

Sistemas sectoriales, alcance y desarrollo económico

Franco Malerba* y Richard Nelson**

RESUMEN

Este artículo pretende analizar los factores que influyen en el alcance (*catching up*) de seis diferentes sistemas sectoriales —el automotriz, el de las telecomunicaciones, el farmacéutico, el de *software*, el de los semiconductores, el agroalimentario— en distintos países: China, India, Brasil, Corea, Taiwán y otros. La investigación que aquí se presenta es parte de un programa de estudios mucho más amplio dedicado al examen de varios aspectos del fenómeno del alcance en el desarrollo económico, desde la función que tienen las capacidades locales de las empresas hasta las diferencias que hay entre los sectores, la medición del alcance, los efectos del IPR, etcétera.

Palabras clave: Proceso de alcance económico (*catching-up*), sector automotor, telecomunicaciones, farmacéutica, *software*, semiconductores, agroalimentario.

Clasificación JEL: 014, 017.

ABSTRACT

This paper aims to discuss factors affecting catch-up in six different sectoral systems —autos, telecommunications, pharmaceuticals, software, semiconductor, agro-food— in several different countries: China, India, Brazil, Korea, Taiwan and others. The research presented here is part of a larger program of studies concerned with the examination of various aspects of the phenomenon of *catch-up* in economic development, from the role of domestic capabilities of firms, to the differences existing across sectors, to the measurement of catch-up, to the effects of IPR, and so on.

Keys word: Catching up, autos, telecommunications, pharmaceuticals, software, semiconductors, agro-food.

Classification JEL: 014, 017.

* Profesor de economía industrial y director del Centro de Investigación en Innovación e Internacionalización (CESPRI), Universidad de Bocconi, Milán.

** Profesor emérito, Universidad de Columbia, Nueva York.

INTRODUCCIÓN

Este artículo está organizado como sigue: en la sección I se analizará la orientación básica del “programa de alcance (*catching up*)” en general. En la sección II hablaremos de la importancia del análisis en el nivel sectorial, pues hay diferencias notorias entre los sectores económicos en cuanto a las variables y mecanismos implicados en la recuperación. Esta sección identifica las principales variables sectoriales utilizadas en los análisis subsiguientes. En las secciones III, IV y V abordamos el desarrollo de los sistemas sectoriales analizados en el estudio, los factores comunes a todos los sectores, los que difieren en cada uno y la importancia de las diferencias nacionales que abarcan a todos los sectores.

I. SISTEMAS DE DESARROLLO ECONÓMICO, DE ALCANCE (*CATCHING UP*) Y DE INNOVACIÓN

En las siguientes páginas recordaremos brevemente los principales puntos de partida planteados por el “programa de alcance” (véase Nelson *et al.*, 2005, para un análisis más profundo). El desarrollo económico implica esfuerzos deliberados de alcance económico en el sentido de que la práctica económica y tecnológica de las naciones avanzadas es utilizada como modelo. Sin embargo el alcance no significa clonación. Lo que realmente se logra difiere invariablemente en ciertas formas en la práctica de los países en los que sirve de modelo. En parte esta divergencia es producto del hecho de que copiar exactamente es casi imposible y que los intentos de reproducir son apenas viables. Esto se debe en parte a las modificaciones que se requieren para ajustar la práctica a las circunstancias locales. Los aspectos organizativos, administrativos e institucionales de las prácticas productivas son frecuentemente los más difíciles de reproducir, y los que más necesitan adaptaciones a las condiciones locales, las normas y los valores. Entonces, cada país en desarrollo hace las cosas de distinta manera como resultado de un proceso de aprendizaje local.

El proceso de desarrollo implica innovación en el sentido que le da Schumpeter, como un rompimiento con la manera tradicional de hacer las cosas. Este rompimiento no sólo está relacionado con las tecnologías. Como Schumpeter insistía, en muchos casos la innovación implica el establecimiento de una nueva forma de organización del trabajo, o de una nueva práctica administrativa. La innovación puede implicar la incorporación de un nuevo mercado o la explotación de una nueva fuente de abastecimiento. Las prácticas que lleva consigo

este proceso de alcance no son realmente nuevas en el mundo pero son nuevas para el país, y traerlas a éste implica un riesgo considerable y requiere de mucho aprendizaje de prueba error para que sean eficaces.

El aprendizaje por parte de las empresas de nuevas capacidades es de gran importancia en casi todos los sectores económicos. En el alcance se necesita adquirir muchas capacidades distintas. Estas capacidades trascienden las señaladas generalmente por los ingenieros cuando hablan de tecnología, pues hay aspectos importantes de estas actividades que en realidad están estructurados o incorporados a la maquinaria o a otros artefactos materiales que implican formas de organización, de coordinación y de actividades administrativas. Estas últimas capacidades son frecuentemente mucho más difíciles de desarrollar que el conocimiento requerido en ingeniería. Se necesitan, entonces, diversas capacidades para el alcance: capacidad para tener acceso a bienes complementarios y capacidad de absorción y de innovación. Se requieren todas estas capacidades para adoptar, adaptar y modificar tecnologías desarrolladas en cualquier parte, para introducir modificaciones, para aumentar las innovaciones y finalmente crear productos y procesos totalmente nuevos.

Pero las empresas no actúan solas. Deben ser entendidas como algo que opera en el contexto de los sistemas de innovación, manteniendo y orientando las dinámicas de la actividad económica y de la innovación: sistemas financieros, educación básica y bachillerato, universidades, el sistema público de investigación y los programas gubernamentales (Nelson, 2006). La estructura del sistema financiero también es fundamental. Como el proceso de alcance implica un alejamiento de los recursos de las viejas empresas e industrias, el sistema financiero debe hacer posible este cambio. Y en este ámbito el sistema educativo es también de vital importancia.

Durante el siglo pasado todos los países que tuvieron éxito en el alcance tenían un sistema de educación básica y superior que proporcionaba a una gran fracción de la población joven las capacidades básicas requeridas para operar la tecnología moderna, y también proporcionaba un alto nivel de instrucción para que un grupo suficiente de científicos e ingenieros se capacitara para absorber las tecnologías extranjeras. Es muy importante el hecho de que ahora mucha de la tecnología esté basada en los instrumentos científicos que el sistema de un país capacitado en ciencia y tecnología avanzadas y en otros campos de conocimiento necesita para dominar la manera de hacer las cosas. Y la investigación en las universidades y en los laboratorios públicos está desempeñando cada vez más una función esencial. La investigación del sector público en ciertos campos ha sido

un elemento importante para el alcance. Esto es un hecho en la agricultura y la medicina, en las cuales con frecuencia los países en desarrollo no podían simplemente copiar la tecnología y las prácticas de los países avanzados; necesitaban desarrollar tecnologías que se ajustaran a sus propias circunstancias, pues las condiciones del suelo y del clima, y las enfermedades predominantes suelen ser diferentes.

También las políticas gubernamentales vigorosas han sostenido los procesos de alcance, introduciendo varias formas de protección y subsidio directo e indirecto (como lo ilustran los casos de Japón, Corea y Taiwán). Sin embargo, en muchos países estas políticas no dieron lugar a un alcance exitosa sino a una industria local protegida e ineficiente.

Finalmente, también las instituciones dan forma a las acciones de las empresas: el mercado de trabajo, el sistema de educación, las instituciones financieras, las estructuras reguladoras y otras instituciones que conforman más ampliamente las dinámicas económicas.

II. EL ALCANCE (*CATCHING UP*) Y LOS SISTEMAS SECTORIALES

Este proyecto estudia el alcance en seis diferentes sectores —el automotriz, el de las telecomunicaciones, el farmacéutico, el de *software*, el de los semiconductores, el agroalimentario— en varios países distintos. El punto de partida del proyecto sectorial es que la orientación por sectores es reveladora porque hay diferencias significativas entre los sectores económicos en algunas de las variables clave y en los mecanismos implicados en el alcance.

Por supuesto que hay ciertos elementos comunes entre los distintos sectores a lo largo de las líneas analizadas antes. El desarrollo implica utilizar prácticas de los países avanzados como modelo u objetivo. La introducción de una nueva práctica significa innovación con todas las incertidumbres asociadas, los riesgos de fracaso y la necesidad de aprender. Y lo que se logra en alcance casi siempre tiene elementos específicos de países particulares.

Sin embargo, las empresas operan en un contexto más amplio de sistemas de innovación sectorial que difiere de sector a sector. Aquí, la noción de sistema sectorial (Malerba, 2002) va a ser de ayuda para el análisis sectorial. En las siguientes páginas se analizarán en forma introductoria las principales dimensiones que constituyen un sistema sectorial y su importancia para el alcance.

1. Actores clave

En cualquier sector, las empresas son actores clave del alcance. Esto confirma lo que otros autores han señalado contundentemente en la bibliografía sobre desarrollo. Kim (1997) ha identificado distintas etapas de capacidad para el desarrollo, desde la imitación duplicativa hasta la imitación creativa o la innovación. Amsden y Chu (2003) han examinado la combinación de producción de maquinaria y diseño de las grandes empresas de electrónicos en Taiwán. Lee (2005) ha analizado el paso de la creación de capacidades absorbidas al desarrollo de valores complementarios (complementarios a los de las empresas de los países avanzados). Lee y Lim (2001) se han enfocado en las diferentes trayectorias del alcance, de un camino saltándose las etapas a uno creado. Mathews (2002) y Lee (2005) han analizado los diferentes pasos que las empresas han seguido en el proceso, de OEM (*original equipment manufacturing*) a ODM (*original design manufacturing*) a OBM (*original brand manufacturing*) en Taiwán, y de OEM a OBM en Corea. Varios autores han analizado el proceso de acumulación de capacidades de aprendizaje como un camino inicial para licenciarse en investigación y desarrollo (ID) local (por ejemplo, Amsden y Chu, 2003, para las empresas electrónicas). Este último proceso, como Lee (1995) señaló, se ha mantenido de distintas maneras: consorcios de ID y empresas conjuntas, exploraciones y alianzas internacionales y apoyo de las instituciones de investigación gubernamentales. En este artículo consideramos que los procesos específicos de aprendizaje de las empresas, las capacidades y organizaciones, así como las creencias, las expectativas y las metas están muy influidos por el sistema sectorial específico implícito en ellas.

Otros actores importantes en un sistema sectorial pero que pueden diferir en su extensión, función y competencias en los distintos sectores son:

- Usuarios, clientes, las fuentes de demanda.
- Proveedores de inversión.
- Universidades y laboratorios públicos.
- Organizaciones financieras.
- El sector público.

En el proceso de alcance las *interacciones entre actores*, es decir, las *redes de trabajo*, desempeñan una función importante. Las relaciones entre actores son importantes porque la mayoría de los analizados arriba están conectados de

varias maneras tanto por relaciones de mercado como de otro tipo y mediante interacciones formales e informales. Frecuentemente, estas redes de trabajo proporcionan acceso y posibilitan la integración de complementariedades en conocimiento, capacidades y especialización (véase Lundvall, 1993; Edquist, 1997). Las relaciones entre las empresas y las organizaciones no empresariales (como las universidades y los centros públicos de investigación) tienen una fuente de innovación y cambio, pero difieren en sus sistemas sectoriales (Nelson y Rosenberg, 1993).

2. La base de conocimiento

Los diferentes sectores se caracterizan por distintas bases de conocimiento. Una parte importante del conocimiento sectorial son los ámbitos científicos y tecnológicos en la base de las actividades innovadoras en el sector (Dosi, 1988; Nelson y Rosenberg, 1993). Otra parte importante se relaciona con las aplicaciones. Estas últimas son particularmente importantes para los usuarios, pues los productores y los innovadores necesitan saber cómo se utilizan sus productos. Las fuentes de las oportunidades tecnológicas son notoriamente distintas en los sectores. Como han demostrado Freeman (1982) y Rosenberg (1982), entre otros, en ciertos sectores las condiciones de oportunidad están relacionadas con los avances científicos en las universidades. En otros sectores, las oportunidades de innovar pueden provenir frecuentemente de la I+D realizada por empresas en la industria que se dedican a diseñar nuevos productos y a los procesos de producción. Nuevas formas de equipamiento e instrumentación creadas por empresas fuera de la industria pueden facilitar la innovación que efectúen las empresas en la industria.

En general, las características y fuentes de conocimiento en un sistema sectorial influyen en el proceso de aprendizaje y en las capacidades importantes de las empresas, en el índice y la dirección del cambio tecnológico y en los factores básicos del desempeño exitoso de las empresas en ese sector.

3. Instituciones

El conocimiento de los agentes, las acciones y las interacciones son configurados mediante instituciones que incluyen leyes, reglas, estándares, normas, rutinas, hábitos comunes, prácticas establecidas, etcétera. Y las instituciones pueden ir desde las que obligan o imponen reglas sobre los agentes hasta las que crean las

reglas mediante la interacción de agentes (como los contratos); de mayores imposiciones a menores; de lo formal a lo informal (como las leyes de patente o las regulaciones específicas vs. las tradiciones y las convenciones). Algunas instituciones son nacionales (como el sistema de patentes) y otras son específicas de los sectores (como los mercados de trabajo sectoriales o las instituciones financieras del sector). E incluso las instituciones nacionales *pueden* tener distinta influencia en los sectores. Por ejemplo, el sistema de patentes y el IPR pueden tener distinta influencia en los diferentes sectores. En un sentido similar, la misma institución nominal puede tener características distintas en los diferentes países y entonces puede influir en el mismo sector de manera distinta en los diversos países.

Frecuentemente, las características de las instituciones nacionales favorecen diferentes sectores que se ajustan mejor a las especificaciones de las instituciones nacionales. Y en ciertos casos algunos sistemas sectoriales se tornan predominantes en un país porque las instituciones que existen en él proporcionan un ambiente más adecuado para ciertos tipos de sectores y no otros. Sin embargo, algunas veces la dirección de la causalidad va de lo sectorial a lo nacional. De hecho, puede ocurrir que las instituciones de un sector que son extremadamente importantes para un país en términos de empleo, competitividad o relevancia estratégica, terminen apareciendo como nacionales y entonces se vuelvan importantes para otros sectores. Pero en el proceso de convertirse en nacionales pueden cambiar algunas de sus características distintivas.

4. Programas gubernamentales y políticas

Como se mencionó en la sección I, las políticas gubernamentales y los programas han sido muy importantes en varios casos de alcance. Frecuentemente han estado centrados en sectores específicos. En esta parte sólo mencionaremos algún trabajo donde se haya hecho hincapié en el papel fundamental del gobierno. Por ejemplo, éste ha sido el caso de los semiconductores y del *hardware* de computadoras en Japón (Odagiri y Goto, 1993), en Corea (Kim, 1997, Lee y Lim, 2001) y en Taiwán (Mathews, 2002; Amsden y Chu, 2003; Hobday, 1995); en el *software* (Arora y Gambardella, 2005) y en los aviones en Brasil (Dahlman y Frischtak, 1993, y Viotti, 2002).

A modo de conclusión de esta parte sobre las variables clave de un sistema sectorial, uno podría recordar brevemente que hay una diferencia conceptual principal entre los sistemas sectoriales y una perspectiva de sistema nacional. Los sistemas nacionales de innovación consideran los sistemas innovadores como

algo delimitado más o menos claramente por las fronteras nacionales, el enfoque del sistema sectorial que señala las fronteras de los procesos de innovación en los sectores puede tener dimensiones locales, nacionales o globales. Sucede frecuentemente que estas tres distintas dimensiones coexisten en un sector porque las diferentes variables pueden tener asimismo distintas fronteras geográficas. Éste es un punto muy importante para el estudio del alcance en un sector dentro de una división intrasectorial del trabajo y una cadena de valor global bien definida.

III. ALCANCE EN SEIS SISTEMAS SECTORIALES: LOS SECTORES Y LAS SIMILITUDES ENTRE ELLOS

Los seis sectores examinados en este proyecto son el farmacéutico, el automotriz, el de *software* el de telecomunicaciones, el agroalimentario y el de los semiconductores, PASTAS (por sus siglas en inglés). Ellos representan un amplio espectro de sectores según diversas clasificaciones. Este grupo incluye sectores basados en la ciencia: el farmacéutico; sectores donde el diseño del producto y la maquinaria son importantes, como el de semiconductores y el de telecomunicaciones; los de tarifas intensivas (*scale intensive*), como el automotriz; el de los proveedores especializados y los sectores de servicios, como el de *software*, y sectores tradicionales, como el agroalimentario. Todos estos sectores tienen un alto índice de cambio, pero las fuentes de este cambio son muy distintas y van desde los avances en el conocimiento científico para las empresas en ID hasta fuentes externas como universidades, etcétera.

También los países examinados son muy diferentes: China, India, Corea, Taiwán, Brasil, Nigeria, Costa Rica y Malasia, entre otros. Van desde los que empezaron su proceso de alcance muy pronto (como Corea y Taiwán), hasta países que se han vuelto ahora los actores principales del desarrollo económico (como China e India). También estos países difieren mucho en términos del tamaño del mercado local. En algunos de estos países (como China, India y Brasil) el tamaño del mercado interno es el objetivo principal de las empresas. En otros, el mercado interno es pequeño.

Los sectores examinados en este artículo han sido frecuentemente los principales conductores del crecimiento económico de un país. Es el caso del automotriz, del farmacéutico y del de telecomunicaciones por varias razones: el empleo que generan estos sectores, la cantidad de capital invertido y la difusión de conocimientos que influye en otros sectores. Otras razones se refieren a los

vínculos verticales que estos sectores tienen dentro de un país: las telecomunicaciones y el *software*, la agricultura y la industria alimentaria, los semiconductores y la maquinaria o las computadoras. Estos efectos tipo *filere* han probado ser muy importantes para países como China (telecomunicaciones y *software*, agricultura e industria alimentaria), Malasia (semiconductores y maquinaria) y Taiwán (semiconductores y computadoras).

1. Algunos factores comunes que afectan el alcance en todos los sectores

Los estudios de seis sectores aún están en proceso. Pero en los resultados preliminares se han identificado algunos factores que son comunes a todos.

- i) ***Aprendizaje y formación de capacidades de las empresas locales.*** El factor principal que está en la base del alcance parece ser el *aprendizaje* y la *formación de capacidades de las empresas locales*. Esto confirma lo que se ha hallado en estudios previos. Un punto adicional que surge de los seis sectores examinados es que *las etapas* de construcción de la capacitación han seguido un patrón similar. La primera etapa de la construcción de la capacitación para generar productos o procesos modernos puede estar asociada con el comienzo de la exportación o con ventas en el mercado local o ambos. Las principales empresas en esta etapa temprana pueden ser locales o bien ser una rama local de una multinacional. Para las empresas locales el acceso al conocimiento exterior y los vínculos multinacionales no sustituyen el aprendizaje interno pero son complementarios de él. Su función consiste en alimentar el proceso de aprendizaje de las empresas locales con conocimientos clave, tecnologías y *know-how*. Frecuentemente, esta etapa inicial se caracteriza por la subcontratación y la producción a bajo costo en una división internacional del trabajo o por especialización en productos de precio bajo que después son exportados a los mercados internacionales. Para países más grandes, como China, India o Brasil, la producción para el mercado local de productos de bajo costo y a precio bajo ha sido muy común en esta etapa. Éstos son los casos de los productos farmacéuticos genéricos, de las compañías de servicios de *software*, los procesos de *outsourcing* de las compañías y los procesos técnicos en semiconductores. Los gobiernos han estado muy activos en esta etapa de varias formas.

Con el tiempo, el proceso de aprendizaje y formación de las capacidades se caracteriza por un cambio en la relación entre las empresas locales y las extranjeras, en la oferta de productos, en el tipo de especialización y en la exportación. La relación de las empresas locales con las compañías multinacionales descansa cada vez más sobre la misma base e implica la creación de sociedades o empresas conjuntas. Se pasa de la producción y especialización en la subcontratación y en los productos a bajo costo a productos más innovadores y de mayor vigencia. La innovación aquí no es de tipo radical. Más bien es una adaptación o un cambio gradual de los productos existentes.

Los análisis sectoriales que se llevan a cabo actualmente han propuesto también algunos casos en los que *diferentes trayectorias del desarrollo de la capacitación en los países* están presentes en el mismo sector. La diversidad de trayectorias parece deberse a varios factores: la base de conocimiento de un sector puede proporcionar espacio para la heterogeneidad de capacitaciones y comportamientos; los nichos de las diferentes tecnologías y productos pueden hacer posible distintas especializaciones dentro de un sector; el distinto tamaño de los países influye en la elección entre exportar o centrarse en el mercado local; algún actor clave (como una gran empresa) puede estar presente en un país; finalmente algunos “accidentes históricos” pueden comenzar un proceso de alcance dependiente de una vía específica.

El *software* proporciona un buen ejemplo de esto. En el *software* el papel clave de las capacidades y aprendizaje de las empresas, los emprendedores dinámicos y un abundante suministro de habilidades de trabajo avanzadas que han estado presentes en todas las etapas de alcance, han sido acompañados por diferentes especializaciones de los países y por patrones distintos en las tres olas de alcance que estos sectores han experimentado (Niosi *et al.*, 2007). La India se centró en los servicios de *software*, Israel en productos de *software* de alta tecnología e Irlanda en productos para el mercado europeo. De manera similar, surgen diferencias respecto al *outsourcing* (subcontratación) y a la participación de la cadena global de valor en las aplicaciones verticales de *software*, que son normalmente coordinadas por los proveedores de *software*. Surgen también diferencias del tamaño del mercado local, que ha sido grande en China y Brasil y que representa un objetivo claro para las actividades de las empresas locales. Por otro lado, los países más pequeños, como Ir-

landa e Israel, se han enfocado en las exportaciones. En estos dos países, el papel de las subsidiarias extranjeras de las compañías multinacionales desempeña una función principal pero diferenciada: haciendo ID en Israel y haciendo máquinas para el mercado europeo en Irlanda.

- ii) **Acceso al conocimiento extranjero y las redes de trabajo internacionales.** Un segundo factor común a todos los casos de alcance exitoso ha sido el acceso al conocimiento extranjero. Sin embargo, los canales mediante los cuales este acceso tiene lugar difieren de país a país y de sector a sector. La mayoría de las veces, acceso significa redes de trabajo efectivas. Y las redes de trabajo podrían ser de varios tipos, desde las verticales con proveedores y usuarios hasta las locales, de colaboración en ID o de acuerdos de producción, de participación en la cadena global de valores o sólo de *outsourcing*. Cuando el acceso al conocimiento extranjero no ha tenido lugar, como en las telecomunicaciones en India y Brasil, el proceso de alcance es seriamente desigual (Lee *et al.*, 2007).
- iii) **El desarrollo de capital humano avanzado.** Un tercer factor común ha sido el desarrollo de capital humano avanzado. Este factor probó ser particularmente relevante en sectores muy dependientes del trabajo especializado, entre los emprendedores y la creación de nuevas empresas. Los casos de alcance en *software* (Niosi *et al.*, 2007) y el de India en las farmacéuticas (Ramani *et al.*, 2007) son muy buenos ejemplos.
En relación con esto, la movilidad internacional del trabajo especializado desde los países avanzados ha sido clave para países como India, China y Taiwán en sectores como el de *software*, el de semiconductores y el farmacéutico.
- iv) **Política gubernamental.** En nuestros seis sectores se han estimulado y adoptado los procesos de aprendizaje y de capacitación de las empresas locales.

IV. DIFERENCIAS ENTRE LOS SECTORES

Los estudios sectoriales en fabricación han puesto de relieve una variedad de factores que difieren de manera significativa en los distintos sectores. Éstos están relacionados con el tipo de estructura de la industria, con el papel de las multinacionales, con las redes de trabajo, con la demanda, con las universidades y los laboratorios públicos de investigación, con las finanzas, con las políticas guber-

namentales, con las regulaciones y los estándares y con los procesos coevolutivos. Estos factores se analizan en las siguientes páginas.

1. Estructura de la industria

La estructura de la industria ha variado considerablemente en los sectores. El sector automotriz y el de las grandes empresas de telecomunicaciones han sido los principales protagonistas del proceso de alcance (Hyun *et al.*, 2007). Por lo contrario, en el sector de *software* y en el agroalimentario, las pequeñas empresas han conducido al crecimiento sectorial. Cuando han sido exitosas, algunas de ellas han crecido hasta ser medianas o incluso de gran tamaño (Niosi *et al.*, 2007; Gu *et al.*, 2007). Nuevas compañías emprendedoras, algunas pequeñas, medianas o grandes, son características de las empresas farmacéuticas y de semiconductores (Rasiah *et al.*, 2007; Ramani *et al.*, 2007). Además, las redes locales han sido muy importantes para el proceso de alcance en sectores como los semiconductores. Por ejemplo, en la industria electrónica, los distritos han desempeñado una función clave para el desarrollo del sector. Estas redes de trabajo local han posibilitado una intensa interacción formal e informal, intercambio de conocimiento y una fuerte división del trabajo (Rasiah *et al.*, 2007).

Dependiendo del sector, la llegada de discontinuidades tecnológicas y de mercado puede favorecer que se establezcan los recién llegados o se instalen las compañías locales. En *software*, las discontinuidades en el mercado y en las aplicaciones han favorecido la entrada de nuevas empresas. Por otro lado, si el conocimiento en el sector es acumulativo (como en el caso de las telecomunicaciones) o basado fuertemente en el conocimiento científico (como en el caso del farmacéutico), una discontinuidad tecnológica y de mercado, como la telefonía celular o la biotecnología, favorece a las empresas que en los países en alcance tienen ya acumuladas una amplia serie de capacidades y no a los actores totalmente nuevos con capacidades totalmente nuevas (Lee *et al.*, Ramani *et al.*). El caso de las telecomunicaciones en países como India, China, Corea y Brasil es un buen ejemplo. En este sector, el alcance ha sido posible cuando las empresas locales han sido capaces de aprender y acumular capacidades tecnológicas avanzadas a partir de su ID interna y mediante el aprendizaje por la cooperación y el acceso a fuentes de conocimiento extranjeras. Las empresas coreanas y chinas han sido particularmente exitosas haciendo esto, y las brasileñas e indias lo han sido menos. Cuando hubo una discontinuidad tecnológica de las telecomunicaciones fijas a las telecomunicaciones móviles y a la tecnología de banda ancha,

las empresas coreanas y chinas, y no las brasileñas e indias, fueron capaces de dar un salto exitoso a la nueva tecnología (Lee *et al.*).

2. Multinacionales

Un asunto inquietante es el referente a la distinta función que tienen las *corporaciones multinacionales* en los diferentes sectores y los distintos países. En sectores como el de *software*, el farmacéutico y el de semiconductores, las corporaciones multinacionales rigen los procesos de innovación y establecen cadenas globales de valor, donde la producción internacional es *outsourcing*. En este ámbito, el proceso de alcance de los países tiene que especializarse en una gama de productos debido a sus ventajas específicas en términos de costo del trabajo, habilidades o ubicación. Las empresas exitosas tienen que ser finalmente capaces de aprender dentro de una etapa específica de investigación o producción, y finalmente mover la escala de aprendizaje a etapas más avanzadas de la producción o de la investigación. En otros sectores, como el de telecomunicaciones o el automotriz, el uso de licencias de las multinacionales de empresas extranjeras o de las alianzas estratégicas (*joint venture*), son muy utilizadas por las empresas locales para aprender y acumular capacidades. Finalmente, en algunos casos las ramas locales capacitadas de las corporaciones multinacionales han sido muy activas. Éste es el caso de las automotrices en Brasil. Allí, los productores internacionales desarrollaron fuertes capacidades de producción en sus ramas locales, activaron una serie de proveedores locales de partes y produjeron automóviles destinados al mercado local (Hyun *et al.*).

3. Demanda

La demanda ha entrado en el alcance de dos maneras: exportaciones y mercado local. En la mayoría de los casos las exportaciones han sido las conductoras del alcance de pequeñas y grandes empresas. Este es el caso de las empresas de semiconductores, de telecomunicaciones, las farmacéuticas y las empresas de *software* y automotrices.

Además de las exportaciones, para grandes países como China, India y Brasil, el gran mercado local ha sido el principal conductor de los procesos de aprendizaje y de la acumulación de capacitación de las empresas locales. Por supuesto que el crecimiento de la demanda local va de la mano con el crecimiento del ingreso per cápita. Sin embargo, algunas veces el tipo de productos ofreci-

dos al mercado local por las empresas locales ha sido distinto del de los productos hechos para exportación dentro de la división internacional del trabajo; véase, por ejemplo, el caso de las farmacéuticas para el mercado chino e indio. Éstas en verdad han favorecido la producción local (Ramani *et al.*, 2007). Un caso similar es el de un mercado local segmentado, que tiene distintas características en comparación con el mercado internacional (y que ha sido protegido); éste ha sido el caso de los mercados segmentados de telecomunicación en China (Lee *et al.*). Finalmente, en algunos sectores el crecimiento del mercado local estimuló el de las exportaciones, lo cual tuvo a la vez un efecto positivo en las mejoras de los productos para el mercado interno. Éste ha sido el caso de los vegetales en China. En el caso del café en Costa Rica, la relación dinámica se dio de otra manera: las exportaciones empezaron primero y fueron acompañadas más tarde del surgimiento de una demanda local de café que a su vez realimentó las exportaciones (Gu *et al.*, 2007).

4. Los canales para la creación de redes

En lo referente a las redes, en ciertos sistemas sectoriales, como el de semiconductores y el de *software*, las redes de trabajo verticales con proveedores hicieron nuevas aportaciones siendo una fuente de conocimiento complementario, intercambiando información importante para la producción y la innovación, y llevando el desarrollo del aprendizaje y la capacitación por medio de las empresas locales (Rasiah *et al.*, Niosi *et al.*). En otros sistemas sectoriales, como el de las telecomunicaciones y el automotriz, el alcance se ha caracterizado por acuerdos de colaboración en producción y ID entre empresas locales y extranjeras, y algunas veces sólo entre empresas locales, de manera que las capacitaciones pueden ser intercambiadas en un tiempo más reducido (Lee *et al.*; Hyun *et al.*). Finalmente, en los sectores de *software*, semiconductores y el agroalimentario la especialización en diferentes etapas de la cadena global de valor ha sido otra forma de tener acceso al conocimiento extranjero y al mercado internacional y después, con el desarrollo de las capacidades locales, ascender dentro de la cadena de valor (Gu *et al.*, Rasiah *et al.*, Niosi *et al.*). Este último canal y proceso ha sido común también a otros casos relacionados con a la cadena global de valor-ICT, instrumentos médicos, textiles, vestido, calzado y muebles (Gereffi *et al.*, 2005; Ernst, 2002; Lee, 2005; Morrison, Pietrobelli y Rabellotti, 2006).

5. Universidades y laboratorios de investigación pública

En algunos sectores, las *universidades* y los *laboratorios de investigación pública* han desempeñado una función en el alcance. Esto se debe a dos mecanismos. Primero, las universidades y las instituciones de educación superior han proporcionado capacitación avanzada para capital humano avanzado en los campos de la ciencia, de la ingeniería y de la administración. Segundo, las universidades y los laboratorios de investigación avanzada han realizado investigación en ámbitos científicos y tecnológicos que ha probado ser muy importante para las empresas locales (Mazzoleni y Nelson, 2006). En agricultura, en Corea y Taiwán, las estaciones experimentales tienen una orientación pragmática y un enfoque en las necesidades de los usuarios (Hayami y Ruttan, 1985). En Corea y Taiwán, las universidades formaron capital humano avanzado y los grandes laboratorios públicos de investigación en telecomunicaciones hicieron investigación avanzada y colaboraron con empresas locales como la coreana KIET/ETRI y la taiwanesa III/ITRI/ERSO (Lee *et al.*; Mazzoleni y Nelson, 2006). También las universidades en India llevaron a cabo importantes investigaciones para las empresas farmacéuticas que probaron ser útiles para las empresas locales (Ramani *et al.*, 2007).

6. Financiamiento

El financiamiento ha tenido una función particularmente relevante en los sectores donde los emprendedores requieren recursos para financiar nuevas asociaciones estratégicas. Este ha sido el caso de los sectores de *software* y farmacéuticos. En ellos, nuevos actores financieros, como las compañías de capital de riesgo, han sido importantes (Niosi *et al.*, 2007; Ramani *et al.*, 2007).

7. Los tipos de política gubernamental

La política gubernamental se ha diferenciado en el uso de herramientas y medidas de apoyo en ID, fomento de la competencia, protección de las empresas locales, políticas de desatención benigna, creación de institutos gubernamentales de investigación avanzada y respaldo a los emprendedores. En telecomunicaciones, en algunos países como Corea y China, la política pública utilizaba apoyo en ID, consorcios y organizaciones de investigación pública en ID, y fue capaz de apoyar y coordinar exitosamente los esfuerzos de las empresas locales y de ayudar a éstas a moverse dentro de las nuevas generaciones de tecnologías y productos de

telecomunicaciones. Por lo contrario, Brasil y la India tuvieron una intervención menos directa y coordinada y la política pública fue menos exitosa en impulsar activamente la dirección del cambio en la industria local (Lee *et al.*, 2007). En *software*, los gobiernos han utilizado diferentes políticas y herramientas que incluyen obtención de apoyo para la ID, tasas fiscales favorables para las compañías e incentivos para atraer la inversión extranjera directa (Niosi *et al.*, 2007).

8. Estándares, regulaciones y normas

Los estándares, regulaciones y normas han sido importantes para impulsar o bloquear el alcance en varios sectores. El *software* representa un buen ejemplo de la función positiva de las instituciones en el alcance (Niosi *et al.*, 2007; Arora y Gambardella, 2005). Y los sistemas de salud de China e India han sido influidos por los métodos específicos del abastecimiento de genéricos y de nuevos fármacos destinados al mercado local que usan las empresas locales (Ramani *et al.*, 2007).

9. La relación sistémica y dinámica entre los factores

Finalmente, las relaciones sistémicas y dinámicas entre los factores importantes en un sistema sectorial difieren de sector a sector. De hecho en un enfoque de sistema, las variables que componen un sistema sectorial y las examinadas previamente no funcionan aisladamente. Más bien hay vínculos que se dan a partir de algunas relaciones complementarias. A menudo ningún factor por sí solo puede impulsar el alcance a menos que otros factores estén presentes y se realimenten unos a otros. En general, en los seis sectores examinados, la complementariedad clave que ha probado ser necesaria para el alcance ha sido la del desarrollo de capacidades por parte de las empresas, la formación de capital humano y el acceso al conocimiento extranjero a partir de las redes de trabajo. El desarrollo del aprendizaje y la capacitación han sido posibles gracias a la presencia de fuerza de trabajo especializada y avanzada que representa el eje del aprendizaje y fomenta la absorción del conocimiento clave desarrollado por las compañías en los países avanzados. Esta complementariedad general clave ha estado presente en todos los sectores y en todos los países que se han recuperado exitosamente.

Sin embargo, a partir de la investigación que se desarrolla sobre las complementariedades de estos seis sectores específicos, se deduce que esta complementariedad funciona en varios de ellos. En *software*, han estado presentes las

relaciones que se dan, por un lado, entre la capacidad de desarrollo, la formación de capital humano y el acceso al conocimiento extranjero y, por otro, entre los emprendedores brillantes (en términos de pequeñas y medianas empresas) y las conexiones con los clientes extranjeros (ya sean los finales o los intermedios, representados por las corporaciones multinacionales) (Niosi *et al.*, 2007). En telecomunicaciones han sido muy relevantes las relaciones entre, por un lado, la capacidad de desarrollo, la formación de capital humano y el acceso al conocimiento extranjero y, por otro, entre los institutos de investigación pública y las políticas gubernamentales suficientemente activas (Mani *et al.*, 2002). En semiconductores han sido importantes las relaciones entre, por un lado, la capacidad de desarrollo, la formación de capital humano y el acceso al conocimiento extranjero, y por el otro, entre la entrada de nuevas empresas y la mayor especialización en la división internacional del trabajo (Rasiah *et al.*, 2007). Finalmente, en el sector farmacéutico han sido importantes, por un lado, las relaciones entre la formación de capital humano y el acceso al conocimiento extranjero, y por el otro, la investigación en las universidades (Ramani *et al.*, 2007).

Y dentro de la dinámica establecida, el ritmo del alcance es muy importante. A menudo, el alcance tiene lugar en una etapa del ciclo de la vida de la industria (como en los automóviles y los semiconductores). En otros casos, las discontinuidades tecnológicas proporcionan un nuevo estímulo para el alcance (como en el caso del cambio a los teléfonos celulares en las telecomunicaciones).

V. LOS EFECTOS DE LOS SISTEMAS DE INNOVACIÓN NACIONAL EN LOS DIFERENTES SECTORES

La investigación sobre los seis sectores proporciona evidencia sobre los efectos de los sistemas nacionales de innovación en varios sectores. Todavía es pronto para llegar a algunas conclusiones definitivas. Sin embargo, parece que estos efectos son particularmente verdaderos para ciertas variables: estructura de la industria, el tipo de acceso al conocimiento extranjero, las relaciones con las multinacionales y la política gubernamental. Por ejemplo, el sistema nacional de innovación coreano, que se caracteriza por grandes empresas, uso extensivo de licencias de las corporaciones multinacionales y una política gubernamental muy activa (que protege el mercado interno a la vez que apoya la ID y el desarrollo de la capacidad de las empresas locales), ha influido en todos los sistemas sectoriales en ese país y probado ser particularmente efectivo en el alcance de los

sectores automotriz, de telecomunicaciones y de semiconductores. Por lo contrario, el sistema nacional de innovación de India, caracterizado por sus vibrantes emprendedores y pequeñas y medianas empresas (además de las grandes), por la activa presencia de varias multinacionales en el país y por una política gubernamental menos intervencionista, ha influido de manera similar en un grupo de sistemas sectoriales, como el del *software* y el farmacéutico.

Un asunto relacionado que proviene de la cuestión anterior es si en algunos países encajan mejor ciertos sectores que otros. O poniéndolo de diferente manera: ¿la estructura de la industria, las instituciones y las políticas que caracterizan un sistema de innovación nacional encajan mejor con algunos sistemas sectoriales que con otros? Recordando los ejemplos de Corea y la India, ¿está Corea destinada al éxito en el alcance de todos los sectores parecidos al automotriz, al de telecomunicaciones y semiconductores; es decir, todos los que se caracterizan por grandes empresas e intervención y protección del gobierno, y destinada al fracaso en todos los sectores similares al *software* y a los servicios; es decir, los que se caracterizan por pequeñas empresas emprendedoras y una función menos importante de la política pública activa? ¿Y está la India destinada al éxito en sectores parecidos al *software* y condenada al fracaso en sectores similares a las telecomunicaciones y a los semiconductores?

CONCLUSIONES

Esperamos que hayan quedado ilustrados el marco conceptual básico y los primeros resultados preliminares de las actuales investigaciones sobre alcance en seis sistemas sectoriales. Estamos convencidos de que una vez concluida, esta investigación arrojará luz sobre los diferentes factores que influyen en el alcance en los distintos sectores y en la interacción entre los factores nacionales y los sistemas sectoriales en el proceso del desarrollo económico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abramovitz, M. (1986), "Catching up, Forging Ahead and Falling Behind", *Journal of Economics History*.
- Amsden, A., y W. Chu (2003), *Beyond Late Development*, MIT Press.
- Arora, A., y A. Gambardella (2005), *From Underdogs to Tiger: the Rise and Growth of the Software Industry in Brazil, China, India, Ireland and Israel*, Oxford University Press.
- Arthur, B. (1988), "Competing Technologies, Increasing Returns and Lock-ins by Historical Events", *Economic Journal* 99 (394), pp. 116-131.
- Athreye, S. (2005), "The Indian Software Industry and its Evolving Service Capability", *Industrial and Corporate Change*, Vol. 14, núm 3, pp 393-418.
- Bell, M., y K. Pavitt (1993), "Technological Accumulation and Industrial Growth", *Industrial and Corporate Change*.
- Bernardes, A., y E. Albuquerque (2003), "Cross-over, Thresholds and Interactions between Science and Technology: Lessons for Less-developed Countries", *Research Policy*.
- Cohen, W., y D. Levinthal (1989), "Innovation and Learning: the Two Faces of R&D", *Economic Journal* 99, pp. 569-596.
- Commander, S. (2005), *The Software Industry in Emerging Markets: Origins and Dynamics*, Edward Elgar.
- Cowan, R. (1990), "Nuclear Power Reactors: A Study of Technological Lock-In", *Journal of Economic History*, núm. 50, pp. 541-566.
- Dahlman, C., y C. Frischtak (1993), *National Systems Supporting Technical Advance in Industry: the Brazilian Experience*, en R. Nelson, *National Innovation Systems*, Oxford University Press, pp. 414-450.
- Dahmen, E. (1989), "Development blocks in industrial economics", en B. Carlsson, (comp.), *Industrial Dynamics*, Kluwer Academic Press, Boston.
- Dosi, G. (1988), "Sources, procedures and microeconomic effects of innovation", *Journal of Economic Literature*, núm. 26, pp. 1120-1171.
- Edquist, C. (comp.) (1997), *Systems of Innovation*, Frances Pinter, Londres.
- Ernst, D. (2002), "Global Production Networks and the Changing Geography of Innovation Systems; Implications for Developing Countries", *Economics of Innovation and New Technology*, Vol. 11, núm. 6.
- Fagerberg, J., y M. Godinho (2004), "Innovation and Catch-up", en J., D. Fagerberg, Mowery y R. Nelson (comps.), *Handbook of Innovation*, Oxford University Press, Oxford.

- Fagerberg, J., y M. Srholec (2006), “The Role of Capabilities in Development: why Some Countries Develop (while Other Stay Poor)”, documento de trabajo University of Oslo.
- Fransmann, M. (2006), *Global Broadband Battles: why the US and Europe lag behind while Asia leads*, Stanford University Press.
- Freeman, C. (1982), *The Economics of Industrial Innovation*, F. Pinter, Londres.
- (1987), *Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan*, F. Pinter, Londres.
- Gereffi, G., J. Humphrey, y T. Sturgeon (2005), “The Governance of Global Value Chain”, *Review of International Political Economy*, vol. 12 (1), pp. 78-100.
- Gerschenkron, A. (1962), *Economic Backwardness in Historical Perspective*, Harvard University Press, Cambridge, Mass.
- Gu, S., J. Adeoti, A. Castro, J. Orozco, y B. Sinh (2007), “The Agro-Food Sector System Draft”, Catch-up Project.
- Hayami, Y., y V. Ruttan (1985), *Agricultural Development: an International Perspective*, Johns Hopkins University Press.
- Hobday, M. (1995), *Innovation in East Asia: the Challenge to Japan*, Edward Elgar, Aldershot.
- Hyun, Y., Y. Wang, y M. Laplane (2007), “The Automobile Industry in Brazil, China and Korea”, Draft, Catch-up Project.
- Johnson, C. (1982), *MITI and the Japanese Miracle*, Stanford University Press, Stanford.
- Katz, J. (2005), “Market-Oriented Structural Reforms and Domestic Technological Capabilities: Lessons from the Latin American Experience”, documento de trabajo.
- Kim, L. (1997), *Imitation to Innovation: the Dynamics of Korea's Technological Learning*, Harvard Business School Press, Boston.
- (1999), *Learning and Innovation in Economics Development*, Edward Elgar, Cheltenham.
- , y R. Nelson (2000), *Technology, Learning and Innovation*, Cambridge University Press.
- Lall, S. (2001), *Competitiveness Technology and Skills*, Cheltenham, Elgar.
- Lee, K., (2005), “Making a Technological Catch-up: Barriers and Opportunities”, *Journal of Technology Management*.
- , S. Mani, y Q. Mu (2007), “Explaining Variations in the Telecommunication Equipment Industry in Brazil, China, India and Korea”, borrador, Catch-up Project.
- , y C. Lim (2001), “Technological Regimes, Catching-up and Leapfrogging: the Findings from Korean Industries”, *Research Policy*, núm. 30, pp. 459-483.

- Lundvall, B. A. (1993), *National Systems of Innovation*, Frances Pinter, Londres.
- , y B. Johnson (1994), “The Learning Economy”, *Journal of Industry Studies*, núm. 1, pp. 23-42.
- Malerba F., (2002), “Sectoral Systems of Innovation and Production”, *Research Policy*, núm. 31, pp. 247-264.
- (2004), *Sectoral Systems of Innovation. Concepts, Issues and Analyses of Six Major Sectors in Europe*, Cambridge University Press, Cambridge
- , y L. Orsenigo (2000), “Knowledge, Innovative Activities and Industry Evolution”, *Industrial and Corporate Change*, 9, pp. 289-314.
- Mani, S. (2004), “Coping with Globalization. An analysis of Innovation Capability in Brazilian Telecommunication Equipment Industry”, documento de trabajo, *UNU-Intech*, 2004-3.
- (2007), *Innovation Capability in Developing Countries. A Study of the Telecommunication Industry*, Edward Elgar.
- y A. Bartzokas (2002), “Institutional Support for Investments in New Technologies: the Role of Venture Capital Institutions in Developing Countries Intech”, *Discussion Papers*, pp. 2002-2004.
- Mathews, J. A. (2002), “Competitive Advantage of the Late-comer Firms: a Resources Based Account of Industrial Catch-up Strategies”, *Asia Pacific Journal of Management*, Vol. 19, núm. 4, pp. 467-488.
- Mazzoleni, R., y R. Nelson (2006), “The Roles of Research at Universities and Public Labs in Economic Catch-up”, LEM, *Working Paper Series*.
- Metcalf, S. (1998), *Evolutionary Economics and Creative Destruction*, Routledge, Londres.
- Morrison, A. C., C. Pietrobelli, y R. Rabellotti (2006), “Global Value Chains and Technological Capabilities: a Framework to Study Industrial Innovation in Developing Countries”, documento de trabajo.
- Mowery, D., y R. Nelson (1999), *The Sources of Industrial Leadership*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Mu, Q., y K. Lee (2005), “Knowledge Diffusion, Market Segmentation and Technological Catch-Up: the Case of Telecommunication in China”, *Research Policy*, Vol. 34, núm. 6, pp.759-783.
- Mytelka, L. K. (2000), “Local System of Innovation in a Globalized World Economy”, *Industry and Innovation*, Vol. 7, núm. 1, junio, pp. 15-32.
- Nelson, R. y S. Winter (1982), *An Evolutionary Theory of Economic Change*, The Belknap Press, Harvard University Press, Cambridge.
- , y N. Rosenberg (1993), “Technical Innovation and National Systems”, en Nelson, R. (ed.), *National Innovation Systems*, Oxford University Press, Oxford.

- Nelson, R. (1994), "The Coevolution of Technology, Industrial Structure and Supporting Institutions", *Industrial and Corporate Change*, núm. 3, pp. 47-64.
- (1995), "Recent Evolutionary Theorizing About Economic Change", *Journal of Economic Literature*, 33, pp. 48-90
- , R. Mazzoleni, J. Cantwell, C. Juma, N. von Tunzelmann, S. Metcalfe, C. Henry, B. A. Lundvall, A. Goto, y H. Odagiri (2005), *A Program of Study of the Process Involved in Technological and Economic Catch-Up*, Columbia Earth Institute, mimeografiado.
- (2006), *Economic Development from the Perspective of Evolutionary Economics*, Columbia University, Nueva York.
- Niosi, J. (2006), "Success Factors in Canadian Academic Spin-offs", *The Journal of Technology Transfer*, Vol. 31, núm 4, pp. 451-457.
- , S. Athreye, G. Britto, y T. Tschang (2007), "The Global Computer Software Sector", *Catch-up Project*, borrador.
- Odagiri, H., y A. Goto (1993), "The Japanese System of Innovation: Past, Present and Future", en R. Nelson (comp), *National Innovation Systems. A Comparative Analysis*, Oxford University Press, pp. 76-114.
- Ramani, S., M. Derengowski Fonseca, y R. Mu (2007), "The Pharmaceutical Sector", *Catch-up Project*, borrador.
- Rasiah., R. X. Kong, y Y. Lin (2007), "Semiconductors: explaining Variations in Catch-Up Strategies in Malyasia, China and Taiwan, Draft", *Catch-up Project*.
- Rosenberg, N. (1982), *Inside the Black Box*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Viotti, E. (2002), "National Learning Systems", *Technological Forecasting and Cultural Change*.
- Wade, R. (1990), "Industrial Policy in East Asia: Does it Lead or Follow the Market?", en G. Gereffi, y D. L. Wyman (comps.), *Manufacturing Miracles: Path of Industrialization in Latin America and East Asia*, Princeton University Press, Princeton, N.J., pp. 231-266.