologías.

El hecho de recibir la experiencia de otros países en el uso de diferentes instrumentos de política puede constituirse en un área de colaboración. Dados los requisitos técnicos y administrativos de los actos regulatorios, las reglamentaciones deben usarse selectivamente. *Un área potencialmente importante de cooperación es la de creación de sistemas regulatorios adecuados a las condiciones y capacidades administrativas de los países de la región, tomados individualmente. En este sentido, existe una necesidad de crear proyectos "mellizos" y similares programas cooperativos entre instituciones públicas de la región.*

Recomendaciones para la cooperación

Instrucciones para la cooperación

Los emprendimientos cooperativos deben tener por fin promover el cambio tecnológico con el fin de lograr una mayor viabilidad ambiental. La categoría y nivel de la capacidad tecnológica de un país dependerá del conocimiento adquirido mediante investigación básica, de la difusión o transferencia de nuevas tecnologías dentro de un país y del otro lado de sus fronteras, del hecho de que a tales tecnologías se las adapte e incorpore en actividades productivas y del proceso de mejoras incrementales introducidas en los sistemas de producción. El fin último de crear una tecnología menos contaminante no es el de aplicar determinadas soluciones tecnológicas, sino más bien el de realzar las capacidades de los países, y más específicamente de los agentes económicos, de elegir, importar, asimilar, adaptar y crear las tecnologías apropiadas. Más aún, es preciso asignar la adecuada importancia a los programas destinados a desarrollar capacidades tecnológicas internas en los países más pobres.

Las barreras más inmediatas continúan siendo las financieras, informativas e institucionales, pero para que se pueda lograr un verdadero progreso, es necesario prestar atención a los temas sociales, políticos, estructurales y económicos tanto como a los tecnológicos. Hacen falta innovaciones tanto tecnológicas como sociales. La tecnología no es en absoluto una panacea de la degradación ambiental, pe-

ro sigue siendo fundamental para diagnosticar los problemas ambientales y para la creación de estrategias encaminadas a encontrar soluciones. Llegar a un equilibrio entre roles y responsabilidades del estado, la industria y la sociedad es imprescindible para una reorientación de la tecnología que apunte a armonizar las preocupaciones ecológicas y las del desarrollo. Las estructuras sociales y económicas influyen sobre la naturaleza del cambio tecnológico, y, a la inversa, la nueva tecnología influye sobre la sociedad y la producción económica.

Para una provechosa cooperación hemisférica se requiere cooperación entre los países más ricos y los más pobres, entre los más y los menos industrializados, entre los más grandes y los más pequeños. Si se quiere lograr dicha cooperación, deben decidirse las prioridades ambientales teniendo en mente las prioridades de cada país, y deben compartirse adecuadamente los recursos necesarios para hacerles frente.

Ciertas medidas especiales serán necesarias para el grupo de tecnologías que atañen en particular a los países más pobres y más pequeños. Estas necesidades deben hacerse conocer a los investigadores y proveedores de tecnología de los países industrializados; también debe ponerse empeño en apoyar un mayor grado de investigación y de aplicación en los países donde se esperan las aplicaciones. A fin de enumerar las prioridades, es preciso contar con cálculos más acertados sobre costos ambientales y posibles beneficios económicos, financieros y ambientales por sector. En lugar de una lista pormenorizada, el enfoque que proponemos consiste en enumerar direcciones fructíferas para posibles programas de cooperación tecnológica. El objetivo es estimular y guiar el actual diálogo acerca de cómo la colaboración regional internacional puede ayudar a acelerar el ritmo de adopción y difusión de tecnologías menos contaminantes ya existentes, y cómo garantizar que los futuros proyectos de desarrollo tecnológico hagan frente a las necesidades de los países miembros e incluyan la participación de los países más pequeños y más pobres. Este informe debe permitir al grupo de trabajo que coopera con la OEA identificar ulteriores actividades específicas para brindar una mayor atención y seleccionar actividades individuales o grupales que podrían encararse dentro de los futuros programas de cooperación.

Recomendaciones

Elementos prioritarios a tener en cuenta en un programa de acción:

- falta de información, de toma de conciencia y de una adecuada

capacitación, problemas que son más agudos en los países más pobres, y en relación con las PYMES;

- iniciativas para dar apoyo a instituciones nacionales, regionales y sectoriales, que brindan acceso a la información y evaluación de tecnologías, con especial énfasis en los países más pobres y las empresas más pequeñas;
- estudios sectoriales de gestión ambiental y adopción de tecnologías menos contaminantes (¿cuáles son los desafíos ecológicos en sectores específicos?, ¿qué espectro de soluciones tecnológicas existe?, ¿cuáles son los principales incentivos de las nuevas tecnologías, y cuáles las principales barreras?, ¿en qué medida las mejoras en la gestión ambiental incide sobre la rentabilidad y competitividad de las empresas?, ¿qué espectro existe para nuevos programas financieros e institucionales destinados a promover las tecnologías menos contaminantes?);
- orientación hacia la difusión de tecnologías menos contaminantes existentes, y la absorción de tecnología a nivel local;
- documentación de iniciativas existentes relacionadas con la asistencia técnica de orientación ecológica;
- creación de estructuras regulatorias y mecanismos de aplicación;
- actos encaminados a facilitar la transferencia de tecnologías, know-how y experiencia para reglamentación del sector público y gestión de la incidencia ambiental;
- medidas destinadas a facilitar la participación en consorcios internacionales para desarrollar y evaluar tecnologías que pueden ser necesarias para los países americanos;
- datos de referencia e instrumentos para evaluar, verificar y alentar la formulación de normas sobre la mejor práctica a nivel de la empresa o sectorial, donde el impacto probable será alto;
- apoyo a la creación de aplicaciones de la tecnología de la información para la capacitación ambiental, y uso de seminarios, manuales, circulares y bases de datos electrónicos;
- promoción financiera de la cooperación tecnológica (y perfeccionamiento de las normas ambientales) en áreas donde los incentivos del mercado no son los adecuados;
- políticas para aumentar la inversión en bienes intangibles y know how necesario dentro de las empresas para un efectivo uso y asimilación de tecnologías menos contaminantes;
- margen para la coordinación del mercado con el fin de colaborar en la creación de tecnologías menos contaminantes y en su utilización;
- papel de los instrumentos económicos y de las medidas basadas en el desempeño;

- cierta forma de “competencia sobre investigación estratégica” en la cual los países miembros brindarían un pequeño número de subsidios relativamente altos para apoyar la I+D sobre ciertos problemas específicos del medio ambiente y el desarrollo. Más que un enfoque de creación de capacidad, esto sería competencia revisada por colegas, orientada a apoyar el desarrollo tecnológico abierto a instituciones del sector público y el privado, y se la ha usado con éxito en los Estados Unidos;

- revisión de los programas existentes de apoyo financiero a la creación de tecnologías menos contaminantes y bienes tecnológicos intangibles, análisis de mecanismos financieros alternativos, incluso la consulta con bancos nacionales y multilaterales de desarrollo. Un tema de capital importancia es cómo concebir los mecanismos financieros de modo que alcancen a las empresas más pequeñas, ya sea en forma individual como colectiva;

- evaluación pormenorizada de las instituciones que brindan información tecnológica y servicios de asesoramiento a pequeñas empresas; diseño de mecanismos futuros; y,

- promoción y apoyo de consorcios locales dedicados a la resolución de problemas con el fin de hacer frente a los problemas ecológicos.

Se recomienda que los ministros den mandato a la OEA para que ésta organice ulteriores estudios básicos y consultas en cada una de estas áreas, con el fin de identificar iniciativas factibles, de informar sobre políticas y mecanismos institucionales existentes y elaborar una estrategia de acción. La mayoría de los estudios internacionales tienen una tendencia natural a centrarse en los países más grandes e industrializados, y prestan menos atención a los temas atinentes a los países más pequeños y pobres. Esto debe remediarse iniciando estudios orientados hacia estos últimos.

En el curso de las últimas dos décadas se ha creado una variedad de instituciones de apoyo tecnológico, y es preciso analizar detenidamente qué enfoques han sido los más provechosos, y en qué circunstancias. Es menester determinar adecuadamente en qué medida las instituciones y programas existentes han logrado beneficiar a las empresas más pequeñas y marginadas.

Son importantes los programas para ayudar a las empresas (ya sea individualmente o a través de consorcios) a sortear algunas de las barreras que obstaculizan las inversiones rentables en el campo del mejoramiento ambiental. Quizás sería posible iniciar un emprendimiento orientado a una o dos ramas industriales relativamente maduras, lo cual serviría para brindar información, para desarrollar las áreas de financiamiento y recursos humanos, todo lo cual ayudaría a las em-

Amitav Rath

presas a aumentar su rendimiento conjunto en cuanto al tema ambiental. Los países también pueden analizar la posibilidad de apoyar algún tipo de iniciativa hemisférica basada en la idea de las “tecnologías críticas para el medio ambiente”.

Conclusiones finales

Este informe pretende dejar en claro que la industrialización, el progreso tecnológico y el crecimiento económico no tienen que producir inevitablemente un daño ecológico. Existen nuevas tecnologías que ya brindan una amplia gama de soluciones posibles para problemas concretos, y ciertas tecnologías potenciales ofrecen la perspectiva de lograr soluciones más radicales aún. Felizmente, ya existen diversas tecnologías cuyo fin es reducir la contaminación. El espectro de tecnologías de que se dispone actualmente, o que podrían estar disponibles en un futuro cercano, es notable.

A juzgar por los indicios, cabe afirmar que en el mediano plazo no será tan rígida como a menudo se supone la relación entre reducir el daño ecológico o fomentar el crecimiento y el desarrollo económico, y que la aplicación de políticas y tecnologías adecuadas puede traducirse en una mayor eficiencia económica, y a la vez contribuir a incrementar el crecimiento económico en todos los países del hemisferio. El atractivo que posee la posibilidad de basarse en las áreas de interés común es que las medidas iniciales que se tomen en dichas áreas también pueden aumentar la posibilidad de lograr medidas de cooperación tecnológica más genéricas, menos costosas y más a largo plazo, ya sea demostrando la capacidad potencial de revertir actuales tendencias o bien generando la experiencia y la confianza necesarias para sustentar iniciativas de más largo plazo y de mayor alcance. □

Bibliografía

- Barnett, Andrew, *International Technology Transfer and Environmentally Sustainable Development*, Science Policy Research Unit, University of Sussex, U.K., septiembre de 1993.
- Heaton, George R. y Banks, D., *Missing Links: Technology and Environmental Improvements in the Industrializing World*, Washington, World Resources Institute, 1994.
- Heaton, George R., Repetto, Roberto, Sobin, Rodney, *Back to the Future: US Government Policy Toward Environmentally Critical Technology*, Washington, World Resources Institute, 1992.

- Hirschhorn, J. S., "Pollution Prevention Implementation in Developing Countries", by Hirschhorn & Associates, Lanham, M. D. to Duke University for USAID Contract 92-SC-USAID-1020, diciembre de 1992.
 - Hollod, G. J.; McCartney, R. F., *Waste Reduction in the Chemical Industry: Dupont's Approach*, E. I. Dupont de nemours, Inc., 1988.
 - IDRC, *Technology, the Environment and SMEs in the Americas: Future Research and Action*, Synthesis and Recommendations of Meeting held Nov. 14-16, IDRC, Ottawa, 1995.
 - OAS, *Scientific and Technological Cooperation in Latin America and the Caribbean*, Organization of American States, OEA/Ser. J/XV.1, MCCT doc.11/93, Washington D.C., octubre de 1993.
 - OTA, *Environmental Policy Tools: A User's Guide*, OTA, Washington, 1995.
 - OTA, *Innovation and Commercialization of Emerging Technologies*, Office of Technology Assessments, Washington D.C., 1995.
 - Rath, Amitav, Herbert-Copley, Brent, *Green Technologies for Development: Transfer, Trade and Cooperation*, International Development Research Centre, Ottawa, 1993.
- Report of the Workshop on the Promotion of Access to and Dissemination of Information on Environmentally Sound Technologies* (1995), Seúl, Corea, 30 de noviembre-2 de diciembre de 1994.
- Smith, B., "Future Pollution Prevention Opportunities and Needs in the Textile Industry", en Pojasek, B. (ed.), *Pollution Prevention Needs and Opportunities*, Center for Hazardous Materials Research, mayo de 1994.
 - UNEP, *Government Strategies and Policies for Cleaner Production*, United Nations Environment Programme, París, 1994.
 - UNEP, *Cleaner Production Worldwide, vol. II*, United Nations Environment Programme, París, 1995.
 - United Nations, "Transfer of Environmentally Sound Technologies, Cooperation and Capacity Building", Report of the Secretary General, United Nations, Economic and Social Council, E/CN17/1995/17, 20 de marzo de 1995.
 - United Nations, "Education, Science, Transfer of Environmentally Sound Technologies, Cooperation and Capacity Building", United Nations, Economic and Social Council, E/CN17/1995/L6, 25 de abril de 1995.
 - World Commission on Environment and Development, *Our Common Future*, Oxford University Press, Nueva York, 1987.