El posible rol dinámico de las redes basadas en recursos naturales para las estrategias de desarrollo en América Latina

Carlota Pérez[1], Anabel Marín[2] y Lizbeth Navas-Alemán[3]

Resumen - El presente trabajo explora el potencial de las redes basadas en recursos naturales (RRNN) para servir como plataforma de estrategias de desarrollo. El principal argumento en contra de tal posibilidad es que los recursos naturales no son tecnológicamente dinámicos. De ser ese el caso, estos serían en efecto incapaces de funcionar como base para el desarrollo. En este trabajo se argumenta que importantes cambios inducidos por el paradigma de las tecnologías de información y comunicación (TIC) en la organización de las corporaciones globales, junto con el proceso de globalización de la producción y la híper-segmentación de los mercados, han modificado profundamente las condiciones en todos los sectores, incluyendo los asociados a los RRNN. Con este objetivo se analizan las fuerzas recientes y prospectivas que guían la innovación en RRNN hacia su "descomoditización", y las condiciones que aumentan la probabilidad de que se tejan vínculos de cooperación entre los diversos agentes actuando aguas arriba, aguas abajo y hacia los lados de la base de recursos naturales, construyéndose así redes dinámicas de producción e innovación.

Palabras clave: Recursos naturales, redes, sistemas de innovación, globalización, corporaciones globales, desarrollo, tecnología, dinamismo tecnológico, paradigmas tecno-económicos.

[1] London School of Economics (LSE), Reino Unido, y Universidad Tecnológica de Talín, Estonia.
[2] Unidad de Investigación de Políticas Científicas y Tecnológicas (SPRU), Universidad de Sussex, Reino Unido.
[3] Instituto de Estudios del Desarrollo (IDS), Universidad de Sussex, Reino Unido.

1. Introducción

El éxito de los cuatro Tigres Asiáticos en acortar la brecha de desarrollo y el gran salto de China e India, han planteado un doble reto para los países de América Latina. Esos fenómenos demostraron que el desarrollo es alcanzable; sin embargo, la ventana de oportunidad utilizada por los países asiáticos ya no se encuentra abierta para los recién llegados. Es por tanto necesario identificar un espacio de oportunidad tecnológica viable y desarrollar una estrategia adecuada para sacarle provecho. Debido a la rica dotación de recursos naturales de la que goza esta región, así como a la experiencia acumulada en términos de explotación de dichos recursos, este trabajo se plantea la pregunta de si las industrias basadas en RRNN, junto con las industrias que los procesan, pueden proporcionar dicho espacio para la innovación, de manera que puedan servir como plataforma para estrategias exitosas de desarrollo.

En línea con la tradición evolucionista, neo-schumpeteriana, partimos de la idea de que ciertas industrias ofrecen mayores oportunidades de innovación y dinamismo que otras, y que, en el pasado, las industrias de RRNN no se habían incluido en la lista de aquellas con mayores posibilidades. No obstante, creemos que las razones que condujeron a esa opinión son en gran medida de carácter histórico, es decir que están vinculadas al modo como dichas industrias se desarrollaron desde la década de 1920, (dentro del paradigma de la producción en masa), y al comportamiento típico de las Corporaciones Multinacionales (CMs) del sector de materias primas durante el siglo XX. A nuestro juicio, estas condiciones están cambiando. Tanto las industrias basadas en RRNN como sus mercados usuarios se están volviendo más dinámicos. Es por esto que sostenemos que en lugar de permanecer en la condición de "maldición" multidimensional y actuar como traba al desarrollo, es posible que los RRNN se conviertan en la base para una estrategia de desarrollo tecnológicamente dinámica y sustentable. Esto es crucial para la mayoría de los países en desarrollo que dependen en gran parte de las exportaciones de bienes primarios. Tres cuartas partes de los países del África Subsahariana y dos tercios de los de América Latina (AL), el Caribe, África del norte y el Medio Oriente aún dependen de productos básicos al menos en la

mitad de sus ingresos por exportación. Y esta cuestión es aún más relevante dado que, hasta ahora, el proceso de globalización ha concentrado en Asia las industrias de fabricación.

Este trabajo se organiza como sigue: la Sección 2 es un breve panorama de los principales argumentos existentes en la literatura que contribuyen con la percepción generalizada de que los recursos naturales son inadecuados como plataforma para el desarrollo. La Sección 3 identifica los cambios en la economía mundial que incrementan el espacio de oportunidad para la innovación y el dinamismo en todos los sectores, incluyendo el de los recursos naturales. También argumenta que estos cambios implican la ampliación del análisis desde el producto primario hasta toda la red de actividades aguas arriba y aguas abajo, desde la inversión inicial hasta el usuario final. La Sección 4 discute las fuerzas que hoy en día están guiando o influenciando la innovación en las redes basadas en recursos naturales, en tanto que definen un nuevo espacio de oportunidad para el dinamismo. La sección de cierre resume el argumento para una estrategia basada en la combinación de recursos naturales con tecnología, en este período en particular, y discute brevemente los principales retos y riesgos que enfrentan los diseñadores de políticas cuando se deciden por ese tipo de estrategia.

2. La argumentación ahistórica contra los recursos naturales en el desarrollo

La cuestión de si los recursos naturales contribuyen o no a los procesos de desarrollo y el modo como lo hacen ha existido desde Adam Smith. No obstante, a finales del siglo XIX, los países ricos en recursos como Canadá, los EEUU, Suecia, Australia, Nueva Zelanda, Sudáfrica, Argentina y otros pudieron utilizar su riqueza natural, en mayor o menor medida, como base para dar un salto en el desarrollo. Las condiciones cambiaron en el siglo XX con el advenimiento de la revolución de la producción en masa y, desde la década de los 50 en adelante, la noción de que la producción de recursos naturales era una desventaja y no llevaba a la industrialización se volvió el centro de la agenda del desarrollo. Los estructuralistas, preocupados por el pobre desempeño económico de América Latina y de los países de África en esa época, rechazaron fuertemente la fórmula neoclásica según la cual estos países debían especializarse en RRNN, por poseerlos en abundancia.

Raúl Prebisch (1950) y Hans Singer (1950) registraron la tendencia descendente en el precio relativo de los productos básicos, relativo a los bienes manufacturados al igual que su baja elasticidad–ingreso, y un menor crecimiento de la demanda. Por el lado del suministro, subrayaron dos problemas. Primero, que los RRNN no promovían el progreso tecnológico, a diferencia de los bienes manufacturados, de modo que, en palabras de Singer (1950): "no proporcionan las bases para iniciar la expansión del conocimiento tecnológico, la educación urbana, el dinamismo y la adaptabilidad que acompañan a la civilización urbana, y a las economías externas directas Marshallianas" (Singer, 1959, p. 476). En segundo lugar, que cualquier progreso tecnológico que logren, en lugar de conducir a incrementos en la demanda o los beneficios, se traduce en reducción de precios, beneficiando así a los consumidores de los países extranjeros y no a los productores de RRNN de los países en desarrollo. Este documento se concentrará en discutir si estas desventajas del lado de la oferta siguen siendo válidas en el actual mundo globalizado, en donde el comportamiento innovativo y las estructuras de mercado han experimentado modificaciones profundas gracias a la revolución de la información y las telecomunicaciones.

Es cierto que han existido muchos otros argumentos que niegan el importante papel de los recursos naturales en el desarrollo. Nurkse (1958) se centró en la inestabilidad de los precios de exportación. Singer (1950 y 1975) y Hirschman (1958) se refirieron al carácter de enclave de las corporaciones multinacionales (CMs) en los países en vías de desarrollo, las cuales repatriaban los beneficios obtenidos en la producción de recursos naturales y no invertían ni aguas arriba ni aguas abajo. En 1990, estas preocupaciones fueron corroboradas con lo que se llamó "la maldición de los recursos naturales" (Auty, 1993; Sachs y Warner, 1995; Gylfason *et al.*, 1999). La posesión y explotación de los recursos naturales tendría consecuencias políticas negativas, llevando por un lado a la corrupción y a los "estados rentistas" y, por el otro, a la llamada "enfermedad holandesa", la cual desmotiva la exportación de bienes manufacturados debido a la sobrevaluación del tipo de cambio.

Investigaciones posteriores han cuestionado algunos de esos argumentos. Gelb (1988) y Fardmanesh (1991) han cuestionado la inevitabilidad de la enfermedad holandesa en los países en vías de desarrollo; Knudsen y Parnes (1975) cuestionaron el necesario impacto negativo de la inestabilidad en los precios de exportación sobre el crecimiento. Bravo-Ortega y de Gregorio (2005) y posteriormente Lederman y Maloney (2008) han proporcionado datos que niegan la asociación negativa entre la exportación de RRNN

y el crecimiento, mientras que Cuddington *et al*. (2007) cuestionó la maldición de los RRNN. Nuestra tarea será desafiar la premisa más fundamental en relación con los recursos naturales y el desarrollo: la que niega su dinamismo tecnológico y por ende su capacidad para apoyar la innovación y el aprendizaje, como fuentes de un creciente proceso de desarrollo autosostenido.

Lo que vamos a argumentar aquí es esencialmente que el advenimiento de la revolución en las Tecnologías de Información y Comunicaciones (TIC) ha venido cambiando tan radicalmente las condiciones que algunas de las tendencias empíricamente evidenciadas en el pasado pueden haber dejado de ser válidas. No obstante, en vez de explorar los datos numéricos, examinaremos las formas concretas como se ha transformado el contexto para la innovación y los mercados en la sociedad de la información globalizada. Es cierto, por ejemplo, tal y como lo observaron Prebisch y Singer, que en las décadas de los 50 y los 60 los bienes manufacturados experimentaron un incremento constante y estable en precios, mientras que las materias primas decrecieron en precio y se vieron marcadas por la volatilidad. Desde mediados de 1980, sin embargo, la combinación del bajo costo de la mano de obra en China y de la mayor productividad facilitada por las TIC los precios de los bienes manufacturados han venido bajando, mientras que los precios de la energía y las materias primas se han estado incrementando debido al rápido crecimiento en la demanda traído por la globalización (Kaplinsky, 2009). Algo similar puede decirse acerca de la elasticidad-ingreso relativa entre los bienes manufacturados y los materiales. Respecto a la comida, por ejemplo, es claro que más allá de determinado nivel, el incremento en ingresos no conduce al aumento del consumo de alimentos. Sin embargo, el crecimiento durante las décadas de 1950 y 1960, correspondía a mayores ingresos para los mismos consumidores. La globalización, en cambio, supone la incorporación constante de nuevos consumidores. El mismo Singer en su artículo de 1975 cuestionó algunos de sus planteamientos en el artículo de 1950, reconociendo que muchas de sus observaciones anteriores ya no se correspondían con los hechos. En su artículo más reciente, sostenía que lo que interesa no es tanto el tipo de bien que se produce – bienes manufacturados o recursos naturales – sino más bien quién desarrolla la tecnología.

El debate no obstante se encuentra todavía abierto, y de hecho en muchos círculos académicos y políticos, la idea dominante continúa siendo que los RRNN representan un obstáculo para el desarrollo. Sorprende la falta de profundidad en el tratamiento de

este tema. Es difícil creer que sectores tan dinámicos en términos de tecnología como el de la producción de petróleo se encuentren en la misma categoría que el cultivo de limones. De esto se desprende que no importa cuánto hayan cambiado las condiciones, la idea prevaleciente es que los RRNN no son una buena plataforma para emprender un proceso de desarrollo.

En el resto de este trabajo, cuestionaremos esta perspectiva concentrándonos en las fortalezas que actualmente impulsan la innovación en las industrias conectadas con los RRNN. Nuestra premisa es que el potencial para la innovación define el espacio de oportunidad para el crecimiento (y por ende, para el desarrollo). Llama la atención que haya tan pocos estudios que analicen en forma sistemática los recursos naturales en relación con su potencial para el desarrollo tecnológico.

3. Reintroduciendo la historia y adoptando un enfoque de redes

Una de las principales debilidades de la literatura que cuestiona el posible dinamismo de los recursos naturales es suponer la existencia de verdades universales respecto a determinados sectores y que dichas verdades no cambian con el tiempo. No obstante, los economistas evolucionistas sostienen que el cambio tecnológico es el corazón mismo del crecimiento económico, junto a los constantes cambios en el dinamismo relativo de compañías, industrias y sectores. En este trabajo, se argumenta que las TICs, en combinación con el paradigma tecno-económico (Pérez, 1986 y 2009) que ha evolucionado como la forma ideal de utilizar su potencial al máximo, están cambiando el espacio de oportunidad para la innovación en recursos naturales y especialmente en toda la red de actividades aguas arriba y abajo, desde la inversión inicial hasta el uso final.

La difusión de las TICs – en particular de la comunicación instantánea a bajo costo a través del mundo – ha llevado en las últimas tres décadas a una transformación fundamental en la organización de las compañías, la ubicación de la producción y la estructura de los mercados. La profundidad de esos cambios exige una reevaluación de las ideas establecidas acerca de todos y cada uno de los sectores (Pérez 2010).

El cambio en el modo de organización de las compañías ha resultado en redes complejas de colaboración a lo largo de las cadenas de valor, a nivel local, nacional y global; entre empresas grandes y pequeñas; entre los negocios y las universidades, etc. La redistribución geográfica de la producción ha permitido la optimización global de

la localización, en términos de ventajas comparativas, de cada una de las actividades (ya sean centrales, periféricas o accesorias) en cada una de las redes, sean éstas dirigidas por corporaciones globales o resultado de asociaciones entre empresas medianas y pequeñas. El cambio en la definición y segmentación de los mercados brinda un espectro creciente de oportunidades para el posicionamiento y reposicionamiento estratégicos, desde el segmento de productos estandarizados (tipo *commodity*) hasta innumerables nichos especializados, en cada industria y en cada producto, ya sea en el sector manufacturero, o en el de servicios o el primario.

Estas transformaciones tienen varias consecuencias cuando se analiza la contribución potencial de los RRNN al desarrollo. Uno es que el modelo de producción de recursos naturales del tipo "enclave extranjero" ya no es sostenible o competitivo (aunque pueda sobrevivir en casos particulares). Las corporaciones globales están cada vez más incorporando y estimulando la creación de empresas locales de servicios intensivos en conocimiento, financiando el aumento de sus capacidades y tejiendo redes locales de colaboración (Urzúa, 2007; Walker y Jourdan, 2003). Otra consecuencia es que la noción de "commodity" aplicada generalmente a los recursos naturales ya no es aplicable al espectro creciente de nuevos segmentos dirigidos a usuarios especializados. Incluso en los mercados de recursos naturales los segmentos "commodity" se han venido dinamizando tecnológicamente mediante la intensa incorporación de innovaciones en procesos y productos, incluso de alta tecnología, como en el caso de las semillas modificadas genéticamente (GM).

De igual forma, la identificación del dinamismo tecnológico con la manufactura y, dentro de ella, con los sectores considerados de alta tecnología se ha vuelto obsoleta. La transformación más evidente ha ocurrido en el sector de servicios debido a la tendencia natural de las TIC a transformar todos los servicios basados en información y los intangibles en general. El sector de servicios deberá ahora analizarse como cubriendo un amplio espectro de naturaleza muy distinta, desde el comercio y los servicios estrictamente personales, pasando por una gama de servicios de variados niveles de complejidad (incluyendo los de salud y las industrias creativas) y llegando hasta los Servicios Empresariales Intensivos en Conocimiento (SEIC) de muy alta especialización, programas de software altamente sofisticados y actividades complejas en I+D, los cuales cobran cada vez mayor importancia. Muchos de estos servicios de alta tecnología son los que ahora ayudan a transformar los sectores basados en recursos naturales. El sector manufacturero mismo está segmentándose con rapidez,

por un lado, hacia los productos tipo commodity, de muy alto volumen, precios bajos y estrecho margen de ganancia, y, por el otro, una amplia gama de productos de mucho mayor valor agregado, adaptados y diferenciados, con márgenes de ganancia mucho más elevados, capturando con frecuencia ganancias extraordinarias de innovación. En lo que respecta a los recursos naturales, la segmentación de mercados está ocurriendo en los diversos sectores, a diferente ritmo y con intensidad variable, ya sea utilizando el cambio técnico para satisfacer nichos especializados, o rescatando métodos tradicionales (como los cultivos orgánicos), dirigidos a los nichos de mercado que privilegian la protección del medio ambiente y la salud. Los nichos de alta tecnología presentan una demanda creciente de investigación CyT, tanto en materiales especializados y químicos como en las ciencias de la vida, mientras que los nichos tradicionales demandan más innovación en organización, mercadotecnia, embalaje y distribución.

El caso del café ilustra la capacidad para la diferenciación y la atención a nichos específicos, incluso en los productos más tradicionales. Colombia es por mucho el país más exitoso en cuanto a la diferenciación y mejora del café en la cadena de valor global (Giovanucci *et al.,* 2002; Reina *et al.*, 2007). El éxito se evidencia en el hecho de que haya tantas ventas de café en todo el mundo enfatizando el origen colombiano de su producto como sinónimo de alta calidad. El caso del vino representa una antigua industria tradicional fuertemente vinculada al territorio que se ha transformado radicalmente tanto en el aspecto económico como en el tecnológico. Smith (2007) apunta que "su evolución reciente incluye su crecimiento a largo plazo en el comercio mundial, montos significativos de inversión extranjera directa, creciente valor por unidad, demanda con elasticidad-ingreso positiva en los países de la OCDE, cambio tecnológico sostenido y mejoras en calidad, al igual que la incorporación exitosa de nuevos productores, incluyendo países en desarrollo." Hoy en día, en los mercados del vino, "las diferencias en sabor son tan valoradas por los consumidores que una botella de vino '*vintage*' puede ser un bien de lujo o un indicador de status, tan caro como un diamante" (Archibugi 2007). Giuliani, Morrison y Rabelotti (2011) muestran cómo los mercados mundiales del vino se han modificado en forma radical a través de intensas actividades de innovación tanto en la etapa agrícola como en la etapa de procesamiento en las industrias vitivinícolas de Argentina, Sudáfrica, y Chile. Dichos autores señalan la importancia de la fuerte vinculación entre agricultores y vinicultores en el logro de esos exitosos desarrollos.

En efecto, la tendencia a formar vínculos en red a lo largo de las cadenas de valor y cooperar entre usuarios y productores en el desarrollo tecnológico es la otra consecuencia de la transformación ocasionada por el paradigma de la TIC cuya importancia es enorme al examinar el potencial de los recursos naturales. Ya no es conveniente percibir los RRNN como procesos aislados de extracción, crecimiento o pesca, sino que habría que abarcar la red completa, desde los que participan en el proceso de inversión – especialmente en lo que concierne a los bienes de capital – pasando por las actividades de producción y las diversas rutas de procesamiento hasta llegar al embalaje, la distribución y uso en el mercado final, incluyendo todos los servicios proporcionados en el camino. Sólo así es posible juzgar la capacidad del sector, con todos sus componentes, para contribuir a procesos de desarrollo e incluso para iniciar un esfuerzo de convergencia ("*catching-up*").

El caso del sector agrícola en Argentina es ilustrativo en este sentido. Dicho sector estaba tradicionalmente dominado por 'chacareros' (agricultores) – que eran dueños de la tierra y de las máquinas y centralizaban la mayor parte de las experiencias y las decisiones. Esto ha cambiado substancialmente, sin embargo, en las últimas dos décadas. Durante este tiempo se ha observado una tasa de innovación sin precedentes, que ha transformado al sector en una red compleja que involucra a varios actores nuevos: (a) los "contratistas" o granjeros arrendatarios, poseedores de maquinaria y conocimiento; (b) varias grandes compañías multinacionales y varias nacionales en la industria de semillas modificadas genéticamente (GM), de herbicidas y fertilizantes; (c) los productores de maquinaria (casi todos locales); (d) instituciones nacionales de C&T (tales como el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA); y (e) fondos de inversión, entre otros. De ahí que la evolución del sector ya no sigue las viejas tradiciones sino que se guía por un sistema de innovación que involucra a todos los actores anteriormente descriptos, quienes comparten decisiones, conocimiento y riesgos, a través del mercado, los contratos a mediano plazo y la confianza mutua (Bisang *et al.*, 2008). El cambio más dramático ha sido la adopción masiva en Argentina de la tecnología radicalmente nueva de la Siembra Directa (SD), la que implica sembrar las semillas sobre un suelo que no ha sido labrado previamente. Esto ha llevado a una serie de innovaciones de adaptación debido a que involucra un sistema completo de gestión agrícola que cubre la plantación, el manejo de residuos vegetales, el control de hierbas malas y plagas y otras actividades previas a la cosecha, y que por ser muy sensible a las condiciones agro- ecológicas locales

requiere de una adaptación muy fina (Ekboir, 2003). El sector de maquinaria agrícola ha sido particularmente exitoso en el diseño y la adaptación de equipos adecuados para este tipo de "agricultura de precisión". PLA, una compañía particularmente exitosa, ha capturado una gran tajada del mercado argentino y exporta a Brasil, Paraguay, Uruguay, Bolivia, Rusia, Ucrania, Kazakstán y Sudáfrica (García, 2008).

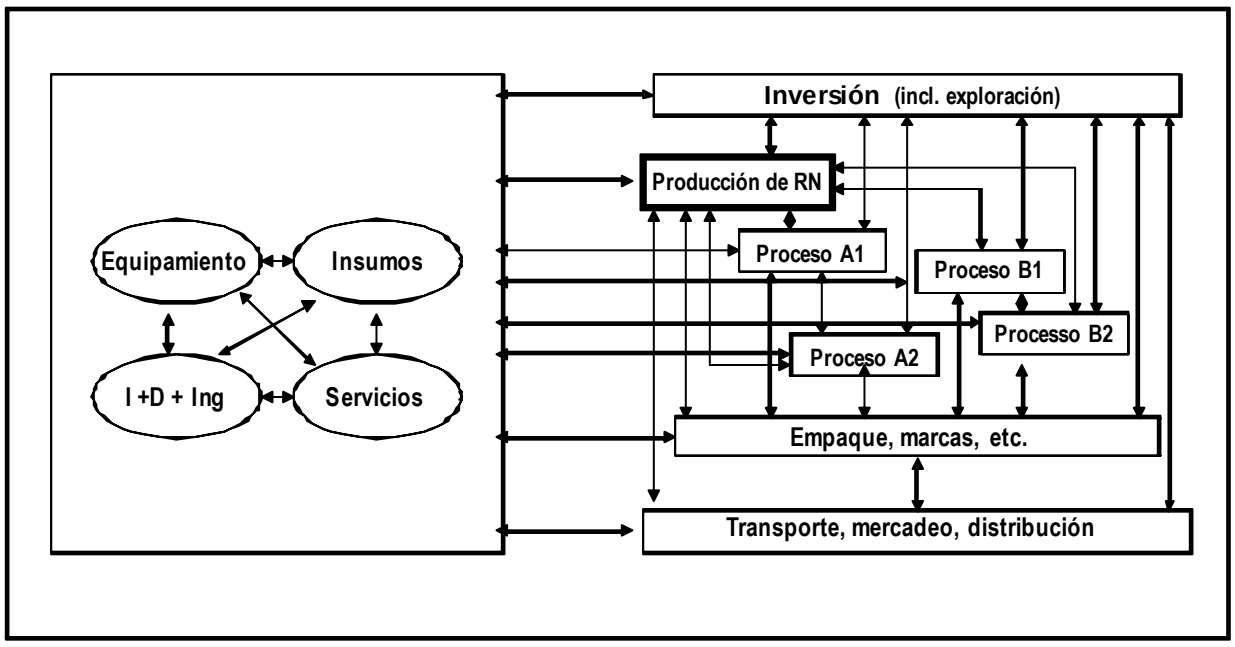
Bajo las nuevas condiciones del mercado, cualquiera que sea el sector, habrá unas áreas de producto más dinámicas que otras. Incluso dentro de una misma compañía, es probable que haya un producto básico que proporciona el volumen de producción aunque con los márgenes bajos de ganancia, y varios otros productos de más alto perfil, más intensivos en tecnología y con mayores ganancias. De tal manera que, al tener que decidir hacia qué segmentos de mercado apuntar como centro de una estrategia de desarrollo, es importante delinear e identificar un espacio de oportunidad tecnológica capaz de promover un camino dinámico.

En Brasil, por ejemplo, la biotecnología ha sido utilizada para transformar la madera de eucalipto en una variedad que proporciona la mejor pulpa para el papel, (mereciendo un prestigioso premio sueco); y otra línea de investigación obtuvo una variedad clonable resistente al hongo. También han desarrollado formas innovadoras para secar, barnizar y darle acabado a la madera de eucalipto, incluso cuando los árboles son relativamente jóvenes (10 años de edad), para producir lo que se llama 'la Caoba Brasileña' (Mogno Brasileiro), la cual es atractiva para hacer el tipo de muebles que normalmente habrían utilizado maderas tropicales, destinados a los mercados europeo, japonés y estadounidense (Flynn, c. 2003; Figuereido, 2009).

Es interesante notar que la investigación en biotecnología en América Latina tiene una larga experiencia de interacción con el sector de recursos naturales y de especialización en innovación relacionada con productos agrícolas y pecuarios. En Argentina han tenido varios éxitos con la industria láctea, entre ellos un queso probiótico patentado localmente (Gutman *et al*., 2007). En Uruguay, frente a la leptospira, una enfermedad bovina que induce el aborto, lograron desarrollar una vacuna efectiva que se reformula cada año (Bortagaray y Sutz, 2008), y en Chile, desarrollaron una contra un mal del salmón (Maggi, 2007). En México se produjo una variedad libre de afecciones del popular aguacate Hass (Carbajal *et al.*, 2008), y así sucesivamente.

La Figura 1 describe el complejo conjunto de interacciones entre las diversas actividades que se encuentran ahora involucradas en la explotación de los recursos naturales. Allí se muestran claramente dos aspectos importantes. El primero es que al momento de analizar la potencial contribución al desarrollo, la unidad de análisis ya no puede ser ni las empresas productoras de RRNN, ni las cadenas lineales de valor o "*filières".* El análisis deberá basarse en la *red* de identificación, producción y procesamiento de los recursos naturales, aguas arriba y aguas abajo, incluyendo los vínculos *laterales* con otras cadenas de valor que contribuyen e incluyendo los SEIC que los apoyan. Esto no significa que las innovaciones a nivel de empresa o industria deban ignorarse, sino simplemente reconocer que las mejores oportunidades para el dinamismo tecnológico dependerán de la fuerza y calidad de los lazos entre las diversas empresas y entidades que forman la red alrededor de los RRNN.

Figura 1*. Interacciones innovadoras en una red basada en recursos naturales*



Fuente: elaboración propia.

El segundo aspecto que muestra la Figura 1 es que se gana poco analizando de forma aislada cualquier actividad dentro de esta compleja red. En particular, la innovación en esta red involucra a varios actores, incluyendo no sólo los actores responsables de la producción de RRNNs, sino también a muchos agentes que están a cargo del procesamiento de los RRNNs, los proveedores de equipo y de I+D, los proveedores de embalaje, entre otros. Por lo tanto, es necesario contar con un enfoque sistemático

para explorar la contribución potencial de cada RRNN al desarrollo. Además, es necesario tener en cuenta éste enfoque al contemplar una estrategia de aprendizaje y desarrollo que se base en estos factores. Existen enfoques y metodologías poderosas para encarar la evaluación de una red en un país determinado o región. Por ejemplo, el enfoque de los Sistemas de Innovación (Freeman, 1987; Lundvall, 1988; Malerba, 2005), o el tipo de análisis sobre las Cadenas de Valor Globales (Gereffi *et al*., 2005; Navas-Aleman y Bazan, 2004; Humphrey y Navas-Aleman, 2009; Humphrey y Schmitz, 2002). Ambos enfoques se centran en distintos aspectos, por lo que son complementarios.

Los investigadores latinoamericanos han contribuido significativamente al enfoque de los sistemas de innovación explorando este concepto a nivel regional, local y sectorial (Alcorta y Peres, 1995; Arocena y Sutz, 2003; Cassiolato, Lastres y Maciel, 2003; Chudnovsky, 1999). Esto constituye en sí una base importante para analizar las condiciones específicas a cada región y sector. Resulta necesario realizar estudios adicionales que se centren más específicamente en las redes de recursos naturales.

Un último punto que debe tratarse respecto al funcionamiento de estas redes es el papel de la innovación institucional en su establecimiento, en crear vínculos y asegurarse de que beneficien a todos los agentes. La experiencia de la década de 1970 y 1980 mostró la dificultad de crear un vínculo entre la investigación y la producción, las universidades y los negocios, y en convertir los resultados científicos en innovaciones exitosas. Más recientemente, en varios de los casos antes mencionados, la experiencia sugiere que las presiones de la competencia en una economía globalizada, así como las nuevas condiciones de acceso al conocimiento internacional, han llevado a las empresas a establecer vínculos con las universidades. Hoy por hoy, es el sector productivo quien se acerca a los investigadores en búsqueda de soluciones. Los productores desempeñan ahora un papel más activo, no sólo en definir sus necesidades sino también respecto a realizar actividades de investigación. Este es un fenómeno muy importante que ha sido objeto de investigaciones relevantes (ver Ekboir *et al*., 2009 en relación con la evolución de las Fundaciones Produce en México; Trigo *et al*., 2009 en relación con la difusión de la siembra directa en Argentina), sin embargo, se requiere de mayor investigación para identificar las instituciones más eficaces y conocer cuáles son los mecanismos que explican su creación y funcionamiento en diversos sectores y circunstancias.

En el resto del presente trabajo, discutimos las fuerzas que incrementan y redefinen el espacio de oportunidad para la innovación en las industrias basadas en RRNN. De esta forma, esperamos sentar las bases para realizar un análisis más detallado sobre cómo estas fuerzas afectan los diferentes vínculos y las diferentes redes basadas en RRNN.

4. Fuerzas nuevas (y renovadas) impulsoras de la innovación en las redes productivas basadas en recursos naturales

La figura 2 representa las fuerzas impulsoras capaces de proporcionar estímulo y direccionalidad específica a los esfuerzos innovativos en recursos naturales. Ellas definen los nuevos espacios de oportunidad en las redes productivas basadas en recursos naturales para este período particular.

***Figura 2**. Fuerzas impulsoras de la innovación en las redes productivas basadas en recursos naturales*

Fuente: elaboración propia.

Como es común en la literatura sobre innovación, identificamos dos fuerzas fundamentales como impulsoras de la innovación: los adelantos en ciencia y tecnología y los cambios en la demanda o en el mercado. Estos últimos los hemos subdividido en tres aspectos. El primero es el impacto de los volúmenes crecientes de demanda; el

segundo son los requerimientos del mercado en términos de calidades y otros rasgos, y el tercero es la influencia orientadora del contexto general y de mercado, incluyendo los cambios en el comportamiento de las corporaciones globales, los gobiernos y otros agentes, así como también los nuevos imperativos ambientales. Naturalmente, estos tres aspectos están en estrecha interrelación, pero al separarlos para el análisis se puede examinar con más detalle la influencia ejercida por cada uno de ellos sobre la intensidad y la dirección de la innovación en el caso de los sectores productivos estudiados.

Estas fuerzas de ordinario se ejercen sobre todos los sectores de recursos naturales, sean estos minas o agricultura, energía, pesca o silvicultura, así como a las actividades aguas arriba y aguas abajo. Naturalmente, van a influenciar la innovación con intensidad variable y en proporciones diferentes según el sector y van a actuar con mayor poder en una u otra sección de la red. Discutamos estos conjuntos de fuerzas impulsoras de la innovación uno a uno, comenzando por el rol del aumento del volumen del mercado.

EL VOLUMEN DEL MERCADO: El crecimiento de la demanda intensifica los motores endógenos de la innovación tecnológica en recursos naturales

El crecimiento acelerado de la demanda en volumen de materiales, energía y alimentos, como consecuencia de la globalización, ejerce una fuerza multiplicadora sobre la mayoría de los impulsores de la innovación en RRNN, especialmente al ir acompañados por la tendencia al aumento en los precios.

Dados los límites de los recursos naturales, generalmente el aumento de la oferta se ve acompañada por la incorporación de nuevas tierras o la extensión de nuevas minas, desde las mejores hasta las menos buenas (al menos en lo que se conoce), desde lo más cercano a lo más alejado, y por lo tanto a costos más elevados. Esa típica progresión sirvió tradicionalmente como impulsor endógeno de la innovación en la producción de recursos naturales. Sin embargo, el aumento creciente de la productividad en condiciones menos ventajosas para compensar la diferencia con las mejores no siempre se traduce en obtener rentas tecnológicas; la ventaja tiende a quedarse con quienes poseen las mejores condiciones o se transfiere al consumidor mediante precios más bajos. Este hecho subyace en algunas de las dudas acerca del dinamismo de los recursos naturales.

Esto es distinto a la situación clásica en la manufactura, en la cual los volúmenes crecientes suelen llevar a innovaciones de proceso para alcanzar economías de escala y otros incrementos en la productividad, o a añadir nueva planta con tecnología mejorada. En la mayoría de los casos, los productos adicionales involucran menos costos y precios más bajos, o mayores beneficios por unidad.[4]

Un área de los recursos naturales donde las condiciones de la manufactura casi se alcanzaron fue la agricultura extensiva. La llamada "revolución verde" basada en la mecanización de las diferentes fases, desde la siembra hasta la cosecha, la aplicación masiva de pesticidas petroquímicos y herbicidas, y el uso de semillas estándar en grandes extensiones de tierra establecieron el segmento mayor y más determinante en términos de costos y precios de muchos productos básicos (*commodities*) agrícolas (tanto en vegetales como en carne). Aunque esta situación aún se mantiene en ciertos cultivos – y en algunos casos se ha intensificado por las semillas genéticamente modificadas – el aumento del volumen de mercado actualmente está moldeado por otra tendencia en la cual, en el sector de los recursos naturales, se distinguen innumerables segmentos de "nicho" de los productos básicos (*commodities*) estándar. En la sección acerca de la segmentación de los mercados se verá cómo, en algunos casos, es posible obtener beneficios extraordinarios orientándose hacia nichos entre los cuales se incluye el incremento del valor de ciertos segmentos de producto, aprovechando la variedad que naturalmente caracteriza las diferencias territoriales. Esto puede funcionar incluso para países pequeños exportadores de pequeñas cantidades de un producto, como el café Blue Mountain de Jamaica, el cual en 2002 se vendía en los mercados mundiales de $6-8.000 la tonelada métrica, comparado con el precio del mercado de Londres para los arábicas, de alrededor de $1.200 la tonelada métrica (Kaplinsky y Fitter, 2004).

En minerales y energía, cuando los precios crecen lo suficiente, se puede ejercer presión sobre los límites de disponibilidad del recurso natural haciendo atractivo el acceso a depósitos casi inalcanzables, subacuáticos, subterráneos, o en territorios inhóspitos como el Ártico o Siberia. En esos casos, se requieren grandes innovaciones para la exploración, la extracción y el transporte. Las reservas de petróleo en aguas profundas (sub-salt) encontradas en Brasil y las complejidades de su explotación son un vívido ejemplo. En una ocasión anterior, cuando aumentaron los precios OPEP en

[4] Esto ha dejado de ser así en el segmento de productos básicos manufacturados, que se comportan como commodities (Kaplinsky, 1993, 2005, y 2009).

la década de 1970 y las economías desarrolladas trataron de aumentar sus propias reservas, Noruega no solo se convirtió en un importante productor de petróleo submarino sino que promovió el surgimiento de toda una red local de suplidores de equipos y servicios especializados, la cual hoy en día está preparándose a participar en los campos brasileros.

El crecimiento de la demanda de materia prima está directamente ligado al aumento en la capacidad de procesamiento. La cuestión de la localización naturalmente se va a presentar. Por múltiples razones, tradicionalmente se ha escogido procesar cerca de los usuarios en vez de hacerlo cerca de la fuente. Sin embargo, los aumentos en el costo de la energía y su consiguiente impacto en los fletes, junto con la preocupación por el calentamiento global, pueden cambiar esta tendencia. Los materiales no procesados tienen un valor muy bajo en relación con su peso (lo cual significa altos costos de transporte y ambientales), de manera que el establecimiento de la planta de procesamiento in situ, puede empezar a tener sentido, tanto más en cuanto que la mayoría de esos procesos son energo-intensivos. Para responder a esos imperativos, la innovación en plantas de procesos para hacerlas más flexibles, quizás relativamente móviles y menos dependientes de las economías de escala parecen ser algunos de los retos a confrontar por la innovación.

Estos requisitos, junto con los presentados por la variedad de las condiciones discutidas antes, van a requerir también la innovación aguas arriba en las industrias de equipamiento y en los servicios intensivos en coocimiento. Este ha sido el caso de la maquinaria para el sector de la minería local en Sudáfrica, país que posteriormente se dedicó a producir y exportar equipos con principios similares para la agricultura, silvicultura e industrias del azúcar (Kaplinsky y Mhlongo, 1997; Walker y Jourdan, 2003). También fue el caso de los rociadores auto-propulsados y otros equipos especializados para la agricultura de precisión en Argentina (Ekboir, 2003).

Por último, los “recursos naturales” por definición están atados al territorio y por lo tanto son físicamente inmóviles. Sin embargo, la innovación y la inversión cambian constantemente el valor de esos recursos. Esto puede funcionar en las dos direcciones; las plantaciones de caucho de Brasil fueron inmensamente valiosas hasta que el caucho sintético reemplazó su uso. Lo mismo había ocurrido con el salitre chileno y el guano peruano cuando se introdujeron los fertilizantes sintéticos pero ahora, con la preferencia por los productos orgánicos, ha vuelto a aumentar la

demanda de fertilizantes naturales, reviviendo su valor. La necesidad de mejorar las baterías (para energía móvil y alternativa) ha producido una explosión en la demanda de litio, de uso limitado hasta hace pocas décadas. Las cualidades medicinales de las plantas, cada vez más buscadas por las empresas farmacéuticas, y los cambios en la demanda mundial de ciertos cultivos pueden llevar a la revaluación o devaluación de algunas tierras y a cambios en su uso. El descubrimiento de nuevos usos para los recursos existentes (o nuevos recursos que puedan servir a propósitos establecidos) es un proceso constante que siempre ha dado qué hacer al ingenio, la experiencia, la innovación y la ciencia. En la situación actual de aumento de la demanda y diversificación de la producción, los esfuerzos por identificar insumos alternativos y valorizar y revalorizar los recursos por medio de la innovación tienden también a incrementarse.

Básicamente se puede decir que, con mayor o menor intensidad, las características específicas de las actividades productivas basadas en recursos naturales siempre exigieron una cierta cantidad de innovación adaptativa e intentos de incrementar la productividad. Los avances en todas esas industrias en el tiempo son testigos del proceso. Lo que no es tan simple es la cuestión de si históricamente las ganancias han sido suficientes para compensar la inversión y el esfuerzo innovativo en cada caso. Si el producto es aproximadamente homogéneo, los productores con las mejores ubicaciones, requiriendo menor esfuerzo, obtendrán mayores beneficios, y puede incluso ocurrir algo peor y es que el precio quede por debajo del costo del productor más innovador. Tales fenómenos fortalecen las dudas acerca de la capacidad de los recursos naturales para impulsar procesos de desarrollo.

Esta sección sobre el impacto del aumento de la demanda no debe terminar sin mencionar el contrapeso que le hacen las preocupaciones ambientales a ese crecimiento. En el mediano plazo puede esperarse que el incremento de los precios y la regulación de las emisiones tiendan a frenar esta tendencia creciente de la demanda. Este efecto restrictivo y las posibles respuestas innovativas se discutirán en relación con los otros impulsores del cambio.

En lo que sigue, se examinarán aquellos rasgos del contexto actual capaces, no sólo de intensificar los impulsores endógenos tradicionales de la innovación en estas industrias, sino que además pueden ayudar a superar algunos de los obstáculos

tradicionales a la obtención de suficientes beneficios para compensar el esfuerzo innovativo en el sector de recursos naturales.

LOS REQUERIMIENTOS DEL MERCADO:
Los cambios en la configuración de los mercados
inducen la innovación en productos, "halada" por la demanda

Uno de los cambios significativos, facilitados por la influencia de las TICs, es la forma que ha tomado la globalización, la cual añade otra dimensión al tema de la rentabilidad en el área de los recursos naturales. La híper-segmentación de los mercados facilita la creación de materiales especiales y nichos de productos diferenciados donde pueden darse condiciones semi-monopólicas durante cierto tiempo, permitiendo así la amortización de los esfuerzos de innovación sucesivos.

Hay dos direcciones diferentes en la segmentación de los mercados por donde se puede alcanzar la llamada "descomoditización". Una es la diferenciación, bien sea resaltando una diferencia natural mediante una marca u otros medios, bien sea creando un producto especial mediante la investigación científica y la innovación tecnológica, como en los casos mencionados del café de Colombia y el Blue Mountain en Jamaica, y el caso de la industria vinícola. La otra dirección es la adaptación (el diseño a la medida) para cumplir con las especificaciones de los usuarios. En general, se puede decir que la diferenciación con frecuencia comienza cuando el productor crea un nuevo espacio en el mercado, mientras que la adaptación se realiza por solicitud del usuario.

En este caso, el acceso directo al usuario es crucial. Precisamente, una de las características del paradigma actual favorecedora del aprovechamiento de los productos de nicho, es la facilidad de comunicación directa con los usuarios o distribuidores especializados. Esto permite contar con información acerca de las características precisas de un material requerido, por ejemplo, y también la identificación de los clientes necesarios para construir un nicho de tamaño razonable. Al mismo tiempo, la transformación de los servicios de transporte para manejar pequeñas cantidades y requerimientos especiales con gran eficiencia y costos decrecientes hace posible suplir un nicho disperso globalmente.

La estrategia de diferenciación de producto mediante el desarrollo de materiales especiales ha sido adoptada ampliamente por las empresas metalúrgicas y químicas

para escapar a los bajos márgenes de los materiales estándar. Los llamados aceros "boutique" fabricados en pequeños lotes y los químicos especiales han sido el camino para alcanzar mayores márgenes y gran estabilidad de precios. Dado que algunos de estos productos especializados se han desarrollado conjuntamente con los clientes y sus especificaciones, esto puede considerarse una forma de trabajo a la medida. El punto a destacar es que la expectativa de materiales nuevos, adaptables y especificados cuidadosamente se está convirtiendo en la norma del lado de la manufactura, porque la probabilidad de llenar esos requerimientos a un costo razonable se ha incrementado significativamente con la instrumentación TIC, en contraste con la situación prevaleciente en los tiempos de la producción en masa.

En la dirección de la diferenciación, hay algunos segmentos de mercado como el "orgánico" o el "directo del productor" o "comercio justo" ("*Fair Trade*") que logran altos precios en virtud de preocupaciones por la salud o sociales. En éstos, gracias a los nuevos sistemas de distribución es posible la participación rentable de pequeños productores en el comercio global. El éxito y la capacidad de permanencia de estos segmentos se hace patente al ver que una corporación global como Nestlé decidió lanzar una marca de café instantáneo con certificación de "Comercio Justo" (Dawar y Mitchell, 2006).

Pero la fuente tradicional de precios adicionales (*premium*) ha sido la variedad natural de los productos. Los diferentes porcentajes de metal en el mineral, el petróleo más liviano o "más limpio", las mejores uvas para cierto tipo de vino, maderas más hermosas, huevos más grandes, naranjas más dulces o cacao más aromático, han segmentado los mercados de recursos naturales en el pasado en términos de su calidad, con la expectativa de valor adicional (premium) para el extremo superior de la gama. Este es cada vez más el objetivo del desarrollo de marcas y de las innovaciones en modelos de negocio, los cuales ocupan una proporción creciente del mercado total.

En los tiempos de la producción en masa la dirección de la innovación, sobre todo en productos para el consumidor, era la estandarización de las formas, los tamaños y los gustos. La innovación agrícola, guiada por la aspiración a frutas y vegetales inmaculados y perfectos, no solamente se orientó a la mecanización de todas las fases, sino también a la producción de bienes con apariencia estándar, fáciles de cosechar y manipular para su transporte. Un mejor sabor no contaba necesariamente como objetivo. La actual segmentación de los mercados permite la explotación de toda

la gama, desde el “tomate perfecto” altamente mecanizado y estandarizado, hasta la gustosa variedad orgánica donde se rescata el sabor original ya olvidado. Para hacer esto con éxito se requiere innovación en los métodos naturales de control de plagas y malezas, conservación, empaque, transporte y distribución, y posiblemente también en las normativas de certificación, imagen y marca.

La variedad tiene consecuencias dinámicas ulteriores cuando el consumidor directo no es el público sino la industria procesadora. El hecho de tener que tratar con grados diferentes de los minerales, con diferentes apariencias o sabores de las frutas, con diferentes composiciones del petróleo, o con una variedad de durezas en la madera, exige innovación en las industrias usuarias aguas abajo. Un cambio de proveedor podría también forzar una serie de cambios adaptativos, tanto así que las decisiones acerca de la integración vertical con frecuencia toman en consideración la seguridad del suministro homogéneo.

Si la variedad de insumos estimula la innovación, lo mismo ocurre cuando la variedad se manifiesta como demanda del consumidor. La importancia creciente de la comida “gourmet” y las preocupaciones por la salud (rechazo a los aditivos, pesticidas, cultivos modificados genéticamente, etc.) – junto con la búsqueda ética de productos ambientalmente amigables – descubre una amplia gama de posibilidades rentables. Esto a su vez induce a las industrias de fabricación a exigir a los suplidores de insumos el cumplimiento de esos requerimientos, de manera que la presión se ejerce hacia arriba en la cadena de valor. En el caso de la innovación con el eucalipto brasilero, la empresa (Aracruz) desarrolló y patentó un proceso totalmente libre de cloro para descolorar la pulpa de eucalipto, haciéndola no solamente mejor para la fabricación de papel, sino también ambientalmente amigable, e incrementando su potencial de exportación (Figuereido, 2009).

Por último, como se discutirá en las secciones siguientes, el uso excesivo y el desperdicio de la energía y otros recursos naturales heredados del paradigma de la producción en masa – prevaleciente aún – ha sido frenado por las regulaciones, los impuestos al carbón, la opinión pública y el aumento de precios. Las consecuencias parecen modificar profundamente los requerimientos de la demanda hacia las industrias de fabricación. La disminución del uso de materiales puede llevar a innovar en diversas direcciones: productos más pequeños, menos material por unidad de producto de cualquier tamaño, menos material en empaques o diferentes métodos de

empacar, productos actualizables, etc. Todas esas tendencias, al mismo tiempo que reducen el ritmo de crecimiento del segmento de los productos básicos (commodities), aceleran el de los más especializados y adaptados. Esto abre un mundo de posibilidades de innovación para las industrias metalúrgicas, químicas y otras industrias de procesos, aumentando las posibilidades de obtener rentas tecnológicas de los recursos procesados.

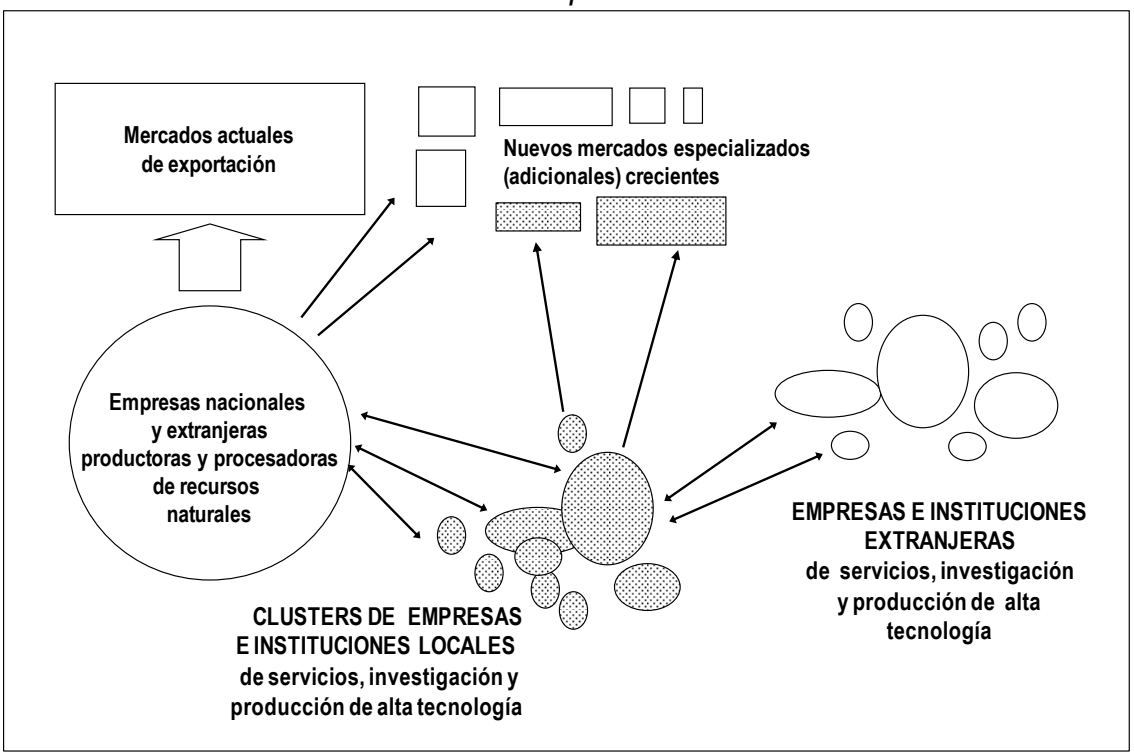
En todas estas tendencias los rumbos están por trazarse y cualquier estrategia basada en ellas constituye una apuesta por el futuro. En todo caso, los procesos exitosos de convergencia (*catching-up*) y de adelantamiento (*forging ahead*) en el desarrollo siempre han sido esfuerzos audaces semejantes llevados a cabo por individuos, gobiernos y sociedades.

LA GENERALIZACIÓN DE LAS TICS Y OTROS ADELANTOS EN CyT: Oportunidades de innovación basadas en la ubicuidad de las TIC y en las nuevas tecnologías radicales en gestación

Desde un punto de vista práctico la coordinación de redes de innovación, antes de contar con Internet y con el procesamiento computarizado, tenía innumerables inconvenientes. La producción agrícola o la extracción de energía y minerales, la silvicultura o la pesca son, por su propia naturaleza, actividades a desarrollar donde se encuentren los recursos disponibles y esto rara vez ocurre cerca de las áreas urbanas donde las compañías de servicios de alta tecnología y los laboratorios de I+D tienden a radicarse. El nuevo procesamiento de información y el internet han facilitado infinitamente el establecimiento de redes interactivas con intensa comunicación para la coordinación de la producción y los servicios, la logística, la administración, etc. También, el grado de autonomía que las corporaciones globales modernas dan a sus unidades en el extranjero para adaptar los lineamientos estratégicos generales a las circunstancias específicas encontradas localmente, hace mucho más fácil y conveniente para ellas aprovechar a los suplidores locales e incluso promover su desarrollo. Esto es lo que BHP Billiton ha estado haciendo en Chile mediante un plan para promover el desarrollo de centenares de suplidores adicionales de alta tecnología (Urzua, 2007). Dadas las peculiaridades de los sitios de producción, hay muchos servicios que requieren adaptación, lo cual crea una situación ganar-ganar entre los suplidores potenciales y los productores de RRNN.

Visto desde el otro lado, puede ocurrir también que los potenciales suplidores de servicios técnicos y científicos formen ‘clusters‘ o asociaciones para especializarse en las posibles necesidades de los diferentes elementos de una red particular basada en RRNN. Con el tiempo, y en la medida en que establezcan una relación usuario-productor provechosa con las compañías de RRNN, pueden conformar redes globales propias con otros grupos, empresas e instituciones intensivas en conocimiento y no solamente servir como suplidores de compañías con sede local, sino también exportar sus servicios o productos especializados (ver *Figura 3*).

***Figura 3**. El desarrollo de clusters de servicios de alta tecnología asociados con las necesidades de los productores de recursos naturales*



Fuente: Pérez 2010.

Estas nuevas posibilidades, relacionadas con los servicios locales intensivos en conocimiento y el desarrollo tecnológico, verán multiplicado su impacto por la facilidad de las TIC para permitir el manejo de la variedad a cualquier nivel. Ya se discutió cómo a través de la historia las peculiaridades de las tierras, los reservorios, las minas, etc. fueron la fuente más típica de innovación en estos sectores. Bajo las nuevas condiciones, la variedad se maneja con gran facilidad, mientras que el tiempo y el costo de adquirir y procesar la información necesaria para la investigación e innovación se han visto drásticamente reducidos. Otro tanto se puede decir acerca de la prueba

de prototipos y la medida de su impacto. La disponibilidad de instrumentos digitales especializados y la posibilidad de diseñar nuevos instrumentos o software adaptado también se ha expandido enormemente. Un ejemplo de esto es el sistema computarizado diseñado y adoptado en Chile para los sistemas de irrigación adaptables (INNOVA Chile, 2007).

Igualmente importantes y versátiles en su impacto son los adelantos en biotecnología y nanotecnología. Aunque estas tecnologías tienen el potencial para desencadenar una revolución tecnológica propia, todavía se encuentran en fases tempranas de desarrollo y dependen de las capacidades proporcionadas por las tecnologías de información. El impacto de los cultivos modificados genéticamente en la agricultura, el trabajo en cultivo de tejidos como medio para la reproducción de plantas, el desarrollo de vacunas para el ganado y los peces, el uso creciente de bacterias en la minería (lixiviación) y en la digestión de derrames petroleros y otros agentes contaminantes del agua, ya muestran las diversas direcciones en las cuales la nueva base de conocimientos se está incorporando al sector de recursos naturales.

La nanotecnología está permitiendo adelantos en materiales, facilitando procesos de emulsión; desarrollando superficies especiales y catalizadores ahorradores de energía y reductores de la contaminación; haciendo recubrimientos para la durabilidad y adelantos que podrían ayudar al manejo y empaque de productos naturales. Varias de estas líneas de productos están siendo seguidas exitosamente por NanoDT, Inc., empresa establecida en la Ciudad del Saber, en Panamá.

En términos de los procesos de convergencia en el desarrollo (*catching-up*), la posibilidad de que nuevos avances (*breakthroughs*) capaces de llevar a la próxima revolución tecnológica puedan ocurrir en esas tecnologías es muy alta. La participación en su desarrollo en estas etapas tempranas podría colocar a los países de América Latina en una buena posición para dar un gran salto adelante cuando esas tecnologías se vuelvan ubicuas, de bajo costo y alto crecimiento. Esto es precisamente lo que ocurrió con los asiáticos debido a su alto involucramiento en la fabricación de componentes y productos electrónicos, antes de la llegada del microprocesador y de la computadora personal.

Las ciencias de la vida y las ciencias de los materiales en general han dado grandes saltos en cuanto a la capacidad de diseñar y producir según los requerimientos del cliente y otro tanto ha hecho la química. Después que la petroquímica clásica y sus

próductos básicos alcanzaron la madurez, la industria se ha movido con fuerza hacia las ramas crecientes de la química fina así como hacia la experimentación con la química del agua y otras líneas de innovación respetuosas del ambiente. En este esfuerzo, la posibilidad de la compu-síntesis ofrece métodos de investigación que reducen los costos y el tiempo significativamente.

La energía es otra área donde se ha abierto un mundo de oportunidades para el uso de los recursos naturales. El caso obvio de Brasil y su desarrollo de bio-combustibles es un ejemplo exitoso. Pero fuentes como el viento, las olas, la biomasa y otras, podrán incorporarse en el perfil energético de cada país, siendo la innovación en ellas cada vez más importante y posible, al mismo tiempo que rinde beneficios económicos debido a otros factores contextuales tratados a continuación.

EL CONTEXTO DEL MERCADO: La globalización y el ambiente como moldeadores del espacio de oportunidad estratégico

La cuestión de quién controla las palancas de la tecnología, la inversión y los mercados es crucial cuando está en consideración el espacio de innovación disponible para las empresas o los países. En relación con ésto, es importante identificar las tendencias generales del comportamiento y los intereses de quienes elaboran las decisiones. En ese sentido, esta sección difiere de las tres anteriores por cuanto necesita señalar tendencias prospectivas (distintas de las que ejercen su fuerza actualmente) y en tanto se focaliza en el contexto estratégico y político más que en el tecno-económico.

Los cambios en las corporaciones globales

Las industrias extractivas (la minería y la energética) y algunos otros sectores basados en recursos naturales, tradicionalmente han sido controlados por las grandes corporaciones multinacionales (CMs), ahora más correctamente denominadas corporaciones globales (CGs). Su comportamiento hacia los países anfitriones durante la mayor parte del siglo XX fue el origen de gran parte del pesimismo alrededor de la idea de utilizar los recursos naturales como una plataforma para el crecimiento y el desarrollo. Ello se debió, en buena medida, a que las CMs de entonces tendían a operar como enclaves, independientemente de la economía local, repatriando la mayor parte de las ganancias (Singer, 1950; Singer, 1975).

La situación ha cambiado sustancialmente desde finales de la década de los setenta. La difusión de nuevas tecnologías e innovaciones organizativas y los cambios profundos en la competencia mundial han afectado seriamente las posibilidades de las empresas internacionales para buscar, controlar, crear y explotar las ventajas existentes. Hoy en día, los gerentes de las CGs gozan de un grado de flexibilidad sin precedentes para reubicar la producción, y para transferir la experiencia técnica (*know-how*) y el conocimiento de un lugar a otro (Kogut, 2002). Por lo tanto, tienen mayor conciencia acerca del conocimiento existente en las economías anfitrionas y lo utilizan con frecuencia (Cantwell, 1995, 2001; Kogut, 2002; Hedlund, 1986; Dunning, 1994; Cantwell y Sanna-Randaccio, 1993). En palabras de Hedlund (1986), actualmente en los negocios se trata de 'buscar activamente ventajas originadas en la difusión global de la empresa' en lugar de explotar únicamente los activos tecnológicos creados centralmente.

En consecuencia, las CGs han comenzado a descentralizar las actividades de innovación, dando a sus subsidiarias un alto grado de libertad para llevar a cabo exploraciones locales y alianzas hasta ahora inimaginables (Marin, 2007; Marin y Arza, 2009). Por lo tanto, las subsidiarias locales están modificando su comportamiento en relación con los proveedores locales y las fuentes locales de servicios de I+D. Así pueden contar con capacidades especializadas que cubren desde grupos incipientes de investigación y capacidad de ingeniería – a ser fortalecidos y mejorados – hasta equipos de investigación verdaderamente avanzados ya conectados a redes internacionales.

La situación es distinta en el sector agrícola donde la producción tradicional ha sido controlada localmente. En estas actividades, los esfuerzos en ciencia y tecnología tenían una historia larga, la cual iba desde atender a las especificidades locales, como se discutió antes, hasta proporcionar entrenamiento y servicios de extensión. En la década del setenta, empezó a crecer la conciencia de la importancia de la tecnología acompañada del apoyo gubernamental. Ello condujo generalmente a la intensificación del esfuerzo de investigación. Sin embargo fue con la competencia global que se creó conciencia sobre la importancia del uso y la orientación de la investigación. Dado que la innovación cada vez más es vista como la vía para aumentar y mantener las exportaciones, los productores locales han comenzado a tomar un serio interés comercial en ella, como se puso de manifiesto en muchos de los ejemplos antes mencionados. Por eso, tanto las condiciones heredadas como las nuevas formas de la

competencia crean un contexto que podría inducir un comportamiento innovativo por parte de las empresas locales, de las filiales extranjeras y de aquellas de un modo u otro vinculadas a sus redes de proveedores y usuarios.

La mejora de las estrategias de negociación en los países en desarrollo

El aumento de los precios de la energía, minerales, alimentos y otros recursos naturales, ocurrido desde mediados de la década del 2000, puede ser visto como un preludio de las tendencias por venir. Por los efectos de la especulación financiera – la cual sin duda ha agudizado esta tendencia – hay un indiscutible desequilibrio prospectivo entre la capacidad de incrementar la oferta y la evolución de la demanda, como resultado de la globalización de la producción y la incorporación sucesiva de millones de nuevos consumidores al mercado (especialmente en las economías emergentes como las de China e India). Estas tendencias pueden estar presentes en todos los recursos naturales, acompañadas por la segmentación de los mercados discutida antes.

La combinación de precios elevados y escasez relativa puede tener varios efectos interesantes a incorporar en las estrategias de negociación. Por una parte, los precios altos dan margen para autofinanciar el mejoramiento tecnológico de las redes locales, ya sea por las compañías mismas, locales o extranjeras, o apoyándose en regímenes de impuestos especiales destinados a tal fin. Por otra parte, es posible que se de una fuerte competencia entre los países usuarios para garantizarse la seguridad de suministro. Esto puede crear condiciones favorables para atraer inversiones y lograr la adquisición de tecnología y otros aspectos de interés a cambio de acceso seguro a los recursos, tal como China negoció a cambio de acceso a los mercados (Zheng y Williamson, 2007). Para las empresas globales en RRNN, el acceso a las mejores tierras o minas o campos o zonas de pesca puede convertirse en un elemento importante de sus estrategias creándose, por lo tanto, un terreno de negociación utilizable para alcanzar una situación ganar-ganar. Este nuevo contexto tiende a estimular la innovación en los modelos de negocio, en mecanismos de financiamiento y en políticas gubernamentales.

Otro aspecto de esta escasez relativa, susceptible de ser orientado hacia buenas causas, es la posibilidad de incorporar los minerales de baja ley a la minería artesanal y las tierras de más difícil acceso a la producción de alimentos orgánicos o maderas

especiales, organizando esas actividades con capacitación y diversas modalidades de apoyo para alcanzar formas sostenibles de superar la pobreza. Esto también abre oportunidades para la colaboración y la innovación. El éxito del apoyo de DeBeers a los mineros artesanales en Botswana es un buen ejemplo (Warhurst, 2008). La comunidad minera de oro Santa Filomena apoyada por el IPEC (Hentschel *et al.*, 2003) en Perú es otro. La microfinanciación y las políticas públicas pueden apoyar la reproducción de casos como éstos en todo el continente.

Las oportunidades ofrecidas por las preocupaciones ambientales

El crecimiento del movimiento ambientalista es una de las tendencias prospectivas de consecuencias más profundas y duraderas. Esto fue discutido en parte en la sección acerca de cómo las nuevas condiciones del mercado están impulsando la innovación en los recursos naturales. Aquí interesa destacar las implicaciones estratégicas y políticas del esfuerzo por frenar el calentamiento global.

El modelo actual de globalización, con su alto sesgo energo-intensivo, es insostenible tanto en lo ambiental como en lo económico. El traslado a China – y Asia, en general – de una altísima proporción de los procesos manufactureros ha traído consigo una explosión en el transporte de carga transcontinental de materias primas y productos finales, y también en el transporte interno entre los puertos y las plantas procesadoras (tanto para materiales de fabricación como empaques), entre éstas y las plantas de fabricación, desde estos productores finales a los puertos y, finalmente, desde los puertos de destino hasta los depósitos y establecimientos comerciales. Al principio ésto incentivó una oleada masiva de inversión e innovación en barcos y sistemas de almacenaje así como en la gerencia logística por empresas especializadas – como UPS, DHL, etc. – y por parte de las empresas comercializadoras como Walmart o Tesco para sus propias cadenas de suministro. El resultado fue una reducción significativa del costo del transporte, en algunos casos por economías de escala y en otros por innovación en procesos. Ejemplos de esto último son la introducción de las etiquetas microelectrónicas RFID (identificación por radiofrecuencia) en la gestión de la cadena de suministro, el seguimiento al inventario y los sistemas de redistribución automática.

Esa reducción inicial del costo de los fletes estimuló más aún la globalización de la producción de productos pesados como automóviles y de algunos altamente

perecederos como las ensaladas empacadas (como el caso de Kenya donde se producen las bolsas de ensalada justo-a-tiempo que se venden por decenas en los supermercados del Reino Unido con menos de 24 horas entre la orden y el despacho) (Dolan y Humphrey, 2000). Tanto las empresas productoras como las redes comerciales hicieron sus cálculos de costos de producción y transacción basándose en los ahorros en mano de obra barata y en costos decrecientes del transporte y la logística. Esta situación prevaleció desde la década de los noventa hasta mediados de la del 2000 y mucha de la experiencia en tercerización hacia el exterior ha sido el resultado de esta situación.

El aumento violento de los precios del petróleo, los materiales y alimentos, ocurrido desde mediados de la década del 2000, estuvo acompañado por el "despegue" de la preocupación generalizada acerca del calentamiento global y del creciente consenso sobre la necesidad de aplicar políticas restrictivas. Esto comenzó gradualmente a modificar la dinámica real y esperada de la estructura de costos relativos de la mano de obra, los materiales, la energía, el transporte, etc., y a reconfigurar las estrategias de algunas empresas y las políticas de los gobiernos. Los costos de los fletes comenzaron a aumentar, algunas operaciones de ensamblaje volvieron de China a México y algunos países introdujeron impuestos para limitar las emisiones de carbono. Para 2005, México se había acostumbrado a ser ligeramente más costoso que China como sitio para la tercerización (alrededor de 5% en 2005). En 2008, China ya era 20% más costoso que México, tomando en cuenta los costos promedio de fabricación (Engardio, 2009).[5]

Este proceso fue interrumpido por el colapso financiero y la recesión global, aunque puede que se reinicie cuando se dé la recuperación. En 2009, la industria naviera atravesó una crisis severa por la reducción radical de movimiento de flete. Esto significa que la recuperación del volumen de flete retardará un poco la recuperación, pero la probable combinación de precios elevados del petróleo con alguna forma de impuesto al carbón eventualmente traerá de nuevo el aumento de los costos del transporte. Como se mencionó antes, la relación subyacente entre la demanda y la oferta creciente de energía, aún en ausencia de probables impuestos o limitación de

[5] México es uno de los países latinoamericanos capaz de combinar con éxito un sector procesador innovativo (basado en recursos naturales) con un sector de fabricación en competencia con Asia, debido al NAFTA y a su frontera con los EEUU. Más complicada es la cuestión de si Brasil u otros países de la región pueden también competir directamente con Asia en ensamblaje masivo o si podrían desarrollar un sector manufacturero de especialidades para competir en el mercado de nichos (como Embraer en el segmento de pequeños jets).

emisiones, probablemente conduzca a una elevación de precios afectando, por lo tanto, los costos relativos de la mano de obra y el transporte.[6]

Si el aumento significativo de los costos del transporte se ve como una tendencia permanente, ello puede acarrear una mayor propensión al procesamiento de materiales *in situ*. Los minerales brutos tienen una proporción valor/peso considerablemente menor que los materiales procesados. Un ejemplo de optimización de toda la cadena de valor en términos de inversión es el barco pesquero-fábrica que realiza el procesamiento y empaque en el barco mismo, mientras se dirige al puerto. Es posible diseñar procesos similares para otras industrias, tomando en cuenta la tendencia a usar equipamiento más flexible y procesos menos dependientes de las economías de escala, lo cual es uno de los factores para la localización de las plantas procesadoras cerca de los puntos de uso, en lugar de hacerlo cerca de los sitios de producción.[7]

Por otra parte, el reciclaje y la recuperación de materiales pueden también aumentar, reduciendo más aún la demanda de mineral en bruto. Puesto que la fuente de materiales recuperables tiende a concentrarse en los sitios de alto consumo, es menos probable que el reciclaje se ubique cerca de los sitios de producción originales, aunque la alta especialización en el manejo de esos materiales podría dar ventajas en algunos casos.

Todas estas tendencias, para su análisis, tienen que estar conectadas con el impacto del reto ambiental sobre los modelos de producción y de consumo. Este es probablemente el factor contextual más trascendental capaz de impulsar la innovación de productos, procesos, logística y modelos de negocio. Su impacto se siente, del lado de la demanda, como un cambio en las preferencias de los consumidores, desde el contexto político, como un conjunto creciente de regulaciones y (des)incentivos económicos y, desde el lado de la oferta, como un incremento en los riesgos y en los costos (incluyendo primas extraordinarias por parte de las aseguradoras). Esto implica que habrá una gran presión por el rediseño de productos y procesos usando cantidades de energía y materiales cada vez menores, y para la eliminación del

[6] Nuestro foco son los recursos naturales, de manera que las múltiples tendencias que puedan derivarse de estas circunstancias no serán discutidas aquí. Por ejemplo, la optimización del costo del transporte puede llevar a una relocalización de los productos de mayor tamaño y peso hacia sitios de producción más cercanos y (junto con los cambios ambientales y orgánicos en la demanda) al revivir de la producción de diversos vegetales alrededor de las ciudades.

[7] En el caso de los minerales y otros recursos extractivos, el agotamiento de las minas es otro factor que induce a no localizar las plantas de procesamiento capital-intensivas *in situ*.

desperdicio. Estas presiones van a confrontar resistencias tanto de los consumidores tradicionales en el mundo desarrollado como de las masas emergentes de nuevos consumidores que aspiran seguir con el mismo estilo de vida. El resultado es impredecible, pero observar constantemente las tendencias será importante para todos los involucrados.

Las consecuencias de todo esto son contradictorias. Una estrategia basada en los recursos naturales, cuya demanda puede estar creciendo aunque a un ritmo cada vez menor, es riesgosa. Por otra parte, la aplicación de una estrategia de diferenciación para llenar los requisitos de la producción y los patrones de consumo ambientalmente amigables abre un espacio tecnológico de oportunidad capaz de servir como fuerza compensatoria.

Debería quedar claro con esta discusión que la innovación estratégica y de políticas ha de adecuarse al cambiante contexto geopolítico. Más aún, la anticipación de las tendencias en la globalización, en las estrategias de producción y en las políticas gubernamentales a todo lo largo del mundo serán un ingrediente esencial del diseño de un camino de desarrollo en las circunstancias presentes.

5. Las redes basadas en recursos naturales como plataforma para el desarrollo: El potencial y los riesgos

El presente trabajo ha argumentado que es tiempo de reevaluar las ideas establecidas acerca del potencial de los recursos naturales de funcionar como base para el desarrollo. Estas ideas estaban basadas en las condiciones que predominaron bajo el paradigma de la producción en masa hasta la década de 1970, y que continuaron influenciando una parte de la economía mundial hasta principios de la década de 1990. Las ideas que eran válidas en aquel momento no lo eran a finales del siglo XIX, y hoy en día ya no son aplicables. Las ventanas de oportunidad para el desarrollo son un objetivo móvil y el éxito llega para aquellos que las aprovechan a tiempo (Pérez, 2001).

La revolución de las TICs ha transformado de forma radical el espacio de oportunidad desde la década de 1980. La globalización, las organizaciones de redes, la subcontratación, la deslocalización, la segmentación de mercados así como otros cambios en la estructura y estrategias de las empresas generaron un contexto completamente distinto, al igual que un conjunto de posibilidades diferentes. El acenso de Asia y la incorporación al sistema de mercado del entonces denominado segundo

mundo, han acelerado el ritmo de crecimiento de la demanda de energía, alimentos y materias primas al punto de acercarse a los límites de los recursos, generando expectativas de un alza de precios. Las amenazas del calentamiento global y de otras limitaciones ambientales han modificado los requerimientos tanto de los productores como de los consumidores finales, y es posible que lleven a una reglamentación e impuestos que cambiarán aún más las especificaciones de la demanda, e influirán en las trayectorias de innovación. Todas estas transformaciones han tenido un profundo impacto en las posibilidades abiertas para los productores de recursos naturales.

Recientes eventos han puesto de manifiesto que la ventaja de la manufactura era de hecho una ventaja de la producción innovadora en general. Bienes maduros manufacturados, que dependen de tecnologías altamente codificadas y de bajos costos de mano de obra, están sufriendo un proceso de "comoditización", demostrando ser tan vulnerables ante una desaceleración como los estratos más bajos de las redes basadas en RRNN, y corren también el riesgo de experimentar márgenes decrecientes (Singer, 1975; Kaplinsky, 1993, 2005 y 2009). Las rentas de la innovación (tecnológica, organizacional y comercial) son las que ofrecen una verdadera ventaja en términos de obtener un margen de ganancia mayor – en cualquier gama de productos manufacturados, servicios, alimentos o materiales.

El presente trabajo se ha enfocado en las fuerzas que están influenciando el dinamismo tecnológico en la producción de recursos naturales. Ha sostenido que la unidad válida de análisis es la red que comprende desde los productores de equipos, la I+D y otros servicios, pasando por la producción de materias primas y todas las industrias de procesamiento, hasta llegar a los procesos de embalaje y distribución. Es, por tanto, un sistema completo de producción, innovación y comercialización que consiste en un conjunto relevante de agentes dinámicos en constante interacción. Las fuerzas que guían la innovación en dichas redes son el resultado de una demanda creciente, de la segmentación del mercado en nichos cada vez más específicos y especializados, de las oportunidades abiertas por los avances de C&T, y por último, del contexto geopolítico y socioeconómico en constante cambio, incluyendo cambios en el comportamiento de las corporaciones globales y de los gobiernos y las limitaciones ambientales.

La difusión de las TICs y los avances en biotecnología y en ciencia de materiales han alterado radicalmente la capacidad de innovar en el sector minero y en productos y

procesos biológicos. La segmentación del mercado ha hecho posible centrarse en pequeños mercados especializados con productos personalizados. El no limitarse a las tecnologías de mejoramiento (destinadas a superar las dificultades de terrenos, recursos o minas inferiores) y apuntar más bien a la innovación en nuevas calidades de productos y a usuarios especializados ha cambiado profundamente las condiciones de mercado para las redes basadas en recursos naturales. Algo similar ha sucedido aguas abajo en los procesos químicos y metalúrgicos al remplazar los productos a granel estandarizados por un número creciente de productos de nichos de mercado especializados. La creciente variedad de productos es lo que se ha denominado como la "descomoditización" de los mercados de recursos naturales. Sin embargo, es poco factible que desaparezca la inestabilidad de precios de los productos de exportación. Lo que es probable es que, dada la limitación de recursos frente a la demanda, la volatilidad ocurra alrededor de niveles más altos de precios. A esto contribuiría el hecho de que los precios de los alimentos o materiales de nichos especializados son mucho más estables dado que los mercados de destino son más pequeños y están dispuestos a pagar una prima por ellos, creando una situación de semi-monopolio.

Tener éxito en un contexto global

A pesar de esto, lo que hace que ésta ventana de oportunidad sea particularmente interesante para los países en vías de desarrollo es el cambio de comportamiento de las corporaciones globales y el creciente poder de negociación como consecuencia de la competencia geopolítica.

Las CGs están híper-segmentando sus actividades y distribuyéndolas en redes de aliados y de proveedores. Están aprendiendo a sacar ventaja del talento y las capacidades locales para la I+D y la innovación, subcontratando cada vez más sus actividades a SEICs locales. Si bien esta práctica surgió inicialmente en empresas manufactureras, las industrias minera, agrícola y procesadora también la están adoptando gradualmente.

Actualmente, China utiliza su fondo soberano para invertir en otros continentes con miras a asegurar el acceso a los recursos naturales (seguido, probablemente, por India). Esto le permite a los países ricos en recursos tener un mayor poder de negociación con los inversionistas. Además, las posibilidades de lograr fomentar una mayor participación local, mejores condiciones, y encadenamientos aguas abajo son

aún mejores dadas las exigencias ambientales y las modernas estructuras y alianzas en red.

Un mayor poder de negociación puede obtenerse, no sólo desarrollando una buena estrategia sino también arraigándola en las sinergias dinámicas que generan las redes locales. Además, la abundante dotación de recursos a través de los países de América Latina puede crear las condiciones necesarias para que se establezcan diversas redes de colaboración a nivel regional.

Al igual que ocurre con toda estrategia, apostar a los recursos naturales supone riesgos y deficiencias. El principal riesgo es más bien una cuestión del momento adecuado: así como la experiencia de Asia no puede repetirse debido a que la ventana de oportunidad que explotaron – relacionada con la micro-electrónica – vino y se fue, la oportunidad que brindan ahora las industrias de procesamiento relacionadas a los recursos naturales también es pasajera (Pérez, 2001). Además, esta oportunidad puede ser aprovechada por cualquier país con recursos abundantes, por lo cual la competencia podría venir de Rusia, Kazakstán, África, Indonesia, Malasia u otros. No obstante, debido a las diferencias inherentes a cada recurso natural y a que su distribución a nivel mundial es muy desigual, existen, por lo general, pocos proveedores potenciales y posibles competidores. Sin embargo, es importante actuar rápidamente en la adopción de este tipo de estrategia, puesto que las trayectorias de las llamadas "hot spots" (áreas de intenso crecimiento) en la economía global generan sinergias y les dan ventajas significativas a los pioneros frente a los seguidores.

Vencer la inequidad social

El segundo reto más importante es poder superar la desigualdad social que persiste en América Latina con una estrategia de desarrollo enfocada en la capacidad de innovación de industrias productoras y procesadoras de RRNN a gran escala, que en su mayoría no son intensivas en mano de obra. En este sentido, la propuesta de 'Visión' presentada por Pérez (2010), reconoce la necesidad de tener una 'estrategia dual'. Además de promover la innovación de vanguardia y de excelente calidad en las redes basadas en recursos naturales, será necesario promover y apoyar a nivel local actividades productivas ambientalmente sustentables, que respeten las especificidades locales y culturales, con la finalidad de permitir la generación de ingresos "desde abajo"

(con actividades como el ecoturismo, la agricultura de nicho, servicios especializados, etc.) a todo lo largo y ancho del territorio de cada país.

A este respecto, es importante señalar que muchas de las nuevas condiciones, mencionadas anteriormente, abren caminos para el desarrollo de pequeñas compañías productoras, ya sea en la cercanía de las ciudades o en lugares aislados, con un transporte eficiente, así como con redes de distribución y de comercialización locales, nacionales o de exportación. Comprender estas nuevas posibilidades puede transformar el actual enfoque de las políticas y actividades de alivio de la pobreza. Se requiere de conocimiento y capacidades específicas para fomentar y apoyar actividades productivas generadoras de riqueza, y para hacerlas viables a través de innovaciones en los modelos de negocios y en las instituciones. Asimismo, es necesario el conocimiento científico y tecnológico para lograr empacar y exportar las frutas del campo con todo su sabor original y dotándolas de suficiente duración como para convertirlas en especialidades "gourmet" de alto valor. De igual manera se requiere conocimiento especializado para llevar a cabo los procesos de lixiviación bacteriana a pequeña escala en la minería, y experiencia en gestión para organizar la comercialización de carnes y vegetales orgánicos, al igual que hierbas especiales y alimentos procesados tradicionales.

Este esfuerzo o serie de esfuerzos podrían contribuir a que Latinoamérica deje de ser una de las regiones con mayor desigualdad en el mundo. No obstante, esto sólo será posible siguiendo los principios y prácticas del llamado "comercio justo" (*Fair Trade*), y teniendo como meta principal llegar a erradicar la pobreza en las zonas rurales. La actual transformación y segmentación de los mercados globales y locales en los sectores de recursos naturales ha establecido un contexto favorable para lograr el éxito de proyectos ambiciosos que buscan alcanzar este objetivo.

Tomar en serio los riesgos ambientales

Las preocupaciones ambientales plantean otra serie de cuestiones que pueden considerarse de alto riesgo para una estrategia basada en los recursos naturales. Es posible que se genere una reacción contra el uso de los recursos naturales a causa del riesgo de agotamiento de los no renovables, de la creciente amenaza del calentamiento global, del peligro de destrucción de los ecosistemas (como el caso de la selva amazónica – ver Vera-Diaz *et al*., (2009) acerca de un proyecto de carreteras

que facilitaría el cultivo de la soya en los estados brasileños de Para y Amazonas); de la amenaza de una fuerte contaminación del aire y del agua (como la controversia que rodea el proyecto uruguayo de una planta papelera a orillas del Río de la Plata); y por el temor a las consecuencias impredecibles de los avances tecnológicos (como las semillas GM). Todas estas preocupaciones son válidas y es posible que se tornen características del clima político y de negocios de las próximas décadas, asi como una preocupación de la opinión pública nacional e internacional. Cualquier estrategia basada en los recursos naturales deberá tomar plenamente en cuenta estos aspectos.

Superar los obstáculos tradicionales

Finalmente, muchos de los viejos riesgos y desafíos no han desaparecido. La volatilidad de precios de las materias primas, así como de los productos procesados, permanecerá, a pesar de que posiblemente ocurra a un nivel de precios más alto. Las rentas tecnológicas de algunas de las innovaciones en productividad (a diferencia de aquellas correspondientes a productos) pueden reducir los precios en lugar de beneficiar a los creadores. Es posible que la enfermedad holandesa siga afectando el potencial de inversión y la competitividad de las exportaciones de otros sectores en determinadas economías, y que la corrupción siga siendo una posibilidad. Finalmente, siempre existirán conflictos de interés por lo cual establecer un juego de suma-positiva será el reto principal.

No obstante, debido a todas las dificultades, una estrategia basada en el dominio de los recursos naturales en la actual economía global puede representar una alternativa, considerando que Asia se ha convertido claramente en el centro de manufactura mundial así como una fuente creciente de demanda de estos productos. La mayor parte de los países latinoamericanos tiene una larga historia de producción y exportación de ciertos recursos naturales, de manera que ya existe una acumulación de experiencia y conocimiento relacionada con estos productos tradicionales y las industrias procesadoras conexas. Aunque en distintos grados, existe generalmente un número significativo de ingenieros capacitados, con capacidades en I+D, una red de proveedores especializados, incluyendo bienes de capital, y en la mayor parte de los casos un cierto desarrollo de industrias procesadoras aguas abajo. También existen en la mayoría de los casos vínculos con clientes en países importadores, y conocimiento más o menos profundo de las normas y requisitos del mercado. A pesar de que existen

muchos otros sectores sub-explotados o poco reconocidos, es probable que esos sectores de larga tradición en cada país sean los más prometedores en el momento de considerar una estrategia basada en los recursos naturales.

Prepararse para dar el salto al futuro

Esta estrategia puede servir como un seguro para el futuro. Existe una alta probabilidad de que la próxima revolución tecnológica se base en una combinación de biotecnología, nanotecnología, bioelectrónica y nuevos materiales. Da la casualidad que todas estas áreas dependen del dominio de la estructura profunda de los recursos naturales, es decir de la ciencias de la vida y las ciencias de materiales. Actualmente, la mayor parte de los países, ya sean avanzados, emergentes o en vías de desarrollo, intentan posicionarse en esas tecnologías. Esta oportunidad de desarrollo con base en los RRNN es por ende ideal para que los países de América Latina se preparen para aprovechar plenamente la siguiente revolución tecnológica.

Conclusión: el riesgo de perder la oportunidad

En resumen, en el presente trabajo hemos argumentado que las condiciones según las cuales los recursos naturales presentan un bajo dinamismo tecnológico y son inadecuados como plataforma para el desarrollo han cambiado de forma significativa. La posibilidad de innovación continua a través de las redes de valor de cada recurso natural y en cada país, sigue abierta y cuenta con condiciones de mercado favorables. En el trabajo planteamos que la producción de recursos naturales y sus vínculos aguas arriba, aguas abajo, y laterales conforman un espacio de innovación a ser explotado y que las tendencias emergentes en la economía global sólo aumentarán ese espacio.

Por lo tanto, existe un nuevo potencial disponible para el crecimiento y el desarrollo, pero se requerirá de esfuerzos coordinados y acompañados por el gobierno. Es una oportunidad de tiempo limitado, y que requiere de intensos esfuerzos tecnológicos y, al igual que cualquier otra oportunidad, implica confrontar fuertes competidores así como enfrentar diversos desafíos.

Es claro que aún están por definirse y ponerse a prueba las estrategias exitosas, y que todos los actores necesitan estar conscientes de la cantidad de riesgos que deberán superar al momento de seguir estas trayectorias relativamente poco experimentadas. Aun así, todas las estrategias presentan desventajas y riesgos, los cuales serán aún

mayores si no son identificados y si no se incorporan a la estrategia formas adecuadas de enfrentarlos. No obstante, el mayor de los riesgos es que los países de América Latina dejen pasar esta ventana de oportunidad en el proceso de desarrollo.

6. Referencias

ALCORTA, L., y PERES, W. (1995). "Innovation Systems and Technological Specialization in Latin America and the Caribbean." Discussion Paper Series No. 9509, ECLAC/UNDP Regional Project RLA/88/039. Maastricht, Países Bajos: Universidad de Naciones Unidas, Institute for New Technologies.

ARCHIBUGI, D. (ed.) (2007). Edición especial sobre "Knowledge and Innovation in the World Wine Industry", *International Journal of Technology and Globalization*, Vol. 3, Nos. 2/3, pp. 126-262.

AROCENA, R. y SUTZ, J. (2003) Inequality and Innovation as seen from the South, *Technology in Society*, Vol. 25, No.2, 171–182.

AUTY, R. (1993). *Sustaining Development in Mineral Economies: The Resource Curse Thesis*. Londres: Routledge

BAZAN, L. y NAVAS-ALEMÁN, L. (2004). "The Underground Revolution in the Sinos Valley: Upgrading in Global and National Value Chains". In: H. Schmitz (ed.), *Local Enterprises in the Global Economy: Issues of Governance and Upgrading.* Cheltenham: Elgar.

BISANG, R (2008). "La agricultura argentina: Cambios recientes, desafíos futuros y conflictos latentes (ARI)". Fundación Real Instituto Elcano. Disponible en: http://www.realinstitutoelcano.org/wps/portal/rielcano/contenido?WCM_GLOBAL_CONTEXT=/elcano/elcano_es/zonas_es/america+latina/ari111-2008 (Consultado el 7 de julio de 2009)

BISANG, R, ANLLÓ, G y CAMPI, M (2008). "Una revolución (no tan) silenciosa. Claves para repensar el agro en Argentina". *Desarrollo Económico - Revista De Ciencias Sociales*. IDES, Buenos Aires, Vol. 48, Nos. 190/191, julio - diciembre, pp. 165-207.

BORTAGARAY, I. y SUTZ, J. (2008). "Innovation decisions, agendas and policies in developing contexts: insights from Biotechnology". Documento presentado en la *Conferencia Principal de América Latina,* septiembre 24 – 26, Ciudad de México.

BRAVO-ORTEGA C. y DE GREGORIO, J. (2005). "The Relative Richness of the Poor? Natural Resources, Human Capital and Economic Growth". *Documento de trabajo sobre la Investigación de Políticas,* Series 3484, Banco Mundial.

CANTWELL, J. (1995). "The globalization of technology: what remains of the product cycle model?". *Cambridge Journal of Economics*, Vol. 19, No. 1, pp. 155-174.

CANTWELL, J. (2001). "Innovation and information technology in MNEs". In: Rugman A.M and Brewer T.L. (eds.). *The Oxford Handbook of International Business,* Oxford: Prensa de la Universidad de Oxford, pp. 431-456.

CANTWELL, J. y SANNA-RANDACCIO, F. (1993). "Multinationality and firm growth". *Review of World Economics*, Vol. 129, No. 2, pp. 275-299.

CARBAJAL, M., y PADILLA HERNANDEZ, S. (2008). "Avocado Production and the Sectoral Innovation System". Documento presentado en la *VI Globelics Conference*, septiembre 22-24, Ciudad de México.

CASSIOLATO, J. LASTRES, H. y MACIEL, M. (2003). *Systems of Innovation and Development-Evidence from Brazil*. Cheltenham, Reino Unido: Edward Elgar.

CHUDNOVSKY, D. (1999). "Science and Technology Policy and the National Innovation System in Argentina." *CEPAL Review, No. 67*, pp. 157-176.

CUDDINGTON, J., LUDEMA, R. y JAYASURIYA. S. (2007). "Prebisch-Singer Redux". In: Lederman D. and Maloney W. (eds.). *Natural Resources Neither Curse nor Destiny*. Prensa de la Universidad de Stanford y el Banco Mundial.

DAWAR, N. y MITCHELL, J. (2006). "Nestle's Nescafe Partners' Blend: The Fairtrade Decision," Richard Ivey School of Business, Caso de estudio No. 9B06A020.

DUNNING, J. (1994). "Re-evaluating the benefits of foreign direct investment". *Corporaciones Transnacionales*, Vol. 3, No. 1, pp. 23-51.

EKBOIR, J. (2003). "Research and technology policies in innovation systems: zero tillage in Brazil". *Research Policy*, Vol. 32, No. 4, pp. 573-586.

EKBOIR, J.M., DUTRÉNIT, G., MARTÍNEZ V., G., TORRES VARGAS, A. y VERA-CRUZ, A.O. (2009). *Successful Organizational Learning in the Management of Agricultural Research and Innovation: The Mexican Produce Foundations*, IFPRI, Washington: Research Report Series.

ENGARDIO, P. (2009). "China's Eroding Advantage". *Business Week*, 15 de junio de 2009, pp 54-55.

FARDMANESH, M. (1991). "Dutch disease economics and oil syndrome: An empirical study". *World Development*, Vol. 19, No. 6, pp. 711-717.

FIGUEIREDO, P. (2009). "Industrial policy, innovation capability accumulation and discontinuities". Documento presentado en la *Copenhagen Business School Summer Conference 2009*, 17-19 de junio de 2009.

FLYNN, B. (2003). "Eucalyptus: Having an Impact on the Global Solid-wood Industry". *Wood Resources International*. Disponible en: http://www.wri-ltd.com/marketPDFs/Eucalyptus.pdf (Consultado el 19 de julio de 2009)

FREEMAN, C. (1987). *Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan*, Londres: Pinter. En castellano (1993) *El Reto de la Innovación: La Experiencia de Japón*, Caracas: Editorial Galac.

GARCIA, G. (2008). "La industria argentina de maquinaria agrícola: ¿de la reestructuración a la internacionalización?". *Revista CEPAL*, No. 96, pp. 221-237.

GELB, A.H. (1988). *Oil Windfalls, Blessing or Curse*. Oxford: Oxford University Press.

GEREFFI, G., HUMPHREY, J. y STURGEON, T. (2005). "The Governance of Global Value Chains". *Review of International Political Economy*, Vol. 12, No.1, pp. 78–104.

GIOVANNUCCI, D., PIZANO, D., PAREDES, G., MONTENEGRO, S., AREVALO, H. y VARANGIS, P. (2002). Informe del Estudio sobre el Sector Cafetero Colombiano. Washington: Banco Mundial.

GIULIANI, E., MORRISON, A. y RABELOTTI, R. eds. (2011). Innovation and technological catch-up: the changing geography of wine production, Cheltenham: Edward Elgar.

GUTMAN, G., LAVARELLO, P. y GROSSI, J. (2006). "Biotecnología y alimentación. Estrategias de las empresas transnacionales de ingredientes alimentarios", en Bisang, R. *et al*. (comp.), Biotecnología y desarrollo. Un modelo para armar en la Argentina, Buenos Aires, Prometeo.

GUTMAN, G., LAVARELLO, P. y GROSSI, J. (2007). "Networking and alliances in the diffusion of biotechnology in emerging countries. The agro-food systems in Argentina". Documento presentado en la VI Conferencia Internacional *PENSA sobre Cadenas/Redes económicas y Gestión de Afri-alimentos y Bioenergía autosustentables.* Octubre 24-26, University of São Paulo, Brasil.

GYLFASON, T., TRYGGVI, T. y GYLFI, Z. (1999). "A Mixed Blessing: Natural Resources and Economic Growth". *Macroeconomic Dynamics*, Vol. 3, junio, pp. 204-225.

HEDLUND, G. (1986). "The Hypermodern MNC: a Heterarchy?". *Human Resource Management*, No. 25, pp. 9-36.

HENTSCHEL, T., HRUSCHKA, F. y PRIESTER, M. (2003). *Artisanal and Small-Scale Mining: Challenges and Opportunities*. Londres: Projekt-Consult GmbH. IIED y Consejo Mundial de Negocios para el Desarrollo Sustentable.

HIRSCHMAN, A. (1958). *Strategy of economic development*. New Haven: Prensa Universitaria de Yale.

HUMPHREY, J. y SCHMITZ, H. (2002). "How Does Insertion in Global Value Chains Affect Upgrading in Industrial Clusters?". *Regional Studies*, Vol. 36, No. 9, pp. 1017-1027.

HUMPHREY, J. y NAVAS-ALEMAN, L. (2009 en prensa). *Multinational Value Chains, Small and Medium Enterprises, and 'Pro-Poor' Policies: A Review of Donor Practice*. IDS Reporte de Investigación.

INNOVA CHILE (2007). *70 Casos de Innovación apoyados por Innova Chile de Corfo entre 2000 y 2006*. Santiago: Corfo.

KAPLINSKY, R. (1993). "Export Processing Zones in the Dominican Republic: Transforming manufactures into Commodities". *World Development*, Vol. 21, No. 11, pp. 1851-1865.

KAPLINSKY, R. (2005). *Globalization, Poverty and Inequality: Between a Rock and a Hard Place.* Londres: Blackwell.

KAPLINSKY, R. (2009 en prensa). "China and the terms of trade: The challenge to development strategy in Sub-Saharan Africa", en: E. Paus, P. Prime y J. Western (eds.). *The Rise of China: Global Implications*. Londres: Palgrave.

KAPLINSKY, R. y MHLONGO, E. (1997). *Infant Industries and Industrial Policy: A Lesson from South Africa*. Documento no publicado. Brighton: Instituto de Estudios para el Desarrollo; Cape Town: Unidad de Investigación sobre el Desarrollo de Políticas.

KAPLINSKY, R. y FITTER, R. (2004). "Technology and globalization: who gains when commodities are de-commodified?". *International Journal of Technology and Globalisation*, Vol. 1, No. 1, pp. 5-28.

KNUDSEN, O. y PARNES, A. (1975). *Trade Instability and Economic Development: An Empirical Study.* Lexington Books.

KOGUT, B. (2002). "International Management and Strategy". En: A. Pettigrew, H. Thomas, R. Whittington (eds.). *Handbook of Strategy and Management*. Londres: Publicaciones Sage, pp. 261-278.

LEDERMAN, D. y MALONEY, W. (2008). *In Search of the Missing Resource Curse*. Washington, DC: Banco Mundial.

LUNDVALL, B. A. (1988). "Innovation as an Interactive Process: from User-Producer Interaction to the National System Of Innovation". En: G. Dosi, C. Freeman, R. Nelson, G. Silverberg and L. Soete (eds.), *Technical Change and Economic Theory*, ch. 17. Londres y Nueva York: Prensa y Pinter de la Universidad de Columbia.

MAGGI, C. (2007). "The Salmon Farming and Processing Industry", en: C. Pietrobelli and R. Rabellotti, (eds.), *Upgrading to Compete: Global Value Chains, Clusters and SMEs in Latin America*. Prensa de la Universidad de Harvard.

MALERBA, F. (2005). "Sectoral Systems of Innovation: a Framework for Linking Innovation to the Knowledge Base, Structure and Dynamics of Sectors". *Economics of innovation and New Technology*, Vol. 14, No. 1/2, pp. 63-82.

MARIN, A. (2007). "The Modern Multinational Corporation & Technological Upgrading in Recipient Countries: New policy Opportunities for Developing Countries". *SciDev.Net Policy Briefs* (http://www.scidev.net/dossiers)

MARIN, A. y ARZA, V. (2010). "From Technology Diffusion to International Involvement: Re-Thinking the Role of MNCs in Innovation Systems of Developing Countries", en: B. A. Lundvall, K. Joseph, C. Chaminade and J. Van (eds.), *Handbook of Innovation Systems and Developing Countries - Building Domestic Capabilities in a Global Setting,* Edward Elgar.

NURKSE R. (1958). *The Quest for a Stabilization Policy in Primary Producing Countries*. Kyklos

PEREZ, C. (1986) "Las nuevas tecnologías: Una visión de conjunto" en Carlos Ominami ed., *La Tercera Revolución Industrial: Impactos Internacionales del Actual Viraje Tecnológico*, Buenos Aires, RIAL,

Grupo Editor Latinoamericano, pp. 43-90. (También en *Estudios Internacionales*, Vol. XIX, Oct.-Dec. 1986, No.76, Santiago de Chile, pp.420-459).

PEREZ, C. (2001). "Cambio tecnológico y oportunidades de desarrollo como blanco móvil". *Revista Cepal*, No. 75, pp. 115-136.

PEREZ, C. (2009) "Technological revolutions and techno-economic paradigms", *Cambridge Journal of Economics*, Vol. 34, No.1, enero, pp. 185-202. (También ver TOC/TUT WP No. 20, W*orking Papers in Technology Governance and Economic Dynamics*, The Other Canon Foundation, Norway, and Tallinn University of Technology, Estonia).

PEREZ, C. (2010). "Dinamismo tecnológico e inclusión social en América Latina: una estrategia de desarrollo productivo basada en los recursos naturales". *Revista Cepal,* No. 100, pp. 123-145.

PEREZ, C (2012). "Una Visión para América Latina: Dinamismo tecnológico e inclusión social mediante una estrategia basada en los recursos naturales". *Revista ECONOMICA,* (Universidade Federal Fluminense, Niteroi, Brasil), v.14, n.2, pp. 11-54, Diciembre. Publicado como texto ancla de un dossier-debate *Especialização nas indústrias baseadas em recursos naturais e o futuro da América Latina*, con comentarios de investigadores argentinos y brasileros y réplica de Pérez.

PREBISCH, R. (1950). *The economic development of Latin America and its principal problems.* United Nations Dept. of Economic Affairs.

REINA, G., SAMPER, L. y FERNANDEZ, M. (2007). *Juan Valdez: La Estrategia Detrás de la Marca*. Bogotá: Ediciones B.

SACHS, J. y WARNER, A. (1995 revised 1997, 1999). "Natural resource abundance and economic growth". *National Bureau of Economic Research Working paper*, No. 5398, Cambridge, MA.

SINGER, H. (1950). "The Distribution of Gains between Investing and Borrowing Countries". *American Economic Review,* No. 44, pp 473-85.

SINGER, H. (1975). *The Strategy of International Development: Essays in the Economics of Backwardness*. Macmillan

TRIGO, E., Cap, E. MALACH, V. y VILLARREAL, F. (2009). The Case of Zero-Tillage Technology in Argentina, *IFPRI Discussion Paper* 00915 .

URZÚA, O. (2007). "Emergence and Development of Knowledge-Intensive Mining Services (KIMS)". *Background paper prepared for UNCTAD*. Brighton: Universidad de Sussex, mimeo.

VERA-DIAZ, M., KAUFMANN, R. y NEPSTAD, D. (2009). "The Environmental Impacts of Soybean Expansion and Infrastructure Development in Brazil's Amazon Basin". *Global Development and Environment Institute Working Paper*, No. 5, Universidad de Tufts.

WALKER, M. y JOURDAN, P. (2003). "Resource-based sustainable development: an alternative approach to industrialization in South Africa". *Minerals and Energy*, Vol. 18, No. 3, pp. 25-43.

WARHURST, A. (2008). “How Botswana Leverages Growth”. *Business Week*, 30 de abril de 2008. Disponible en: http://www.businessweek.com/globalbiz/content/apr2008/gb20080430_874526.htm (Consultado el 19 de julio de 2009)

WIGGINS, J. (2009). “World’s Next Top Brands Set to Rise in the East”. *The Financial Times*. Disponible en: http://www.ft.com/cms/s/0/e39d3852-7495-11de-8ad5-00144feabdc0.html (Consultado el 21 de julio de 2009)

ZHENG, M. y WILLIAMSON, P. (2007). Dragons at your Door: How Chinese Cost Innovation is Disrupting the Rules of Global Competition. MA: Prensa de la Escuela de Negocios de Harvard, Boston.