

## Capacidades tecnológicas: elemento estratégico de la competitividad

*Heberto Tapias García\**

(Recibido el Aceptado el 27 de enero de 2005)

### Resumen

En este artículo se presenta un modelo explicativo de la dinámica de la competitividad de empresas y economías nacionales, a partir de aproximaciones y teorías sobre la competitividad, nuevas teorías del crecimiento, la teoría de capacidades tecnológicas y la noción de sistemas nacionales de innovación. Se afirma que la competitividad emerge de la interacción compleja y dinámica de capacidades físicas, económicas, sociales, institucionales, científicas y tecnológicas, distribuidas en el sector productivo, en instituciones educativas y de desarrollo tecnológico, en instituciones intermediarias y de apoyo y en la administración pública. También se sugiere que en la dinámica del complejo fenómeno de la competitividad, los procesos de acumulación de capacidades tecnológicas y de innovación, se constituyen en su núcleo motor, operando en un círculo virtuoso acumulación-innovación-competitividad-crecimiento-acumulación.

----- *Palabras clave:* competitividad, capacidades tecnológicas, innovación, sistemas de innovación.

## Technological capabilities: strategic component of the competitiveness

### Abstract

This paper presents an explanatory model for the dynamics of the competitiveness of companies and national economies. The model is based on approaches and theories about competitiveness, as well as new theories of growth, the theory of technological capabilities and the notion of national innovation systems. It is argued that the competitiveness stems from a complex and dynamic interaction process of physical, economical, social, institutional, scientific and technological capabilities, scattered in the productive sector, in educational and technological development

---

\* Profesor Ingeniería Química. Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia. htapias@udea.edu.co.

N.º 33, junio de 2005 □

institutions, in intermediary and supporting institutions, and in the public administration. It is also suggested that the process of accumulation of technological and innovative capabilities, operating in a virtuous circle accumulation-innovation-competitiveness-growth-accumulation, can be regarded as the main engine in the dynamics of the complex phenomenon of competitiveness.

----- *Key words:* competitiveness, technological capabilities, innovation, innovation systems.

---

## Introducción

En los últimos años el ambiente económico y tecnológico está caracterizado por niveles superiores de incertidumbre, complejidad, cambios rápidos y penetrantes en todas las esferas de actividades humanas y acompañado de un proceso creciente de globalización. Cambios que vienen siendo generados por un flujo continuo y expansivo de conocimientos e innovaciones, y que están transformando la manera como compiten empresas y países. En este panorama, en donde la competencia económica ya no está basada únicamente en la dotación de recursos naturales y acumulación de los factores clásicos de producción —capital, tierra y trabajo—, sino sustentada de manera creciente en la creación y explotación económica del conocimiento, resulta fundamental identificar y analizar los factores y procesos determinantes de la capacidad de competencia de empresas, regiones y economías nacionales.

El presente artículo no pretende describir de manera acabada y detallada la compleja mecánica de la competitividad, sólo intenta resaltar las variables o factores, procesos e interacciones determinantes y dominantes en la construcción y sostenimiento de ella. Su propósito básico es exponer un marco teórico que dé cuenta de los elementos y procesos motores que sustentan la capacidad competitiva de la empresa para una gestión más eficaz de la competitividad en este nivel. Las teorías y aproximaciones sobre la competitividad sistémica, nuevas teorías del crecimiento, la teoría de capacidades tecnológicas y la noción de sistemas nacionales de innovación, son las herramientas conceptuales con las que se construye un marco teórico coherente para dar cuenta de la fuente y dinámica de la competitividad de empresas y países. Cuerpo explicativo con el que se pretende complementar los aportes de la teoría sistémica de la competitividad, como un fenómeno de naturaleza social, económica, científica, tecnológica y política, con la concepción de que la competitividad emerge de la interacción compleja y dinámica de capacidades.

Se afirma además que la competitividad manifiesta propiedades similares a los fractales, debido a

que sus características no sólo están presentes en las economías nacionales, sino que se replican en el ámbito de la empresa misma. En este ámbito se manifiestan los mismos requerimientos de capacidades. También en la empresa, la competitividad emerge de la interacción de capacidades físicas, económicas, sociales, institucionales, científicas y tecnológicas. Allí, igualmente, la competitividad manifiesta su carácter sistémico.

Como tesis central se postula que la acumulación de capacidades tecnológicas y la innovación, se constituyen en el núcleo motor del complejo fenómeno de la competitividad, operando en un círculo virtuoso acumulación-innovación-competitividad-crecimiento-acumulación; estimulado y potenciado por la calidad del entorno y las intervenciones del estado mediante políticas públicas. Es decir, se le asigna a los procesos de acumulación de capacidades tecnológicas e innovación el centro de gravedad de la dinámica de la competitividad y foco de su gestión.

## Competitividad

La competitividad es un concepto ampliamente utilizado y muchas veces difusamente comprendido en su esencia. En algunas de sus acepciones se vincula con algunas características del desempeño económico de empresas, regiones y países, y en otras se relaciona también con una concepción humana del desarrollo, en la que esta noción se extiende al bienestar y mejoramiento de la calidad de vida del hombre [1]. En todas ellas se asocia la competitividad con una capacidad puesta en acción en la competición económica, que se manifiesta en la satisfacción de los requerimientos del mercado donde se compete y en indicadores económicos y sociales donde se produce. Así, en su esencia la competitividad expresa una diferencia que tiene una empresa, sector, región o país frente a sus competidores, o condición ventajosa para ofrecer más valor o producir más valor con los mismos recursos.

Pero ¿cómo se manifiesta la competitividad en el mercado y qué variables o factores la determinan? ¿Es ella el resultado de una ventaja absoluta, una

ventaja comparativa o consecuencia de dotación de factores de producción como algunos economistas clásicos —Smith, Ricardo y Heckscher-Ohlin—, lo consideraron? ¿Está esta capacidad asociada únicamente a atributos de la empresa o es también el resultado de otros factores o condiciones externas a ella? Son estas las preguntas que orientarán la línea argumentativa en este ensayo para dar cuenta de la competitividad como un fenómeno determinante del desempeño económico de empresas y países.

La competitividad como capacidad emergente de la concurrencia e interacción dinámica y compleja [2] de otras capacidades de las empresas, regiones y países, para ingresar con éxito a un mercado y sostener o incrementar su participación, se expresa en el mercado por elementos diversos y está determinada por comportamientos empresariales y características de los entornos que cambian históricamente con los cambios de paradigmas tecnoeconómicos [3]. El cambio tecnológico no sólo cambia la naturaleza de los bienes, servicios, mercados, sino también las prácticas empresariales y la forma de competir de las empresas [4]. Cada patrón tecnológico, característico de los paradigmas, conduce no sólo a cambios en productos y en los modos de producir, sino también en la forma de competir y de interacción correlativa de empresas con su entorno. Ese universo de cambios involucra nuevos productos, nuevos conceptos de eficiencia y organización de la producción, un nuevo modelo de gerencia y organización empresarial, nuevas formas de comercialización, maneras diferentes de hacer el trabajo, reconcepción de las escalas óptimas de producción, nuevas industrias y actividades económicas, nuevo patrón de localización geográfica de la inversión; en fin, unas nuevas relaciones y prácticas sociales [5].

Hasta finales de la década de los setenta, en los países industrializados, las prácticas productivas y de gestión eran las características del modelo fordista-taylorista. Modelo socio-productivo estructurado básicamente sobre la racionalización y organización científica del trabajo, y la mecanización de sus tareas organizadas inicialmente con

máquinas y herramientas de propósitos únicos para la manufactura de productos estandarizados de consumo masivo. Este modelo productivo estaba asociado con organizaciones empresariales estructuradas con unidades funcionales relativamente aisladas internamente, sin posibilidad de aprendizaje interactivo, altamente jerarquizadas y con una débil división interempresarial de las actividades en las cadenas productivas. Esta lógica de producción, organización y gestión empresarial ha venido cambiando en los últimos veinte años con la introducción de un nuevo paradigma que suele designarse como de producción flexible y especializada [6].

Los procesos de producción y estrategias competitivas asociados al nuevo paradigma difieren significativamente del paradigma precedente. Son características básicas de este paradigma el uso intensivo de información y conocimiento en productos, procesos y prácticas de gestión, con amplia variedad de oferta y rapidez de desarrollo de productos para ajustarse a los cambios rápidos de mercados y mercados especializados; aplicaciones de procesos de producción flexibles y automatizados; nuevas formas de organización de la producción dentro de empresas menos jerarquizadas y más interconectadas con otros agentes económicos. El uso intensivo y barato de información y la complejidad de las nuevas tecnologías hacen que las empresas se concentren y especialicen en aquellas actividades donde poseen mejores competencias, generando así un proceso de externalización de tareas poco rentables y subcontratación de otras periféricas o especializadas [6].

Esas combinaciones de innovaciones en productos y procesos, interrelacionadas con innovaciones organizacionales e institucionales, han provocado cambios en productividad y competitividad de empresas y economías nacionales que se revelan en los mercados de bienes y servicios [3]. La producción fordista-taylorista ya no es la receta. Para Carlota Pérez, en el nuevo paradigma en despliegue cobran más importancia para la permanencia y desarrollo de las empresas: la calidad, la diferenciación, la flexibilidad, la

entrega oportuna y la competencia cooperativa entre ellas. También afirma que la práctica de la competencia entre empresas aisladas, si alguna vez existió, está siendo desplazada por formas diversas de cooperación y asociación en redes para competir como aglomerados o clusters; y que el desempeño actual de las empresas en los mercados internacionales, es el resultado de la contribución de muchas capacidades interrelacionadas y distribuidas en varios espacios, desde la empresa individual, pasando por las redes hasta los espacios regionales y nacionales.

### ***Competitividad sistémica***

La competitividad ha sido estudiada en el marco de diversas disciplinas y con variadas aproximaciones orientadas a determinar sus características y determinantes. Su estudio ha sido abordado en el ámbito de las características de las empresas y sus estilos de gestión—sociología industrial y teoría de la gestión—, pero también con enfoques de mayor amplitud para analizar los efectos de la aglomeración de empresas, así como de sus interacciones con otras instituciones y las condiciones del entorno —economía industrial y economía de la innovación— [7].

Muchas han sido las aproximaciones explicativas de la competitividad. Algunas la han sustentado en la simple dotación de recursos naturales y mano de obra barata, pero otras la han asociado a condiciones macroeconómicas producidas por variables como tasas de cambio, tasas de interés, déficit fiscal, régimen tributario, o gastos en I & D y nivel y cobertura educativa, entre otras [1]. Aproximaciones que han esclarecido la multiplicidad de factores que intervienen en la competitividad y el desarrollo empresarial, en las que se reconoce que el desempeño de las empresas y de las economías nacionales es el resultado de un complejo tejido de interacciones de capacidades distribuidas en el sector productivo, en instituciones educativas y de desarrollo tecnológico, en instituciones intermediarias y de apoyo, y en la administración pública [7].

La OCDE ha resumido los diferentes enfoques existentes sobre el fenómeno de la competitividad

en el concepto de “competitividad estructural”; y la ha definido como “el grado en que un país puede, bajo condiciones de mercado libre y transparente, producir bienes y servicios que son aceptados en los mercados internacionales, mientras simultáneamente mantiene e incrementa los ingresos reales de la población en el largo plazo” [8]. El Instituto Alemán de Desarrollo amplió el alcance de esa aproximación y su esfera de análisis, con el concepto de “competitividad sistémica”, para tener en cuenta que además de factores económicos y sociales, también intervienen en la competitividad factores de naturaleza política [9].

En la aproximación de la OCDE se enfatiza la innovación como factor central del desarrollo económico, reconociéndose el cambio tecnológico como motor del desarrollo económico y el hecho de que el proceso innovativo es un proceso sistémico, social e interactivo, que es llevado a cabo hoy en empresas integradas en redes, apoyadas por diversas instituciones y ancladas en un contexto institucional con capacidad para fomentar la innovación. Ese enfoque de la OCDE es ampliado con la visión “sistémica” del Instituto Alemán de Desarrollo, en la que se tiene en cuenta que la competitividad no sólo es el resultado de la capacidad de organización e integración social y la existencia de un patrón de interacción entre empresas, instituciones y Estado, sino que también se sustenta en políticas dirigidas a un objetivo de desarrollo estratégico, basadas en el diálogo y la toma conjunta de decisiones entre los actores sociales relevantes [10].

En la concepción sistémica del Instituto Alemán de Desarrollo la dimensión política de la competitividad hace referencia a las prescripciones de acciones y orientaciones deliberadas sobre acumulación de capacidades en el ámbito de las empresas; pero también, sobre la orientación de la economía, la ciencia y la tecnología, el desarrollo industrial y la educación, para la generación de condiciones adecuadas para el desempeño competitivo de empresas, sectores y economías nacionales.

Subyace en el modelo del Instituto Alemán de Desarrollo la idea de que la competitividad emerge de la interacción de capacidades físicas, económicas, sociales, institucionales, científicas y tecnológicas. Es ella el resultado de un patrón de interacción complejo y dinámico de capacidades que se localizan en cuatro niveles: el nivel meta relacionado con las estructuras sociales, un nivel macro correspondiente al marco macroeconómico, un nivel meso en el que se ubican las capacidades de apoyo para los procesos de aprendizaje e innovación y otras interacciones, y un nivel micro donde radica la capacidad básica de la competitividad de las empresas y las economías.

El nivel meta de análisis y gestión de la competitividad lo consideran conformado por estructuras básicas de carácter social, organizativo y de poder, junto con patrones sociales que promueven la competitividad. Estructuras y patrones sociales que determinan la capacidad de cohesión e integración social y la capacidad de conducción político-administrativa de la sociedad, base para el establecimiento de consensos sobre el desarrollo económico y social [9]. En este nivel radica la capacidad social, el capital social de la competitividad: capacidad de integración social y de organización y gobierno de la sociedad [2]. Se considera en el modelo sistémico, que es precisamente la capacidad social la que moviliza y facilita los procesos de aprendizaje interactivo y colectivo, y la que posibilita la integración de otras capacidades requeridas para la innovación y cristalización de ventajas competitivas específicas.

En la dimensión o espacio meso de la competitividad sistémica Esser y colaboradores ubican la existencia de una infraestructura física, una infraestructura institucional y una capacidad de interacción y aprendizaje colectivo de actores públicos y privados. Condiciones que conforman la capacidad física e institucional para la provisión de factores de producción y flujos de bienes económicos, y una capacidad institucional e intelectual para el aprendizaje colectivo y la generación de conocimiento e innovaciones. El modelo

localiza en este nivel la capacidad de respuesta colectiva de la sociedad para enfrentar la competencia internacional, mediante la integración de sistemas de innovación y conglomerados o redes productivas. En otro lenguaje, se requiere de una *capacidad logística, institucional, científica y tecnológica* para la producción de bienes más competitivos. Capacidades que están asociadas a una localización geográfica, y que determinan la ubicación de las empresas porque le ofrecen oportunidades y condiciones de interacción y operación óptima que contribuyen a cristalizar los potenciales de ventajas competitivas [9].

La existencia y mantenimiento de mercados eficaces de factores y productos, es la condición que el modelo sistémico ubica en el nivel macro y que asocia con el marco macroeconómico. Constituye esta condición la *capacidad económica*, la capacidad de asignación eficiente de recursos productivos; la capacidad de funcionamiento eficiente de la economía, mediante la estabilidad y existencia de precios “correctos” o reales en los mercados. La construcción y mantenimiento de un contexto macroeconómico estable requiere de un equilibrio en la economía interior y equilibrio en el comercio exterior, mediante la formulación e implementación de un tejido coherente de políticas presupuestales, fiscales, monetarias, cambiarias y comerciales [9].

La capacidad de competir de una economía depende, en gran medida, del desarrollo y consolidación de capacidades del entorno económico, cultural, científico, tecnológico y social (niveles meta, macro y meso de la competitividad), pero básicamente de las capacidades que tienen las empresas y todas las otras organizaciones comprometidas en las actividades tecnológicas, que explican la habilidad que tiene un país para ejecutar y extender sus actividades económicas. Son estas *capacidades de las empresas y de las organizaciones* las que constituyen la base y fuente de la competitividad, su nivel micro de análisis y de gestión.

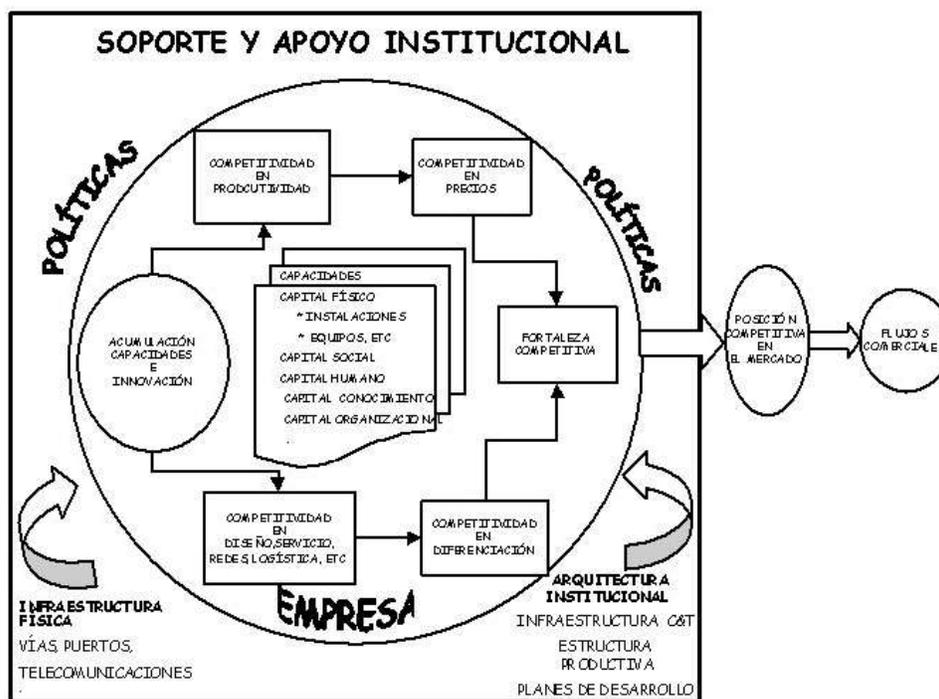
Las empresas, en particular, no sólo deben poseer capacidades para elaborar los bienes y servicios

con los requerimientos del mercado —precio, calidad, flexibilidad, oportunidad, etc.— sino que deben poseer la capacidad para incorporar continuamente los cambios necesarios en su capacidad de producir estos bienes, para responder de manera eficiente y oportuna a los cambios del entorno económico, social y tecnológico. El contenido de conocimiento en bienes y servicios, de fuentes y naturaleza muy diversas, se ha incrementado y cada vez estos bienes y servicios en el mercado mundial son elaborados mediante procesos de producción más complejos. La velocidad de esos cambios y la rápida acumulación de conocimientos comprometen la competitividad de las empresas que fallen en la incorporación de los conocimientos que la sustentan [4].

La posición competitiva de una empresa, revelada en sus flujos comerciales, se constituye en la expresión tangible de su fortaleza competitiva por competitividad en precio o competitividad en diferenciación [11]. Y lo que sustenta tanto la competitividad en precio, por mayor productivi-

dad, así como la competitividad en diferenciación por mejor calidad, diseño, beneficios superiores en los productos o en la relación comercial, es finalmente la posesión de capacidades; las cuales aparecen como “el eje de la dinámica de la competitividad empresarial” [12]. En consecuencia, las empresas para mantenerse competitivas deben acumular continuamente *capacidades*, y en particular *capacidades tecnológicas* para introducir innovaciones en procesos y productos que le permitan aumentar su productividad y su diferenciación, para construir ventajas competitivas y ganar posición competitiva frente a sus competidores (figura 1).

Durante los años ochenta muchos estudios empíricos apoyaron la idea de que la tecnología tiene un papel clave en la explicación del desempeño comercial, y en particular evidenciaron los vínculos entre capacidades tecnológicas de los países y su habilidad para penetrar mercados extranjeros. El fuerte vínculo entre innovación tecnológica y competitividad internacional que se encontró en



**Figura 1** Construcción de la fortaleza competitiva y posición competitiva de la empresa, sustentada en la acumulación de capacidades y la innovación

el ámbito agregado, también fue encontrado en el ámbito sectorial, aunque con notables diferencias [13]. Hoy, ya es generalmente aceptado que las ventajas en capacidades tecnológicas conducirá al mejor desempeño en el comercio exterior. Archibugi y Michie [14] reconocen mínimo tres vínculos directos entre innovación y competitividad internacional: a través del aumento de la productividad, vía mejoramiento de la calidad de los productos y mediante innovaciones radicales en productos y procesos.

La visión de conjunto de los determinantes de la competitividad que ofrece el modelo sistémico no es suficiente para comprender su dinámica, y en consecuencia explicar plenamente el desempeño exitoso de empresas y economías nacionales en el comercio internacional. Es crucial tener conocimiento de los procesos que explican cómo se hace competitiva una empresa y un país. Conviene superar esa base analítica de los factores determinantes de la competitividad y construir aproximaciones de los mecanismos que explican su dinámica. El marco teórico en esta perspectiva no está vacío. Algunas aproximaciones y enfoques construidos con otros objetivos, perspectivas y tradiciones teóricas pueden servir de base para este propósito.

Un cuerpo explicativo de los mecanismos mediante los cuales se hacen competitivos países y empresas se puede elaborar con elementos de las nuevas teorías del crecimiento económico, los conceptos de sistemas de innovación y la teoría de capacidades tecnológicas. En esta perspectiva se puede intentar complementar los aportes de la teoría sistémica de la competitividad, como un fenómeno de naturaleza social, económica, científica, tecnológica y política, con la concepción de que la *competitividad además emerge de la interacción compleja y dinámica de capacidades*, en donde los procesos de acumulación de capacidades, y en particular de capacidades tecnológicas y su uso efectivo en la generación de valor e introducción de innovaciones, están en el centro y constituyen el motor de construcción y sostenimiento de la competitividad. Competitividad que explica las diferencias de largo plazo en

el desempeño de las economías, en los términos que lo explica la OCDE.

A más largo plazo, el crecimiento económico proviene de la interacción de incentivos y capacidades. Las capacidades definen lo máximo que puede lograrse, mientras que los incentivos dirigen la aplicación de las capacidades y de hecho estimulan su expansión, renovación o desaparición. En las economías avanzadas, las capacidades se refieren principalmente a la oferta de capital humano, ahorro y reservas de capital existente, así como a las habilidades técnicas y organizacionales que se requieren para su uso; los incentivos se originan en su mayor parte en los mercados de productos y se reflejan más o menos en los mercados para la oferta de factores, por lo que determinan la eficiencia con que se aplican las capacidades. Tanto los incentivos como las capacidades operan dentro de un marco institucional: las instituciones establecen las reglas del juego, además de intervenir directamente en él; actúan para alterar las capacidades y cambiar los incentivos [15, 16].

### **Nuevas teorías del crecimiento económico**

En la década de los 80 algunos economistas comenzaron a desarrollar teorías sobre el crecimiento económico conocidas como *nuevas teorías del crecimiento* que tratan el cambio técnico como variable endógena integrada en los modelos de cambio económico, a diferencia de la teoría neoclásica tradicional que lo asumía como exógeno [17]. Esas nuevas teorías del crecimiento económico ofrecen un marco explicativo de la competitividad que comparte muchos elementos con el modelo de competitividad sistémica, y que lo enriquece para efectos de su gestión. Ellas han generado una explicación mejorada del proceso de crecimiento económico y por lo tanto una aproximación para dar cuenta de las diferencias en el desempeño de economías nacionales y de empresas.

Se considera en estos trabajos que el crecimiento económico no sólo es el resultado de la acumulación de factores de producción tradicionales, sino que también es el resultado de la formación

o acumulación de capital humano, capital conocimiento, capital organizacional, y la realización de esfuerzos tecnológicos (innovación y emprendimientos), afectados por factores del entorno como la política comercial, fiscal, tecnológica, intermediación financiera y la distribución del ingreso, entre otros [11]. Estas contribuciones resaltan que la competitividad, y en consecuencia el crecimiento, es el resultado de la acumulación de capital en su sentido más amplio —físico, humano, organizacional, conocimiento—, pero también es la respuesta a procesos de aprendizaje e innovación y esfuerzos de emprendimientos de las empresas a oportunidades de ganancias generadas por condiciones del entorno [18].

Para Nelson y Pack [18] aún hoy permanece vigente el debate sobre la estructura causal de las variables que dan cuenta del crecimiento económico en las nuevas teorías. Para estos autores hay dos corrientes teóricas, una acumulacionista y otra asimilacionista, enfrentadas sobre las relaciones de estas variables, particularmente, para dar cuenta del desempeño en los últimos cuarenta años de las economías de Corea, Taiwán, Singapur y Hong Kong. Ambas teorías concuerdan en que el milagro asiático puede explicarse como resultado de la conjugación de aprendizaje, absorción de tecnología moderna, grandes inversiones en capital físico y capital humano, y un fuerte o poderoso emprendimiento o esfuerzos tecnológicos, estimulados por un régimen de políticas monetarias, fiscales y cambiarias que hacen atractiva la producción para exportación, y que estimulan el ahorro y la inversión. La visión acumulacionista enfatiza las inversiones en capital físico y capital humano, mientras que para la asimilacionista estas inversiones son necesarias, pero no suficientes si no se aprende e innova [18].

### **Sistemas nacionales de innovación**

Hoy es ampliamente aceptado que la innovación es un proceso social, con unos insumos, resultados, agentes y factores condicionantes. Un proceso de adopción de tecnología en la generación,

producción, comercialización, distribución y uso de bienes y servicios. Un proceso de adopción de tecnologías o realización de cambios en cualquiera de las actividades que desarrolla una organización empresarial. Como resultado, la innovación hace referencia a la introducción novedosa de cambios en cualquiera de los eslabones de la cadena insumos-procesos-productos-mercados, en una empresa, sector o país. Como proceso, la concepción más moderna de la innovación es que ella no puede verse como un proceso lineal empujado por la tecnología o jalonado por la demanda, sino como una compleja interacción que vincula muchos agentes. A diferencia de los modelos lineales, el modelo de sistemas de innovación considera que las innovaciones son creadas sistémicamente, es decir, ocurren en un proceso colectivo e interactivo que involucra muchos actores [17]. Es un proceso que usa y produce conocimiento. Es un proceso de producción colectivo de conocimiento, en el que la innovación es una clase de producto y el aprendizaje que se da en el proceso es otro [19].

La innovación es un factor clave de competitividad y como ésta también es afectada por un amplio conjunto de factores económicos, sociales, políticos, culturales, científicos y tecnológicos. Esos factores generan el clima en el que las empresas deciden y llevan a cabo actividades innovativas [20, 21]. Hay claras evidencias empíricas de la relación entre innovación y competitividad. Un estudio econométrico detallado de los países de la OECD, que cubre 40 sectores industriales, confirma la relación [22]. En el ámbito empresarial la innovación resulta crucial para su competitividad. Ella es hoy el activo corporativo más valioso para construir las ventajas competitivas sostenibles de una empresa. Como estrategia de desarrollo empresarial, la innovación no sólo está orientada a la generación de nuevos productos y procesos, sino también a la adaptación y mejora de tecnologías, a la adopción de cambios en la cultura empresarial, en fin, a la introducción permanente de cambios que permitan incrementar la productividad y competitividad de las empresas [23].

También las nociones de sistemas nacionales de innovación aportan elementos para comprender mejor las fuentes de competitividad de empresas y economías nacionales. Muchas investigaciones enfatizan el hecho de que si bien las empresas son la espina dorsal del SNI, ellas prácticamente nunca innovan en aislamiento. La innovación es un proceso interactivo, y por ende, este enfoque pone gran énfasis en las interacciones entre los distintos actores que participan en este proceso colectivo [24]. Ellas innovan como parte de redes complejas que involucran relaciones formales e informales con proveedores, clientes, instituciones financieras, organizaciones públicas, universidades, centros de investigación, instituciones tecnológicas, organizaciones que establecen estándares o reglamentaciones y hasta con empresas competidoras [17].

Pero el sistema nacional de innovación es mucho más que redes de relaciones para integrar capacidades para la innovación. También hacen parte de ellos otros elementos y condiciones del entorno. Freeman [25] involucra los sistemas de educación y capacitación, las políticas públicas, y los sistemas de incentivos y de propiedad intelectual.

La mayoría de los neoschumpeterianos, siguiendo a Lundvall y sus colegas, destacan que un “sistema nacional de innovación” es mucho más que una red de instituciones que sirven de soporte a la I & D, ya que implica relaciones de colaboración entre empresas y, especialmente, vínculos de todo tipo entre productores y usuarios, así como sistemas de incentivos y de apropiabilidad, relaciones laborales y un amplio conjunto de instituciones y políticas públicas [25].

Varias son las aproximaciones propuestas y nociones de los sistemas de innovación, además de las de Edquist y Freeman; unas más restringidas que otras. La atribuida a Nelson se restringe a las estructuras institucionales que sostienen el proceso de innovación; la inspirada en Lundvall, más abierta, incluye todos los elementos que intervienen en el proceso de innovación y admite la estructuración también a niveles sectoriales y regionales [6]; y otras hasta involucran

también la cultura y estructuras sociales en estos sistemas [26]. Las aproximaciones más comprensivas comparten más o menos las características esenciales de estos sistemas, y de ellas se deriva que estos sistemas son espacios de aprendizaje colectivo e interactivo de las sociedades modernas que “determinan el ritmo y la orientación del aprendizaje tecnológico o el volumen y composición de la generación de actividades innovativas de un país” [27].

No toda la configuración de estos sistemas, aunque se tienen plenamente identificados sus elementos y la naturaleza de las interacciones, puede ser diseñada a voluntad, ni tampoco aparece completamente de manera espontánea e independiente. No emerge completamente de la nada. Edquist, por ejemplo, considera que algunos de sus elementos sí evolucionan espontáneamente y otros son objeto de políticas públicas deliberadas [24]. Tampoco hay un modelo ideal de configuración, existe gran variedad de arreglos; la conformación específica difiere a través de sectores, regiones y países [19].

El concepto de sistemas de innovación, que comparte muchas características con las nuevas teorías del crecimiento y con el concepto de capacidades tecnológicas nacionales que se discutirá más adelante, ha sido ampliamente usado en los últimos años para analizar e interpretar el complejo de factores que intervienen en las actividades tecnológicas, así como para su intervención en términos de políticas para influenciar su dinámica. Y en el análisis de la competitividad resulta de mucha utilidad este concepto. El sistema nacional de innovación puede considerarse ubicado en el nivel meso del modelo de competitividad sistémica. Puede interpretarse como el subespacio sistémico donde se articulan los factores que determinan la competitividad; “el contexto a nivel sistémico del esfuerzo competitivo de las empresas” [11]. Del funcionamiento eficaz de este sistema, mediante la generación, asimilación y uso efectivo de la tecnología, depende en gran medida la competitividad de empresas y economías nacionales [28].

## Capacidades empresariales

El concepto de competitividad presupone la existencia de unas capacidades que van más allá de las capacidades de las empresas; y en el análisis precedente no sólo ha sido explicada la competitividad en términos de la existencia e interacción de *capacidades físicas, económicas, sociales, institucionales y tecnológicas*, sino que además se le ha otorgado a las capacidades de las empresas, y de otras organizaciones, un papel central o básico en ella. Pero, ¿a qué nos estamos refiriendo con capacidades de las empresas y en particular con capacidades tecnológicas en el ámbito de las empresas? En la literatura existen diferentes propuestas sobre estos conceptos. Todas consideran las capacidades como recursos. Sus diferencias radican en la naturaleza de los recursos que consideran incorporados en las distintas capacidades empresariales, en la naturaleza tangible o intangible de estos recursos y en el tipo de actividad o función empresarial en las que se usan o aplican.

Dosi y colaboradores [29], por ejemplo, involucran en las capacidades empresariales elementos materiales, conocimientos colectivos, arreglos organizacionales y conocimientos y habilidades de los individuos pertenecientes a la empresa; pero establecen clara diferencia con las competencias y rutinas, con las cuales están íntimamente relacionadas. En su teoría identifican los conocimientos y habilidades individuales como unidades básicas de construcción de rutinas, competencias y capacidades. Le asignan a las habilidades individuales la característica de *ladrillos de construcción* del know-how de una empresa para realizar todas las actividades de su cadena de valor. Know-how que agrupan desde un nivel más simple y de menor alcance en sus propósitos —las rutinas— hasta un nivel superior de mayor complejidad y propósito de logros —las capacidades.

En la taxonomía de Dosi y colaboradores, las competencias se ubican entre las rutinas y las capacidades. Ellos definen *las rutinas* como *las unidades o partes de actividad organizada con*

*carácter repetitivo*, con las cuales se construyen las competencias y las capacidades. Las rutinas las consideran como “programas para acciones coordinadas, sacadas o tomadas de un conjunto de habilidades individuales” [29], que *tienen la función de coordinación de los otros recursos de la empresa en formas particulares, llevándolos a su utilización productiva*. Como bloques de construcción de competencias y capacidades, aunque ellas solas no constituyan las capacidades, en las rutinas estos autores involucran actividades propias de las tareas de transformación de la naturaleza y actividades de carácter administrativo o de gobierno como monitoreo, dirección, coordinación o relaciones de autoridad. A su vez, clasifican las competencias en tecnológicas y organizacionales. Las primeras las asocian con piezas de conocimientos científicos y tecnológicos esencialmente relacionados con la naturaleza y cómo manipularla: como por ejemplo, transformar una pieza de metal en una forma específica o desarrollar un compuesto químico con ciertas propiedades específicas. En cambio, el conjunto de conocimientos compartidos y rutinas relacionados con la dirección y coordinación de interacciones dentro y fuera de la empresa —con proveedores, clientes, socios, etc.— lo asocian con competencias organizacionales. En la teoría de estos autores, las capacidades empresariales están constituidas por competencias, rutinas y habilidades individuales, articuladas a través de mecanismos y estructuras organizacionales, y asociadas con otros recursos.

Bell y Pavitt [30] tienen otro concepto sobre las capacidades empresariales. Desagregan estas capacidades en dos grandes categorías: las capacidades productivas y las capacidades tecnológicas. En las capacidades productivas ubican recursos físicos —equipos e instalaciones— pero también conocimientos, habilidades, especificaciones de insumos y productos, y sistemas y métodos de organización que habilitan a las empresas para producir bienes de manera eficiente y con los requerimientos del mercado. Mientras que en las capacidades tecnológicas agrupan los recursos intangibles necesarios para gestionar y generar los

cambios técnicos, para producir los cambios en la capacidad productiva. Incluyen en estos recursos: los conocimientos, habilidades y experiencias, y las estructuras institucionales y vínculos de las empresas con otras empresas e instituciones fuentes de conocimiento y tecnología.

Katz, Dahlman y Lall, entre otros, tienen otro concepto sobre las capacidades tecnológicas de las empresas. Estos autores agrupan elementos de conocimientos que Bell y Pavitt separan en sus conceptos de capacidades tecnológicas y capacidad productiva [16]. Por ejemplo, Lall considera en las capacidades tecnológicas los conocimientos y habilidades requeridos para desarrollar todas las actividades tecnológicas involucradas en los estudios de preinversión—estudios de oportunidad, de prefactibilidad y factibilidad—, los necesarios en la ejecución de proyectos de inversión de nuevas instalaciones productivas y de actividades de ingeniería desarrolladas en producción; así como también los involucrados en investigación y desarrollo, generación de innovaciones y los requeridos para acceder a conocimientos y capacidades ubicadas por fuera de la empresa. Evenson y Westphal [31] comparten con Lall la noción de capacidades tecnológicas, las cuales pertenecen a una amplia variedad de campos tecnológicos y actividades a través de las cuales se aplica el conocimiento. Igualmente clasifican las capacidades tecnológicas en tres grandes categorías, según si están relacionadas con actividades de producción, inversión o innovación.

La noción de capacidades tecnológicas de Bell y Pavitt, Lall, Evenson y Westphal coinciden con el concepto de competencias —tecnológicas y organizacionales— de Dosi. Asimismo, estos autores reconocen la naturaleza diferenciada de las capacidades y su fuerte asociación con las actividades donde se usan. Algunas las consideran específicas de sectores económicos, pero afirman que muchas son de amplia aplicación, como las relacionadas con sistemas de información o con la gestión de proyectos [31].

De las nociones anteriores se puede afirmar que en un sentido amplio, las capacidades empresaria-

les están constituidas por recursos de variada naturaleza. Recursos como equipos e instalaciones; intangibles como vínculos con otras empresas, con entidades educativas y de desarrollo tecnológico; elementos de conocimientos individuales y colectivos; medios financieros y otros insumos requeridos para la realización de una tarea, actividad o conjunto de acciones.

Con esta interpretación de capacidad, puede afirmarse que en la empresa, en el nivel micro de análisis y gestión de la competitividad, se replican los mismos requerimientos de capacidades de la competitividad sistémica. También en la empresa la competitividad emerge de la interacción de capacidades: de *capacidades físicas, económicas, sociales, institucionales, científicas y tecnológicas*. Ella surge de una malla de interacciones que conjuga todos los recursos necesarios para que la empresa pueda realizar todas las actividades para generar valor, pero también para materializar sus propósitos de desarrollo y permanencia en los mercados mediante la introducción de cambios tecnológicos que le permiten responder al mercado con calidad, diferenciación, flexibilidad y entrega oportuna.

En la empresa, además de las capacidades físicas —instalaciones y equipos— y las capacidades económicas en términos de la disposición de recursos financieros y asignación eficiente de ellos, también se requieren capacidades sociales, institucionales, científicas y tecnológicas. Capacidades sociales para su orientación estratégica, cohesión interna e integración con otros agentes económicos y de desarrollo tecnológico. Capacidades institucionales —regulaciones, normas, hábitos y arreglos organizacionales— no sólo para hacer lo que hace, sino además para movilizar y facilitar los procesos de aprendizaje interactivo y colectivo, y posibilitar la integración de otras capacidades requeridas para la innovación y cristalización de ventajas competitivas específicas. Y capacidades científicas y tecnológicas, para gestionar el cambio tecnológico y para producir los bienes y servicios. Esta característica revela la naturaleza fractal de la competitividad, debido a que sus características no sólo están presentes

en las economías nacionales, sino que también se aparecen a nivel de la empresa misma.

### **Capacidades tecnológicas**

Entre las capacidades empresariales, las capacidades tecnológicas desempeñan un papel crucial en la construcción y sostenimiento de la competitividad. Tanto para producir lo que una empresa produce, como para mejorar o cambiar sus productos y procesos, la empresa requiere de la acumulación de capacidades tecnológicas, lo que a su vez da lugar a aumentos de productividad y a la generación de un flujo de innovaciones. Según Ávalos, compartiendo el concepto de capacidades tecnológicas de Bell y Pavitt, son ellas un conjunto de elementos intangibles que sustentan los productos, procesos y métodos de producción, así como los métodos organizacionales de la empresa, y a partir de las cuales no sólo ésta puede poner en el mercado sus productos, sino también mejorar, transformar y remplazar su sistema productivo y productos [32].

Adoptando el concepto de capacidades tecnológicas de Katz, Dahlman y Lall, entre otros, puede afirmarse que estas capacidades son en esencia un conjunto de conocimientos requeridos para planear, organizar, dirigir, ejecutar y controlar la adquisición, adaptación, mejoramiento, creación y uso efectivo de tecnología. Es decir, conocimientos para gestionar el cambio tecnológico, y para producir los bienes y servicios con la calidad, la diferenciación, la flexibilidad y la oportunidad con que lo demanda el mercado. Ellas permiten operar eficientemente las instalaciones productivas, pero también adaptarla, optimizarla, mejorarla, recrearla y generar nuevas.

Este concepto va más allá de las nociones tradicionales de ingeniería y know-how técnico, para incluir también conocimientos incorporados en procedimientos y estructuras organizacionales de los patrones de comportamiento empresarial [24].

Apoyado en la noción de tecnología como un conjunto de conocimientos que son utilizados en la investigación y desarrollo, producción, comercialización, distribución, uso o consumo de

bienes y servicios, así como en la investigación y desarrollo, adaptación y mejora de estos procesos, se puede afirmar que poseer capacidades tecnológicas significa, entonces, disponer de conocimientos no incorporados en elementos físicos, procedimientos y habilidades, pero también estructuras organizacionales para hacer todo lo que la empresa hace. En consecuencia, son estas capacidades las que habilitan a la empresa para: identificar necesidades y oportunidades tecnológicas; identificar proveedores; evaluar, seleccionar y negociar las tecnologías que se requieren; diseñar, equipar y construir nuevas instalaciones productivas; operar, mantener, adaptar y mejorar las tecnologías que se usan; identificar oportunidades de desarrollo de nuevos productos y procesos; planear el desarrollo tecnológico, y formular y gestionar los proyectos apropiados, entre muchas otras actividades requeridas para producir cambios tecnológicos y hacer uso efectivo de la tecnología en la empresa.

En un análisis más fino, puede considerarse que las capacidades tecnológicas están conformadas por conjuntos de conocimientos o piezas de conocimiento, algunos de amplia aplicación, otros de espectro muy específico o de uso muy particular en actividades propias de una industria, de una función empresarial o de un producto o proceso. No sólo están compuestas por los conocimientos y habilidades que tienen los individuos de una organización, sino que también las conforman su organización y su propósito [21]. Son diferenciadas de acuerdo con la naturaleza de la actividad donde se usen. Están ancladas funcionalmente; son residentes en una función dentro de la empresa como: mercadeo, producción, gestión, etc. [33]. Unas son más complejas que otras, pero todas requieren de aprendizaje y asimilación. Están conformadas por un espectro de conocimientos que va desde el know-how al know-why. Desde conocimientos para realizar actividades operativas rutinarias, de control de calidad, de mantenimiento, hasta conocimientos demandados en actividades superiores, más profundas, que posibilitan entender los principios de la tecnología para adaptarla, mejorarla, reproducirla y crear nuevas. También su evolución

avanza de capacidades relativamente simples, como las requeridas para hacer uso efectivo de la tecnología que se tiene en producción, hacia capacidades cada vez más complejas y especializadas como las necesarias para generar innovaciones en productos y procesos, pasando por las demandadas para la adquisición de tecnologías y gestión de proyectos [30, 34].

En virtud de que están constituidas por rutinas, las capacidades tecnológicas son específicas de cada empresa, requieren de esfuerzos deliberados de aprendizaje y se incorporan con el tiempo en la cultura de la empresa. Ellas involucran conocimientos explícitos y tácitos. Su proceso de aprendizaje es altamente específico de la tecnología, ya que las tecnologías difieren grandemente en su composición de conocimiento explícito/tácito, grado de complejidad, y en consecuencia de sus requerimientos de aprendizaje. Unos conocimientos están más incorporados en equipos, mientras otros tienen elementos tácitos mayores [34]. Algunos de estos conocimientos son adquiridos de fuentes externas a través de mecanismos de transferencia y contratación de tecnología como adquisición de equipos, licencias de know-how, servicios de asesoría y consultoría; o a través de información libre, vinculación de personas, adquisición de otras empresas, apoyo a instituciones de investigación y universidades, entre otros. Pero también pueden ser el resultado de transacciones no dirigidas directamente a la adquisición de tecnología, como relaciones estratégicas con proveedores y clientes, o la simple transacción comercial de un insumo, componente o producto. Otros, necesariamente tienen que ser desarrollados internamente en grupos y unidades funcionales establecidos específicamente con el propósito de generación de conocimiento [31].

Así como las capacidades tecnológicas de la empresa tienen un papel crucial en la construcción y sostenimiento de la competitividad, también el desempeño económico y las actividades tecnológicas de un país están condicionadas por sus capacidades tecnológicas nacionales. Pero estas capacidades nacionales no son la simple suma de las capacidades individuales de las empresas. In-

corporan las capacidades tecnológicas de las empresas y las residentes en otras instituciones, así como la sinergia resultante de la red de relaciones y vínculos entre empresas y los otros agentes que participan en el desarrollo tecnológico. Están conformadas por el complejo de conocimientos, habilidades, experiencias y tejido de interacciones e instituciones que habilitan a las empresas de un país para comprar, usar, adaptar, mejorar y crear tecnologías eficientemente, beneficiarse del aprendizaje colectivo y sacar provecho del acervo de tecnologías disponibles. Ellas residen en lo que se ha denominado el sistema nacional de innovación [16, 34].

### **Acumulación de capacidades tecnológicas**

La acumulación de capacidades tecnológicas, como proceso de aprendizaje, es un proceso colectivo e interactivo, acumulativo, sendero dependiente, incierto, costoso, específico de empresas y sectores, no uniforme ni predecible, que genera externalidades y que debe desarrollarse de manera consciente y deliberada [34].

Las diferencias en eficiencia técnica —diferencias en competitividad— entre empresas y entre economías nacionales no surgen solamente de la dotación de factores clásicos de producción, capital y trabajo, o de barreras de entrada, sino también de las capacidades tecnológicas acumuladas [30]. Pero todas estas capacidades no surgen como un simple subproducto de la experiencia acumulada en producción, de manera pasiva y automática; muchas de ellas requieren de esfuerzos deliberados de aprendizaje y de ejecución de proyectos de cambio tecnológico. Su acumulación es finalmente el resultado de esfuerzos deliberados de aprendizaje.

Varias han sido las contribuciones para explicar la construcción de estas capacidades o procesos de aprendizaje en las empresas. Entre ellas se resaltan la contribución de Arrow [35], el aprendizaje en el proceso de producción (*learning by doing*); el aporte de Rosenberg [36], el aprendizaje en la comercialización y en el contacto con

los clientes (*learning by using*); el concepto de aprendizaje por interacción (*learning by interacting*), aportado por Lundvall [37], que hace referencia al mejoramiento de las capacidades tanto de productores como de usuarios mediante la interacción entre ellos, y que puede extenderse a la interacción con otros agentes que participan en el desarrollo tecnológico como proveedores, socios, universidades, institutos de investigación, centros de desarrollo tecnológico, etc.; y el aprendizaje derivado de la búsqueda permanente de soluciones a problemas técnicos y de innovaciones (*learning by searching*) que implica la interacción entre varios agentes internos y externos a la empresa [38]. Lo que equivale a decir que las empresas aprenden tanto de su propia experiencia en producción, mantenimiento, control de calidad, comercialización y diseño, como de una gran variedad de interacciones no sólo con clientes, proveedores, y otras instituciones relacionadas con el desarrollo tecnológico, así como también lo hacen de sus competidores a través de los contactos informales y la ingeniería inversa [26].

El aprendizaje tecnológico en una empresa no toma lugar en aislamiento; el proceso está repleto de externalidades e intervínculos. Es el resultado de un proceso colectivo e interactivo de aprendizaje, en el que interviene un complejo tejido de interacciones, capacidades, estímulos y condiciones que ha sido capturado en la literatura neoschumpeteriana en el concepto de SNI [24] y en la teoría de la competitividad sistémica como condiciones e interacciones en el espacio meso. Empresas con tecnologías diferentes requieren grados diferentes de interacción con las fuentes externas de conocimientos, tales como otras empresas, consultores o instituciones tecnológicas. Igualmente, la construcción de capacidades involucra esfuerzos en todos los niveles de la empresa: producción, mantenimiento, abastecimiento, control de calidad, logística, etc. [34].

Así como los cambios tecnológicos y organizacionales son acumulativos y senderodependientes, también el desarrollo de capacidades tecnológicas es acumulativo y senderodependien-

te. “El cambio es posible pero está condicionado por el pasado” [34]. Una vez se esté ubicado en una trayectoria, es difícil el cambio repentino, y los patrones de especialización tienden a persistir por largos periodos. El acumulado de capacidades tecnológicas pasadas provee la base sobre la que las empresas desarrollan nuevas capacidades para enfrentar sus cambios [34]. Lo que una empresa puede hacer en el futuro está determinado de manera significativa por lo que ha sido capaz de hacer en el pasado [39]. Una empresa con capacidades tecnológicas en el sector de la industria de procesos químicos difícilmente puede diversificarse en el sector de la industria metalmeccánica.

Las empresas pueden no saber cómo aumentar las capacidades tecnológicas necesarias; el aprendizaje mismo tiene que ser aprendido [40]. Ellas pueden no ser capaces de predecir cuándo, cómo y a qué costo podrían aprender suficientemente para llegar a ser completamente competitivas. Las empresas enfrentan estas condiciones inciertas no para maximizar una función objetivo bien definida, sino para desarrollar sus rutinas satisfactorias con las que ellas se adaptan con el tiempo en la medida que reúnen información, aprenden de la experiencia e imitan a otras empresas [41]. El aprendizaje tiene un costo que depende de la base de capacidades acumuladas y del nivel de profundidad deseado [34]. Requiere de una localización consciente de recursos que deben dedicarse para la asimilación de la tecnología; requiere de inversiones de capital, en su sentido más amplio [22].

El proceso de aprendizaje tecnológico, o acumulación de capacidades tecnológicas, se da a niveles de profundidad diferentes. Lograr un mínimo de capacidad operacional (know-how) es esencial en toda actividad productiva; pero ella no conduce automáticamente al desarrollo de capacidades más profundas (know-why). Por muy eficiente que sea una empresa en el uso de una tecnología, este desempeño no la habilita para decodificar el conocimiento subyacente que la sustenta para adaptarla, mejorarla, reproducirla o crear nuevos productos o procesos [34]. El

desarrollo de know-why es una parte importante del aprendizaje global [42]. Estas capacidades le permiten a la empresa no sólo adaptar y mejorar las tecnologías que usa, sino también tomar mejores decisiones tecnológicas y desarrollar capacidades de innovación autónomas. La falta de estas capacidades más profundas restringe a la empresa para moverse a niveles superiores de la tecnología, diversificarse o enfrentar demandas inesperadas por cambios tecnológicos [34].

También la estrategia de acumulación de tecnología depende del sector donde se ubica la empresa (figura 2). Cada sector industrial o cada sector económico no sólo explota conocimientos específicos, sino que además tiene patrones y ritmos diferentes de cambio tecnológico y de acumulación de capacidades tecnológicas [30]. Así, de acuerdo con la taxonomía de los sectores propuesta por Pavitt [39], los sectores que son dominados por los proveedores de tecnología —como la industria textil—, adquieren sus tecnologías principalmente de los proveedores de equipos y de insumos. En cambio en las

industrias intensivas en escala —como la industria de productos de consumo duraderos y de automóviles— sus fuentes principales de cambio tecnológico son sus actividades en diseño, experiencia productiva y los proveedores de equipos e insumos. Otros como los basados en ciencia son altamente dependientes de los conocimientos y técnicas provenientes de investigaciones de institutos y universidades y de sus propias unidades de I & D.

Según Pavitt, Nielsen, Lundvall y Lall, la acumulabilidad de capacidades tecnológicas no sólo se da en el ámbito de empresa y sectores, sino también en el ámbito de países. “El desarrollo de capacidades tecnológicas nacionales comparte muchas de las características del aprendizaje en el ámbito de la empresa” [34]. En los países estos procesos también son inciertos, prolongados, acumulativos y senderodependientes. Evolucionan siguiendo trayectorias que involucran aprendizajes de conocimientos y habilidades de creciente complejidad. Avanzan de un know-how operativo a un know-why y de sectores domina-

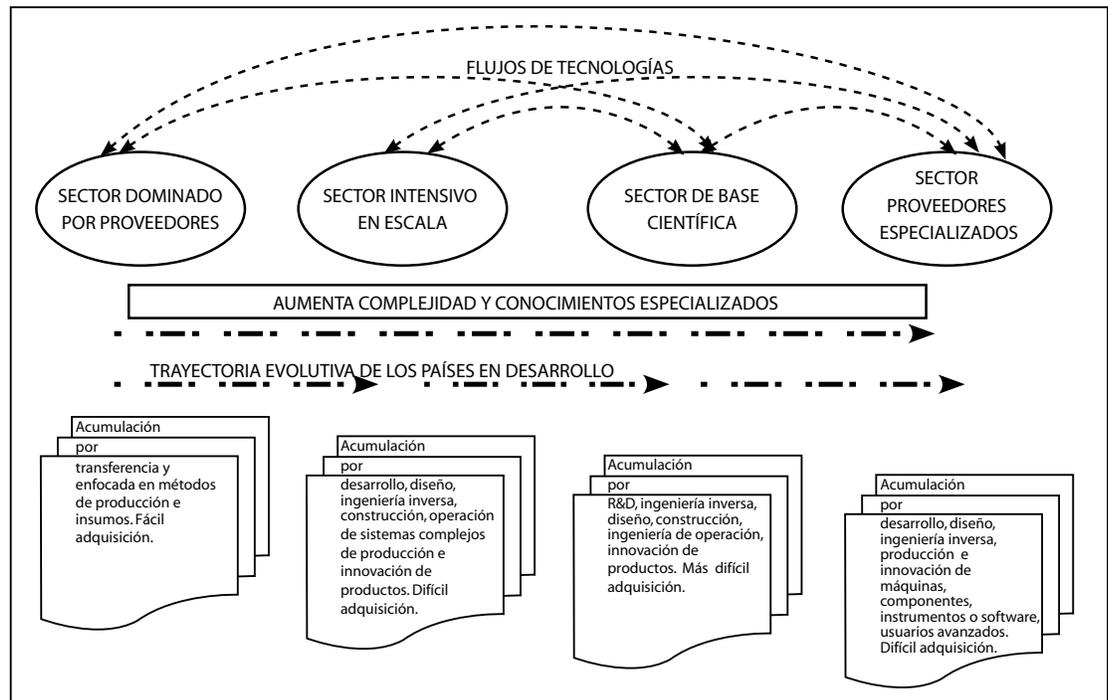


Figura 2 Flujos tecnológicos entre sectores y acumulación tecnológica, según Bell y Pavitt [30]

dos por proveedores a sectores más intensivos en conocimientos. En particular, las empresas en los países en desarrollo inicialmente aprenden el know-how para la operación de los nuevos procesos en sus desempeños estándares esperados y para la producción de los nuevos productos en las especificaciones existentes —imitación por duplicación—; luego acumulan formas más profundas de conocimiento para generar trayectorias continuas de cambio incremental para mejorar los estándares y modificar insumos, productos y procesos en respuesta a cambios en los mercados —imitación creativa—, y finalmente pueden dar el salto a la innovación radical [30, 34, 43].

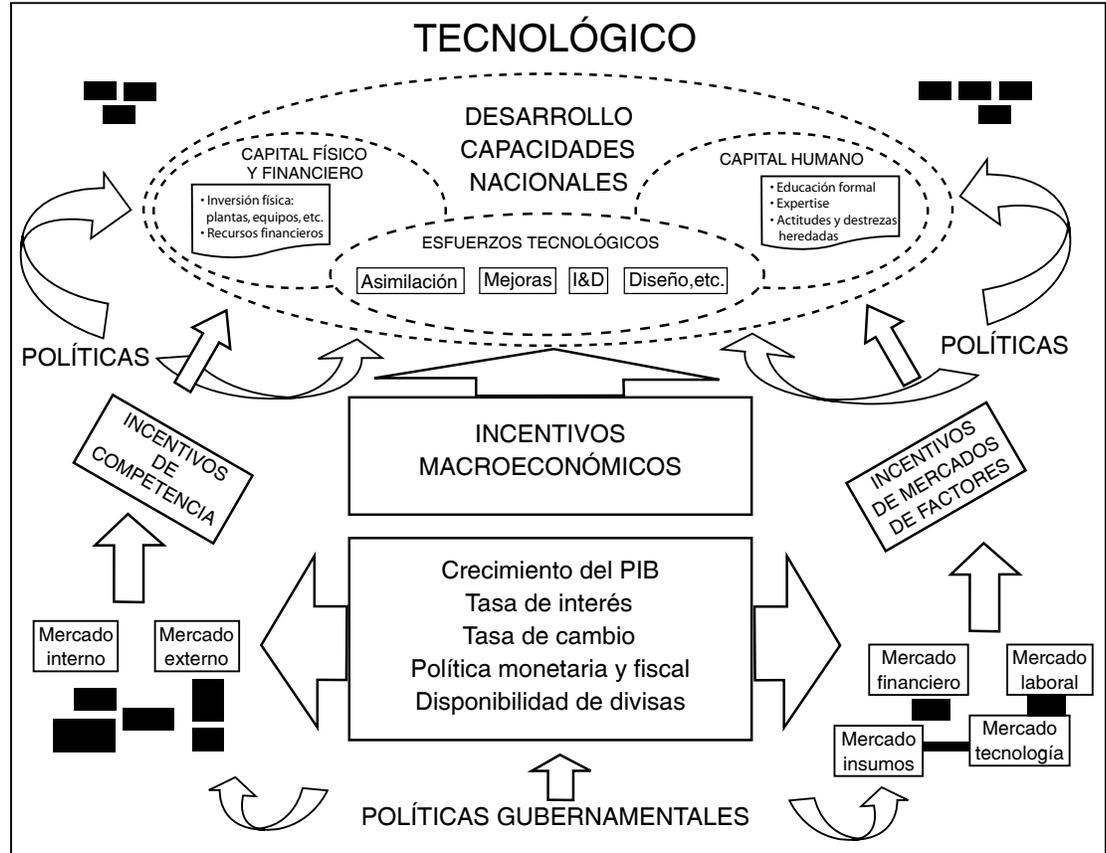
La evidencia histórica de los países desarrollados y los de reciente industrialización, muestra que esta acumulación avanza de la adopción de tecnologías existentes al mejoramiento y desarrollo de tecnologías más complejas e intensivas en conocimiento; de capacidades requeridas en los sectores dominados por proveedores a los sectores intensivos en escala, y de éstos a los sectores basados en la ciencia y los proveedores especializados [44]. Por ejemplo, Corea en tres décadas pasó de una industria dominada por proveedores a una industria intensiva en conocimiento. A mediados de la década de los 60 comenzó a exportar textiles, juguetes, ropa y otros productos maduros intensivos en mano de obra. Diez años después exportaba barcos, acero, electrónica de consumo y servicios de construcción. A mediados de los 80 incorporó a la lista, computadores, chips de memoria de semiconductores, grabadoras de videocasetes, sistemas de conmutación electrónica, automóviles, plantas industriales y otros productos intensivos; y hoy está trabajando en productos de tecnologías más avanzadas como electrónica de multimedia, televisión de alta resolución, sistemas de comunicación personal [44].

Las empresas deben acumular unas capacidades tecnológicas básicas para alcanzar un mínimo de eficiencia operativa y buenos resultados comerciales; y su ampliación no sólo depende de factores propios de la empresa como su tamaño, experiencia previa y sus estrategias de desarrollo [16], sino que también depende de manera

significativa de factores externos como el tipo de sector donde se ubica la empresa [30], y de las capacidades del entorno, específicamente de las condiciones macroeconómicas y del espacio meso, de acuerdo con la teoría de la competitividad sistémica. Si bien el cambio tecnológico mismo y la necesidad de adquirir nuevas tecnologías estimulan el desarrollo de capacidades tecnológicas, especialmente si se está sometido a la competencia, la naturaleza y ritmo de acumulación de estas capacidades están afectados por los incentivos que surgen del ambiente económico, operando en un marco institucional que actúa para cambiar las capacidades y alterar los incentivos [16, 34]. Según Lall, las fronteras nacionales definen un conjunto común de incentivos, condiciones de mercado y capacidades tecnológicas nacionales con las cuales las empresas aprenden. Postula este autor que el desarrollo de las capacidades tecnológicas es el resultado de un complejo tejido de interacciones entre incentivos —mediadas por intervenciones del estado— con recursos humanos, esfuerzos tecnológicos y factores institucionales (figura 3).

Los estímulos para realizar inversiones y esfuerzos en la acumulación de capacidades empresariales no necesariamente son de naturaleza económica para corregir fallas del mercado [16]. Ellos pueden surgir por variaciones en las variables macroeconómicas, o en los precios de los insumos de producción —materias primas, mano de obra, etc.—, transformaciones en el patrón de demanda, amenaza de sustitutos, obsolescencia por el desarrollo o ingreso de nuevas tecnologías en el sector, presión competitiva derivada de la rivalidad de los competidores, poder de negociación de los compradores o proveedores, y otros factores que determinan la intensidad de la competencia según la teoría de las cinco fuerzas competitivas de Porter [34, 45].

Lall [16, 34] agrupa en tres grandes conjuntos los incentivos o factores que afectan el desarrollo o acumulación de capacidades tecnológicas: en factores macroeconómicos, de mercado de factores y de competencia (figura 3). Este autor considera obvio el efecto estimulante o desestimulante



**Figura 3** Acumulación de capacidades estimuladas por incentivos y políticas públicas

sobre la inversión y el desarrollo de capacidades que tienen las variables macroeconómicas como la tasa de crecimiento del PIB, las tasas de interés, los tipos de cambio, entre otras. Asimismo califica de necesario la existencia de unos mercados de factores de producción eficaces para lograr una producción y asignación de recursos eficientes; y le asigna un papel crítico o esencial a la competencia y en especial a la competencia internacional —por importaciones, ingreso de inversionistas o actividades de exportación— para un desarrollo tecnológico saludable.

En el espacio de interacciones de los factores determinantes de la acumulación de capacidades tecnológicas, Lall le otorga un papel central al funcionamiento de las instituciones<sup>1</sup>, como políticas o como organizaciones [16, 34]. Las políticas, afirma, se requieren para corregir fallas de mercado, promover vínculos, coordinar mejoramientos de mercados de factores con necesidades tecnológicas, desarrollar instituciones y generar un ambiente macroeconómico apropiado para que las empresas inviertan en su propio desarrollo tecnológico o hacer atractiva la

<sup>1</sup> 'Instituciones' tiene en este contexto doble acepción: como normas formales o informales, y como entidades u organizaciones. En la perspectiva de norma formal las instituciones se expresan en reglamentos, leyes, decretos, contratos y procedimientos; y en la informal como valores, acuerdos y códigos de conducta [49]. Y como organizaciones, las instituciones se entienden como el conjunto de personas, procesos y recursos, estructurado de manera deliberada para el cumplimiento de una misión en la satisfacción de necesidades en una sociedad.

inversión en esfuerzos tecnológicos. Y a las otras instituciones les asigna el papel de regulación, como por ejemplo el marco legal de la propiedad industrial o de actividades económicas, o de provisión de recursos y apoyo en los esfuerzos de aprendizaje e innovación de las empresas, como las entidades de educación y capacitación, las instituciones financieras y comerciales, y las instituciones de investigación y desarrollo, normalización y metrología, entre otras.

Las características de la acumulación tecnológica que explican la competitividad de las empresas, igualmente justifican la competitividad de las economías nacionales. Es obvio que las diferencias en capacidades tecnológicas nacionales se manifiestan en las habilidades de un país para realizar innovaciones y hacer uso efectivo de la tecnología, que finalmente se puede traducir en mejor productividad y desempeño comercial. Claro está que esas diferencias de desempeño no se explican únicamente por las diferencias en el *stock* de capacidades tecnológicas, ya que las diferencias en las otras capacidades que sustentan la competitividad también contribuyen de manera significativa en esas divergencias.

### **El motor de la competitividad**

Apoyado en la teoría de las capacidades tecnológicas y sus mecanismos de acumulación, junto con las nociones de sistemas de innovación y las nuevas teorías del crecimiento económico que se han esbozado en este ensayo, se puede afirmar que si bien la competitividad de empresas y economías nacionales es un fenómeno de naturaleza sistémica que emerge de la interacción compleja y dinámica de capacidades, son finalmente los procesos de acumulación y de innovación, en una fertilización cruzada en su dinámica, la fuente y el núcleo motor del complejo fenómeno de la competitividad, operando en un círculo virtuoso acumulación-innovación-competitividad-crecimiento-acumulación. Procesos que son estimulados y potenciados por la calidad del entorno y las intervenciones del Estado mediante políticas públicas. Se basa esta tesis en la idea schumpeteriana de que la competencia capitalista no está

sustentada en los precios sino en la innovación, “competencia que da lugar a una superioridad decisiva en costos o en la calidad” [46], y que es la tecnología la principal herramienta en la transformación productiva y su dominio una condición fundamental para alcanzar y mantener la competitividad [47]. Es decir, se constituyen estos procesos en el centro de gravedad de la dinámica de la competitividad y foco de su gestión. Esta interpretación permite ampliar el marco analítico e interpretativo de la competitividad que ofrece la teoría de la competitividad sistémica del Instituto Alemán de Desarrollo.

En esa dinámica de competencia, la innovación hace parte de un círculo virtuoso [48]. Ella se articula con la acumulación de capacidades tecnológicas para mejorar el posicionamiento competitivo y así alcanzar los objetivos de crecimiento y rentabilidad. Pero la acumulación no se hace en el vacío, requiere de una base de capacidades empresariales. La base para este proceso de aprendizaje la constituyen los recursos de la empresa, sus capacidades en sentido amplio: *stock* de capital físico, capital conocimiento, capital organizacional y capital humano.

La innovación forma parte de un proceso dinámico de causación acumulativa que se retroalimenta, circulando de la inversión a la rentabilidad, pasando por la acumulación de capacidades y la innovación para alcanzar la competitividad vía productividad o diferenciación, para luego fluir de la rentabilidad a la inversión, estimulado por factores externos [12, 48]. Aparece entonces la competitividad en este proceso como resultado de un conjunto de decisiones y acciones estratégicas que afectan la productividad y las características de los productos y otros aspectos que se reflejan en el mercado. Pero, las empresas no se hacen competitivas sólo como resultado de ese proceso de causación acumulativa. Ellas deben estar sometidas a una presión de competencia que las obligue a desplegar esfuerzos sostenidos por mejorar sus productos y su eficiencia productiva; y estar insertas en redes articuladas dentro de las cuales los esfuerzos de cada empresa se vean apoyados por toda una serie de externalidades, ser-

vicios e instituciones [9]. Ambos requisitos están condicionados a su vez por factores situados en los niveles meta, macro y meso que se señalaron en la teoría sistémica de la competitividad.

En consecuencia, la competitividad como un fenómeno de naturaleza social, económica, científica, tecnológica y política, resultado de un complejo tejido de interacciones de capacidades distribuidas en el sector productivo, en instituciones educativas y de desarrollo tecnológico, en instituciones intermediarias y de apoyo, y en la administración pública, puede interpretarse dinamizada por los procesos de acumulación de capacidades tecnológicas y de innovación. Procesos que se convierten en el núcleo motor de la competitividad, abastecidos por inversiones de capital en sentido amplio e influenciados en su dinámica por fuerzas del mercado, el funcionamiento de

las instituciones y las políticas públicas. Una representación gráfica de las principales relaciones entre los procesos de acumulación, aprendizaje, innovación y sus efectos en la competitividad, así como las influencias de los factores contextuales en la dinámica de estos procesos, se observa de manera sintética en la figura 4.

### Conclusiones

En los momentos actuales de creciente globalización de las actividades económicas, en los que la competencia económica ya no está sustentada exclusivamente en la dotación y acumulación de factores clásicos de producción, sino esencialmente en la incorporación intensiva y rápida de conocimientos en la producción de bienes y servicios, resulta fundamental no sólo identificar los factores determinantes de la competitividad sino

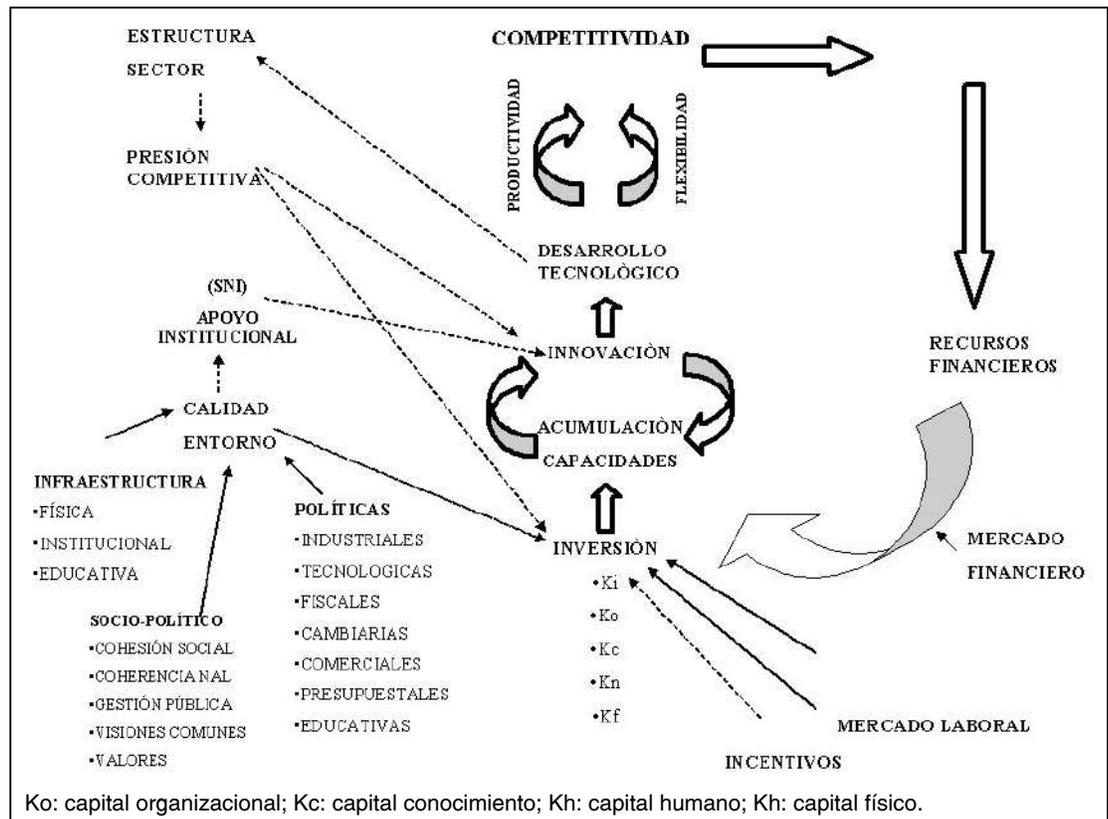


Figura 4 Proceso de acumulación-innovación como motor en la dinámica de la competitividad sistémica

también penetrar en el análisis de su dinámica. En la perspectiva de la globalización y creciente incorporación intensiva de cambios se ha planteado en este artículo que la competitividad es un fenómeno de naturaleza social, económica, científica, tecnológica y política que emerge de un patrón de interacciones complejas de *capacidades físicas, económicas, sociales, institucionales, científicas y tecnológicas*, distribuidas en el sector productivo, en instituciones educativas, intermediarias y de apoyo, y en la administración pública; en donde los procesos de acumulación de capacidades, y en particular de capacidades tecnológicas y su uso efectivo en la generación de valor e introducción de innovaciones, están en el centro y constituyen el motor de construcción y sostenimiento de las ventajas en la competencia económica.

También se postuló que la competitividad es de naturaleza fractal. Sus características no sólo están presentes en las economías nacionales, sino que igualmente se revelan en el ámbito de la empresa misma. En el nivel micro de análisis, la empresa, la competitividad también manifiesta su carácter sistémico. También en la empresa la competitividad emerge de la interacción de *capacidades físicas, económicas, sociales, institucionales, científicas y tecnológicas*. Allí, similarmente surge de una malla de interacciones de capacidades empresariales.

En síntesis, la tesis central que se ha propuesto es que los procesos de acumulación y la innovación, en una fertilización cruzada en su dinámica como procesos interdependientes, son la fuente y el núcleo motor de la dinámica del complejo fenómeno de la competitividad, operando en un círculo virtuoso acumulación-innovación-competitividad-crecimiento-acumulación. Es decir, se constituyen estos procesos en el centro de gravedad de la dinámica de la competitividad y foco de su gestión.

## Referencias

1. Millán, Felipe. "Competitividad internacional de las regiones". En: *Curso Internacional Formación de gestores tecnológicos universitarios*. Santiago de Cali. Universidad del Valle, Tecnos, CINDA. 1996. p. 9.
2. SELA. "La competitividad sistémica: un nuevo marco de referencia". *Boletín Notas estratégicas*. N.º 26. Septiembre de 1996. [http://lanic.utexas.edu/\(sela/AA2K/ES/notes/notest26.htm](http://lanic.utexas.edu/(sela/AA2K/ES/notes/notest26.htm). Noviembre 14 de 2003.
3. Pérez, Carlota. "La modernización industrial en América Latina y la herencia de la sustitución de importaciones". En: *Comercio Exterior*. Vol. 46 N.º 5. México D.F. 1996. pp. 347-363.
4. Hallberg, Kristin *et al.* "Revolutions in Technology for Development". Notes from the symposium "*Marshaling Technology for Development*" organized by The World Bank and the National Research Council of U.S.A. 1995. <http://www.worldbank.org/html/fpd/technet/revol.htm>. Noviembre 10 de 2003.
5. Pérez, Carlota. "Las nuevas tecnologías: una visión de conjunto". En Carlos Ominami (ed.). *El sistema internacional y América Latina. La tercera revolución industrial. Impactos internacionales del actual viraje tecnológico*. Buenos Aires: RIAL, Grupo Editor Latinoamericano. 1986. pp. 43-89.
6. Neffa, Julio César. *Las innovaciones científicas y tecnológicas. Una introducción a su economía*. Buenos Aires: Editorial LUMEN/HVMANITAS. 2000.
7. Messner, Dirk. "Latinoamérica hacia la economía mundial: Condiciones para el desarrollo de la competitividad sistémica". *Friedrich Ebert Stiftung*. [http://www.fes.org.ar/paginas/publicaciones/econom%Eda/dirk\\_03.htm](http://www.fes.org.ar/paginas/publicaciones/econom%Eda/dirk_03.htm). Noviembre 11 de 2003.
8. OECD. *Technology and the Economy. The Key relationships*. Paris. OECD, The Technology/Economy Programme. 1992.
9. Esser, Klaus. *et al.* "Competitividad sistémica: nuevo desafío para las empresas y la política". En: *Revista de la CEPAL*. N.º 59. Santiago de Chile. 1996. pp. 39-52.
10. Esser, Klaus. *et al.* *Competitividad sistémica. Competitividad internacional de las empresas y políticas requeridas*. Berlín. Instituto Alemán de Desarrollo. 1994. <http://www.meyer-stamer.de/1994/systemsp.htm>. Agosto 21 de 2003.
11. Chica, Ricardo. "Crecimiento de la productividad y cambio técnico en la industria manufacturera colombiana: 1974-1994". En Ricardo Chica (coordinador), *Crecimiento de la productividad en Colombia*. Santafé de Bogotá. DNP-Colciencias Fonade. 1996. pp. 223-318.
12. Jaramillo, Hernán. *et al.* *Manual de Bogotá*. Bogotá: OEA, RICYT y Colciencias. 2000.

13. Amendola, Giovanni. *et al.* "International patterns of technological accumulation and trade". En Daniele Archibugi y Jonathan Michie (editores). *Trade, Growth and Technical Change*. Cambridge. Cambridge University Press. 1998. pp. 141-167.
14. Archibugi, Daniele and Jonathan Michie. "Trade growth and technical change: what are the issues?" En: Daniele Archibugi y Jonathan Michie (editores). *Trade, Growth and Technical Change*. Cambridge: Cambridge University Press. 1998. pp.1-15.
15. OECD. *Structural Adjustment and Economic Performance*. París. OECD. 1987.
16. Lall, Sanjaya. "Las capacidades tecnológicas" En: Jean. Jacques. Salomón *et al.* (compiladores), *Una búsqueda incierta. Ciencia, Tecnología y Desarrollo* México, D. F. Editorial de la Universidad de las Naciones Unidas. 1996. pp. 301-342.
17. Edquist, Charles. *Innovation Systems and European Integration (ISE)*. Linköping. Linköping University, Sweden. 1995.
18. Nelson, Richard and. R. and Howard Pack. "The Asian Miracle and Modern Growth Theory". En: *The Economic Journal*. 109 (July). 1999. pp. 416-435.
19. Nielsen, Peter and. Lundvall, Bengt-Åke. "Innovation, Learning Organizations and Industrial Relations". *DRUID Working Paper* N.º 03-07. Department of Business Studies Aalborg University. Aalborg. 2003. [http://www.druid.dk/wp/pdf\\_files/03\\_06.pdf/](http://www.druid.dk/wp/pdf_files/03_06.pdf/). Agosto 11 de 2003.
20. Arocena, Rodrigo and Sutz., Judith "Mirando los sistemas Nacionales de Innovación desde el Sur". *OEI - Programación - CTS+I - Sala de lectura*. 2000. <http://www.campus.oei.org/salactsi/lsutzarcena.htm>. Agosto 20 de 2003.
21. Arocena, Rodrigo and Judith, Sutz. "Innovation System and Developing Countries". *DRUID Working Paper* N.º 02-05. Department of Business Studies, Aalborg University, Aalborg. 2002. [http://www.druid.dk/wp/pdf\\_files/02\\_05.pdf/](http://www.druid.dk/wp/pdf_files/02_05.pdf/). Agosto 20 de 2003.
22. Cooper, Chharles "Are Innovation Studies on Industrializing Economies Relevant to Technology Policy in Developing Countries?". *Working Paper* N.º 3. Institute for New Technology. The United Nations University. New York. 1991. <http://www.intech.unu.edu/publications/index.htm>. Agosto 19 de 2003.
23. Colciencias. *Plan estratégico del programa nacional de desarrollo tecnológico industrial y calidad, 2000-2010*. Santafé de Bogotá. COLCIENCIAS. 2000.
24. Chudnovsky, Daniel. "El Enfoque del Sistema Nacional de Innovación y las Nuevas Políticas de Ciencia y Tecnología en la Argentina". *Nota Técnica 14/98*. Instituto de Economía da Universidade Federal do Rio de Janeiro – IE/UFRJ. 1998. <http://www.ie.ufrj.br/redesist/P1/texto/NT14.PDF>. Agosto 6 de 2003.
25. Freeman, Christopher. "The economics of technical change". En: Daniele Archibugi and Jonathan Michie (editores), *Trade, Growth and Technical Change*. Cambridge: Cambridge University Press. 1998. pp. 16-54.
26. Bartzokas, AnThony and Teubal, Morris. "A Framework for Policy-Oriented Innovation Studies in Industrialising Countries". *Discussion Paper*. N.º 2001-6. New York. Institute for New Technology, The United Nations University. 2001. <http://www.intech.unu.edu/publications/index.htm>. Agosto 19 de 2003.
27. Patel, Parimal and Pavitt, Keith. "Nature et importance économique des systèmes nationaux des innovations ». *STI Revue*, OCDE, N.º 14. 1994.
28. Láscaris, Tatiana. "Estructura organizacional para la innovación tecnológica. El caso de América Latina". *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación*. N.º 3. Mayo-agosto de 2002. p. 1-19.
29. Dosi, Giovanni. *et al.* *Competences, Capabilities and Corporate Performances*. Dynacom Project Final Report, Laboratory of Economics and Management, Sant'Anna School of Advanced Studies, Pisa. 2000. p.1-91.
30. Bell, Martin. and Pavitt, Keith. *National Capabilities for technological accumulation: Evidence and implications for development countries*. Paper for the World Bank's Annual Conference on Development Economics, Washington D. C. 1992.p. 7
31. Evenson, Robert and. Westphal, Larry. "Technological Change and Technological Strategy". *Working Paper* Nº 12. New York. Institute for New Technology, The United Nations University, 1994. <http://www.intech.unu.edu/publications/index.htm>. Agosto 19 de 2003.
32. Ávalos, Ignacio. "Transferencia de tecnología". En Eduardo Martínez (editor), *Ciencia, tecnología y desarrollo: Interrelaciones teóricas y metodológicas*. Caracas: Editorial Nueva Sociedad. 1994. p. 429.
33. Caniels, Marjolein and Romijn, Henny. "What drives innovativeness in industrial clusters?. *Trascending the debate*". *Working Paper* 03.04. Eindhoven. Eindhoven Centre for Innovation studies. 2003. <http://www.tm.tue.nl/ecis/>. Junio 8 de 2004.
34. Lall, Sanjaya. "Technological Change and Industrialization in the Asian Newly Industrializing Economies: Achievements and Challenges". En : Linsu. Kim y Richard R. Nelson (editores), *Technology, learning,*

- 
- & innovation. *Experiences of Newly Industrializing Economies*. Cambridge :Cambridge University Press. 2000. pp. 13-68.
35. Arrow, Kenneth. "The Economic Implications of Learning by Doing". *Review of Economic Studies*, Vol. XXIX. N.º 80. 1962.
  36. Rosenberg, Nathan. *Inside the black box: Technology and economics*. Cambridge.Cambridge University Press. 1982.
  37. Lundvall, Bengt-Åke. *et al.* "Innovation as an interactive process: From user-producer interaction to the national system of innovation". En: Giovanni Dosi *et al.* (eds.), *Technology and economic theory*. London: Printer Publishers. 1988.
  38. Von Hippel, Eric and Marcie J. Tyre. "How learning by doing is done: Problem identification and novel process equipment". *Research Policy*. Vol. 24. N.º 5. 1995.
  39. Pavitt, Keith. "Patrones sectoriales de cambio tecnológico: Hacia una taxonomía y una teoría". En François Chesnais y Julio César Neffa (compiladores), *Sistemas de innovación y política tecnológica*. Buenos Aires: CEIL-PIETTE CONICET, Trabajo y Sociedad. 2003. pp. 37-86.
  40. Stiglitz, Joseph. "Learning to Learn, Localized Learning and Technological Progress. En P. Dasgupta and P. Stoneman (eds.), *Economic Policy and Technological Development*. Cambridge: Cambridge University Press. 1987.
  41. Nelson, Richard R. an Winter, Sidney . *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Cambridge, MA:Belknap Press. 1982.
  42. Nelson, Richard. *National Innovation Systems: A comparative Analysis*. Oxford: Oxford University Press. 1993.
  43. Kim, Linsu. "La dinámica del aprendizaje tecnológico en la industrialización". *OEI-Programación-CTS+I - Sala de lectura*. 2004. <http://www.campus.oei.org/salactsi/limsu.pdf>. Agosto 12 de 2003.
  44. Kim, Linsu and Nelson, Richard "Introduction". En Linsu Kim y Richard. R. Nelson (eds.). *Technology, Learning, y Innovation. Experiences of Newly Industrializing Economies*. New York: Cambridge University Press. 2000. pp. 1-9.
  45. Porter, Michael. *Estrategias Competitivas: Creación y sostenimiento de un desempeño superior*. México D.F. CECSA. 1987.
  46. Schumpeter, Joseph. *Capitalismo, socialismo y democracia*. Tomo I. Barcelona: Ediciones Orbis S. 1983.
  47. Pérez, Carlota. "Nueva concepción de la tecnología y Sistema Nacional de Innovación". 2004. <http://www.carlotaperez.org/Articulos/2-sistemanacional.htm>. Noviembre 9 de 2003.
  48. Pianta, Mario. "Technology and growth in OECD countries". En:Daniele Archibugi and Jonathan Michie (editores), *Trade, Growth and Technical Change*. Cambridge. Cambridge University Press. 1998. pp. 83-97.
  49. Jaramillo, Hernán. ¿Científicos, educadores o rentistas? Un diálogo desde el "Almendrón". En Hernando Gómez (compilador). *¿Para dónde va Colombia*. Santafé de Bogotá: Tercer Mundo Editores y Colciencias. 1999. pp. 189-199.