

### ***Nota biográfica***

*Linsu Kim es Profesor de Gestión en la Facultad de Administración de Empresas de la Universidad de Corea (Seúl, República de Corea). También es Presidente del Consejo de Reforma Gubernamental y de la Sociedad Coreana de Gestión del Conocimiento. Su correo electrónico es linsukim@unitel.co.kr. Entre sus publicaciones más recientes podemos citar Imitation to Innovation [De la imitación a la innovación] (Harvard Business School Press, 1997), Learning and Innovation for Economic Development [Aprendizaje e innovación para el desarrollo económico] (Edward Elgar Press, 1999) y Technology, Learning and Innovation [Tecnología, aprendizaje e innovación] (en colaboración con Richard Nelson, Cambridge University Press, 2000).*

## **La dinámica del aprendizaje tecnológico en la industrialización**

**Linsu Kim**<sup>1</sup>

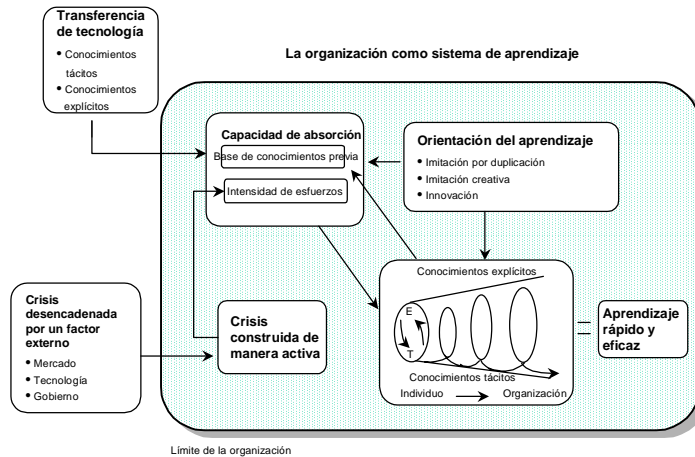
### **Introducción**

En la mayoría de los países avanzados, la industrialización ha supuesto un proceso de cambio de una sociedad de tipo tradicional a una de corte moderno. La ciencia y la tecnología han desempeñado un papel crucial en dicho proceso. Hay numerosos estudios que muestran que más del 50% del crecimiento económico en los países avanzados se deriva de la innovación tecnológica (Grossman, 1991). Es decir, el desarrollo industrial es el proceso de fortalecimiento de las capacidades tecnológicas mediante el aprendizaje y conversión de las mismas en productos y procesos innovadores en el curso de un cambio tecnológico continuo (Pack y Westphal, 1986).

La capacidad tecnológica hace referencia a la aptitud de hacer un uso eficaz del conocimiento tecnológico en la producción, la ingeniería y la innovación, con el fin de mantener la competitividad, tanto en precio como en calidad. Tal capacidad permite a una empresa asimilar, emplear, adaptar y modificar las tecnologías existentes. Asimismo, le permite crear nuevas tecnologías y desarrollar nuevos productos y métodos de fabricación que respondan al cambiante entorno económico. El aprendizaje tecnológico es el proceso de fortalecimiento y acumulación de las capacidades tecnológicas. Tanto los gobiernos como las empresas deben preocuparse por el fortalecimiento de las capacidades para poder incrementar la competitividad. Aunque este tipo de actividades se dé en gran medida en las empresas, la política gubernamental puede crear una infraestructura importante que las facilite.

En los países avanzados, la capacidad tecnológica se acumula en gran parte gracias al proceso de “aprender investigando”, que amplía la frontera tecnológica. En los países en desarrollo, en cambio, la capacidad tecnológica se crea principalmente mediante el proceso de imitación que supone el “aprender haciendo”. Algunas economías recientemente industrializadas han llevado a cabo una rápida transición del “aprender haciendo” al “aprender investigando”. La República de Corea, Taiwan y Singapur constituyen buenos ejemplos de ello (Hobday, 1995).

Figura 1 Modelo Integrador



El modelo analítico que se presenta a continuación ayuda a explicar la dinámica del aprendizaje tecnológico en el proceso de industrialización. Se emplea para estudiar la experiencia coreana de la industrialización como ejemplo que viene al caso. De esa experiencia pueden extraerse una serie de consecuencias útiles para otros países en desarrollo.

### Modelo Analítico

Sobre la base de un estudio exhaustivo de la industria del automóvil en la República de Corea, Kim (1998) elaboró un modelo integrador para la comprensión de la dinámica del aprendizaje tecnológico en el plano empresarial (véase la Figura 1). Este modelo muestra que el aprendizaje tecnológico rápido y eficaz se produce mediante la conversión que se produce entre el conocimiento explícito y tácito. Por conocimiento explícito entendemos el conocimiento que se encuentra codificado y que puede transmitirse usando un lenguaje formal y sistemático, mientras que el conocimiento tácito, al tener unas raíces tan profundas en el cuerpo y la mente humanos, difícilmente puede codificarse y transmitirse y sólo puede expresarse por medio de la acción, el compromiso y la participación en un contexto específico. El aprendizaje y la creación de conocimiento que se produce mediante la interacción entre el conocimiento explícito y el tácito irán aumentando en escala a medida que se avanza en una progresión espiral ascendente desde el plano individual hasta el nivel organizativo (Nonaka y Takeuchi, 1995).

En la Figura 1 se muestra también que hay un gran número de variables que afectan directa o indirectamente al proceso espiral de aprendizaje tecnológico. La orientación del aprendizaje es una de ellas. En los primeros estadios de la industrialización, las empresas en los países en desarrollo emprenden la imitación por duplicación de productos extranjeros maduros mediante una ingeniería inversa. La mayoría de los países en desarrollo de segunda y tercera fase se encuentran en este estadio. Posteriormente, a medida que avanza la industrialización, estos países cambian su enfoque, pasando de la imitación por duplicación a la imitación creativa y comienzan a fabricar productos que incorporan nuevas características. La mayoría de las economías recientemente industrializadas de primera fase se encuentran en este estadio. Cuando un país en desarrollo se pone a la altura de los países adelantados y alcanza la tecnología avanzada, comienza a dar más importancia a la innovación original en detrimento de la imitación. En este sentido, puede que el Japón sea el único país que haya alcanzado este estadio desde la Segunda Guerra Mundial. Las diferencias en la orientación del aprendizaje influirán en la velocidad y la naturaleza del proceso de aprendizaje, pues precisan de conocimientos explícitos y tácitos de diferentes clases y características. Por ejemplo, en el estadio de duplicación por imitación, la transformación del conocimiento es fácil y rápida, sin que sea necesario realizar un gran número de ensayos, puesto que, por lo general, el conocimiento maduro se encuentra disponible y que es relativamente fácil llevar a cabo tanto la ingeniería inversa como el “aprender haciendo” (Kim, 1997a). Por el contrario, en el estadio de imitación creativa, la transformación del conocimiento es cada vez más difícil y requiere que se lleven a cabo un gran número de ensayos, puesto que la asimilación del conocimiento disponible es una tarea de una dificultad creciente. En el estadio de innovación, generar nuevo conocimiento mediante el aprendizaje y aplicarlo de manera creativa para crear productos y servicios competitivos deviene extremadamente difícil.

El proceso de aprendizaje se ve también afectado por la capacidad de absorción, la cual se compone de dos elementos principales: la base de conocimientos existente y la intensidad de esfuerzo (Cohen y Levinthal, 1990). La base de conocimientos existente constituye una plataforma esencial en el aprendizaje tecnológico, al influir el conocimiento actual en los procesos y la naturaleza del aprendizaje para generar un mayor conocimiento en el futuro. La intensidad de esfuerzo hace referencia a la cantidad de energía desplegada por los miembros de la organización a la hora de resolver los problemas. Limitarse a exponer a las empresas al conocimiento externo pertinente resulta insuficiente si no se realiza un esfuerzo por internalizarlo. Por lo tanto, cuanto mayores sean la base de conocimientos existente y la intensidad de esfuerzo, más rápido y más a fondo será el proceso en espiral del aprendizaje tecnológico.

¿Cómo pueden hacer crecer las empresas su base de conocimientos existente? La transferencia tecnológica desde empresas extranjeras sitas en países avanzados puede constituir una fuente muy importante de nuevos conocimientos para las empresas que se encuentran en los países en desarrollo. La transferencia tecnológica puede realizarse a través de la mediación del mercado. Las inversiones directas extranjeras, la obtención de licencias para la explotación de patentes extranjeras y los planes exhaustivos de ejecución inmediata son los principales mecanismos oficiales existentes. La tecnología se puede transferir también de modo oficioso sin que medie el mercado: la fabricación de equipo de marca, las publicaciones y la movilidad humana constituyen sus principales mecanismos. También hay que señalar que la creación de nuevos conocimientos a través del proceso en espiral del aprendizaje tecnológico puede aumentar la base de conocimientos existente.

¿Cómo deben administrar las empresas la intensidad de esfuerzo? El aprendizaje tecnológico acumulativo puede darse en circunstancias normales. No obstante, el aprendizaje discontinuo tiene lugar cuando se percibe una crisis en la competencia del mercado y se pone en práctica una estrategia para enmendar la situación. Así como el término “crisis” es en chino (*weiji*, 危机) una combinación de dos caracteres (amenaza y oportunidad), habrá empresas que aprovecharán la crisis como una oportunidad para intensificar su esfuerzo y transformar las capacidades tecnológicas de manera discontinua mediante el aprendizaje tecnológico rápido y eficaz. Por tanto, una crisis, más que destructiva, puede ser creativa (Kim, 1998).

La crisis puede ser desencadenada por un factor externo cuando la empresa pierde su posición competitiva en el mercado, o puede provocarse cuando los directivos, al imponer objetivos que constituyen un reto, crean una sensación de crisis. Una crisis desencadenada por un factor externo lo será para los directivos, pero no necesariamente para los escalones inferiores de la organización, quienes pueden negarse a reconocer que dicha crisis es real. En cambio, una crisis provocada por los directivos, al imponer objetivos ambiciosos para el equipo, genera una gran presión para que se intensifiquen los esfuerzos de aprendizaje tecnológico, con lo cual la crisis resultará creativa.

El gobierno puede utilizar una serie de instrumentos políticos para influir en el proceso dinámico de aprendizaje tecnológico en el plano empresarial. Así, puede invertir para desarrollar los recursos humanos que emprendan actividades tecnológicas. También pueden hacer uso de las políticas industriales y de investigación y desarrollo (I y D) para crear una demanda de aprendizaje tecnológico y reforzar la oferta de capacidad tecnológica. No hay que olvidar los incentivos financieros y fiscales, que facilitan el proceso interactivo entre la demanda y la oferta de aprendizaje tecnológico (Kim y Dahlman, 1992).

### Un caso de dinámica del aprendizaje tecnológico

Los países en desarrollo, en su gran mayoría, han intentado industrializar sus economías, pero la mayor parte sólo ha logrado escasos progresos. La República de Corea, uno de los pocos que cuenta en su haber con considerables avances, ha pasado, a lo largo de los cuatro últimos decenios, de ser una economía de subsistencia agraria a convertirse en una economía recientemente industrializada. Desde 1962, la economía coreana ha crecido a un promedio anual de casi un 8%, haciendo que el Producto Nacional Bruto (PNB) per cápita aumentase en precios corrientes de 87 dólares en 1962 a 10.550 dólares en 1997. Aunque el país padeció su peor crisis económica en 1997, su economía se recuperó con una impresionante tasa de crecimiento del 10% en 1999, que se espera sea superior al 8% en 2000.

Las exportaciones pasaron de tan sólo 40 millones de dólares en 1962 a 143.000 millones de dólares en 1999, con importantes cambios estructurales. Así, a mediados del decenio de 1960, la República de Corea comenzó a exportar géneros textiles, prendas confeccionadas, juguetes, pelucas, madera contrachapada y otros productos maduros de uso intensivo de mano de obra. Diez años después, los astilleros, la industria siderúrgica, los bienes de consumo electrónicos y los servicios de construcción de la nación entraron en competencia con los de los proveedores establecidos de los países industriales avanzados. A mediados del decenio de 1980, los ordenadores, los chips de memoria, los magnetoscopios, los conmutadores electrónicos, los

automóviles, las plantas industriales y otros productos intensivos en tecnología se añadieron a la lista de las principales exportaciones coreanas. Se han comenzado a exportar productos de última generación tales como los productos multimedia, los televisores de alta resolución y los sistemas de telecomunicación celulares.

¿Cómo ha podido lograr la República de Corea que en sólo cuatro decenios su capacidad tecnológica creciese de manera tan extraordinaria? El modelo analítico puede aplicarse a la experiencia coreana para ilustrar el proceso dinámico del aprendizaje tecnológico en la industrialización. Los principales elementos estructurales del análisis que se expone a continuación son las variables que afectan directamente al proceso espiral del aprendizaje tecnológico: orientación del aprendizaje y capacidad de absorción. Se tienen también en cuenta las variables indirectas, tales como la transferencia de tecnología y la creación de crisis, que forman parte del modelo analítico.

### *El estadio de imitación por duplicación*

En el país, la imitación por duplicación comenzó en el decenio de 1960 en industrias ligeras tales como la textil, la de juguetes, la del contrachapado de madera y la de bienes de consumo electrónicos; en el decenio de 1970 empezó a darse en industrias pesadas tales como la del automóvil, la siderúrgica, los astilleros y la maquinaria.

¿Cómo adquirieron las empresas coreanas la *base de conocimientos existente* para acelerar el aprendizaje tecnológico en esas industrias? Para la República de Corea, los cuatro mecanismos más importantes de creación de conocimiento en el estadio de imitación por duplicación, fueron la educación, la transferencia de tecnología extranjera, la creación deliberada de *chaebols* (grandes grupos industriales familiares) y la movilidad de personal técnico experimentado. El primero de ellos, la educación dirigida al desarrollo de los recursos humanos, constituyó uno de los esfuerzos más notables de la nación en aras de la industrialización. Hubo otros países en desarrollo que lograron, al igual que la República de Corea, un rápido crecimiento de la tasa de educación primaria, pero éste ha sido el único país que ha logrado una expansión equilibrada en todos los niveles de la educación lo suficientemente pronto como para sustentar su desarrollo económico. Usando datos de finales del decenio de 1950 relativos a 73 países en desarrollo, Harbison y Myers (1964) comprobaron que tres naciones, la República de Corea, Taiwan y Yugoslavia, tenían niveles de rendimiento educativo mucho más elevados que lo que cabía esperar dados sus niveles de desarrollo económico. Se trata de los países que en los decenios siguientes realizaron importantes avances en la industrialización. Los datos reflejan el importante compromiso de la sociedad coreana con la educación. En los primeros años, el ritmo de expansión de la educación dejó atrás al progreso económico, lo cual creó un grave problema de desempleo para los que habían recibido una formación. Sin embargo, la formación de recursos humanos instruidos asentó una importante base tácita de conocimientos para el subsiguiente desarrollo de la economía, la cual absorbió rápidamente el excedente.

En segundo lugar, ante la falta en un principio de capacidad tecnológica, las empresas coreanas dependían enormemente de fuentes extranjeras para la adquisición tanto del conocimiento explícito como del tácito. La mayoría de los importantes y cruciales conocimientos tácitos y explícitos precisos para solucionar los problemas técnicos en el estadio de imitación por duplicación podían obtenerse mediante mecanismos oficiosos, tales como las publicaciones, la

ingeniería inversa y la asistencia técnica asociada a la fabricación de equipo de marca. Claramente, fue esta la modalidad de transferencia tecnológica que prevaleció en las pequeñas empresas innovadoras. Las grandes empresas coreanas recurrieron a mecanismos en debida forma como la transferencia de plantas listas para su funcionamiento inmediato o los acuerdos de explotación de patentes técnicas con proveedores extranjeros. No obstante, la transferencia tecnológica oficiosa ha cobrado más importancia en la ampliación posterior de las capacidades, tanto de las grandes empresas como de las pequeñas (Kim, 1997a).

En tercer lugar, el Gobierno creó y alimentó deliberadamente los *chaebols* como motores de un rápido crecimiento económico. Los *chaebols* constituyeron la principal fuente de la industrialización coreana. Contrataron a aquellos candidatos que entraban a formar parte de la mano de obra con las mejores cualificaciones, disponían de los recursos técnicos y financieros para adquirir tecnología extranjera, lograron una rápida difusión de las capacidades tecnológicas en sus filiales mediante la aplicación de la experiencia obtenida en un ámbito de negocios a otros campos y encabezaron la ampliación, profundización, y mundialización de la I+D industrial de manera drástica en la República de Corea.

En cuarto y último lugar, la movilidad de personal técnico experimentado proporcionó una de las vías más eficaces para que las empresas que entraron más tarde adquirieran la base de conocimientos necesaria. Así, en el decenio de 1970 la mayoría de los productores de bienes de consumo electrónicos entraron en la industria robando personal directivo y técnico con experiencia a las empresas existentes en el sector. Durante el decenio de 1950 y 1960, las grandes empresas químicas y de maquinaria estatales dependían totalmente de la transferencia de plantas listas para su funcionamiento inmediato y de los ingenieros extranjeros para la obtención de la base de conocimientos inicial: pero aquellos ingenieros que habían acumulado experiencia en los métodos de producción modernos en esas empresas, acabaron yéndose a empresas privadas y proporcionando allí la base de conocimientos esencial.

¿Cómo se aumentó la *intensidad de esfuerzo* por parte del Gobierno de la República y de los directivos de las empresas de ese país? Los cuatro medios principales fueron el fomento de la exportación, la creación apresurada de industrias químicas y pesadas, la estrategia de transferencia tecnológica y la creación de crisis. El primer medio: dado el reducido mercado nacional, el Gobierno utilizó el fomento de las exportaciones como instrumento esencial para el logro de objetivos de crecimiento económico. La política de fomento de las exportaciones trajo consigo oportunidades comerciales al tiempo que impuso crisis provocadas externamente, al verse las empresas inmersas en una lucha “a muerte” en el competitivo mercado internacional. Para poder sobrevivir a las crisis y maximizar la utilización de la capacidad en exceso del tamaño del mercado local, las empresas coreanas crearon a su vez crisis internas para acelerar el aprendizaje tecnológico mediante la ingeniería inversa, la importación y la asimilación rápida de la tecnología de producción del extranjero.

El segundo medio: las autoridades impusieron a las empresas una crisis provocada externamente mediante la creación apresurada de las industrias químicas y pesadas sin que hubiese habido una preparación adecuada de la capacidad tecnológica. El Gobierno inició el programa de ese tipo de industrias antes de lo previsto, con mayor intensidad y mucho menos tiempo de lo que había planeado previamente. Este movimiento apresurado fue motivado más por la necesidad de crear una capacidad de defensa nacional autosuficiente, tras la retirada de las tropas estadounidenses de

la República de Corea, que por motivos económicos. Tal promoción acelerada condujo a un rápido incremento de la deuda externa, a una asignación ineficiente de recursos, inflación y una mayor concentración de poderes económicos en los distintos *chaebols* que participaban en las industrias químicas y pesadas. No obstante, su resultado más significativo fue el aprendizaje tecnológico rápido y eficaz. Ante la falta de capacidad, los *chaebols* tuvieron que depender casi totalmente de fuentes de tecnología extranjeras. Las labores necesarias para poder asimilar la tecnología importada estaban tan por encima de la capacidad disponible de las empresas, que ese programa industrial desencadenó una importante crisis en el establecimiento de plantas, en su puesta en marcha y en el dominio de la tecnología de producción. Las empresas se vieron obligadas a asimilar la tecnología a marchas forzadas, para lo cual tuvieron que acelerar el aprendizaje, como muestra la Figura 1 y, a su vez, intensificar el uso de las capacidades aumentando la competitividad para poder sobrevivir. Como resultado de ello, en la República de Corea hicieron falta sólo 15 años para que la proporción entre el valor añadido de las industrias ligeras y de las químicas y pesadas cayera de 4 a 1, un cambio que tardó en producirse 25 años en el Japón y 50 en los Estados Unidos de América (Watanabe, 1985).

El tercer medio: la política gubernamental y la estrategia de las empresas en materia de transferencia de tecnología extranjera supusieron una intensificación del esfuerzo. En el decenio de 1960, el Gobierno coreano restringió la inversión directa extranjera, promoviendo en su lugar la transferencia de tecnología por otros medios, tales como las importaciones de bienes de equipo. En consecuencia, y a diferencia de lo que sucedió en otros países en desarrollo, la inversión directa extranjera tuvo una repercusión mínima en la economía coreana. Esta política obligó a las empresas coreanas a mantener su independencia de gestión con respecto a las multinacionales extranjeras. Incluso en los casos en los que, por diversos motivos, se permitió una participación en las acciones se mantuvo la independencia en la gestión. Un buen ejemplo es Hyundai Motors (Kim, 1998). Esta política creó una crisis, obligando a las empresas coreanas a invertir de forma agresiva para acceder al aprendizaje tecnológico y, por consiguiente, acumular capacidad tecnológica. A diferencia de las filiales extranjeras que pueden depender de sus casas matrices para la provisión de tecnología, las empresas coreanas independientes tuvieron que tomar iniciativas y desempeñar un papel central a fin de adquirir, asimilar y mejorar la tecnología extranjera madura para llevar a cabo la imitación por duplicación.

El cuarto medio: hubo muchas empresas coreanas que desencadenaron crisis de una manera activa -para responder a crisis provocadas por un factor externo o como respuesta a la ausencia de las mismas- mediante el establecimiento de objetivos ambiciosos como una manera de acelerar el aprendizaje tecnológico. Las crisis fabricadas aumentan la intensidad de esfuerzo tanto en los planos individual como empresarial, en busca de caminos alternativos que las conviertan en crisis constructivas. La creación de crisis y el aprendizaje tecnológico acelerado se generalizaron en la industria manufacturera coreana. Las empresas de automóviles, los astilleros, la industria siderúrgica, la electrónica y las industrias de fabricación de maquinaria sufrieron procesos similares de creación de crisis y de aprendizaje acelerado en el estadio de imitación por duplicación.

### *El estadio de imitación creativa*

En el decenio de 1980, la caída de la competitividad que se produjo en las industrias tecnológicas maduras de bajos salarios, forzó a las empresas coreanas a cambiar la orientación del aprendizaje

de la imitación por duplicación a la imitación creativa. Frente a lo que había ocurrido en la etapa anterior, ahora las empresas, para poder llevar a cabo la imitación creativa, precisaban una base de conocimientos existente de un nivel significativamente superior.

¿Qué es lo que hicieron el Gobierno y los directivos de las empresas para elevar la *base de conocimientos existente*? Las cinco fuentes de conocimiento principales en el estadio de imitación creativa fueron la transferencia tecnológica formal, la inversión del éxodo de competencias, la I+D empresarial, las universidades y los institutos públicos de investigación. En primer lugar, la transferencia de tecnología extranjera continuó siendo uno de los principales medios para fortalecer la base de conocimientos existente de las empresas coreanas. Aunque las tecnologías maduras estaban ya disponibles y podían obtenerse sin coste alguno mediante mecanismos officiosos, las tecnologías perfeccionadas sólo podían aprehenderse mediante mecanismos oficiales. La obtención del conocimiento necesario suponía cada vez un coste mayor para las empresas coreanas, tal y como queda de manifiesto en las estadísticas: la inversión directa extranjera aumentó de 218 millones de dólares entre 1967 y 1971 a 1.760 millones de dólares entre 1982 y 1986, mientras que en el mismo periodo los royalties en concepto de licencias para la explotación de patentes extranjeras pasaron de 16.300.000 dólares a 1.180 millones de dólares.

En segundo lugar, otra fuente importante de conocimiento externo fue el proceso de inversión del éxodo de recursos humanos coreanos altamente cualificados que se encontraban en el extranjero. En el estadio de imitación por duplicación, el Gobierno coreano adoptó una política relativamente liberal con respecto al éxodo de competencias. Así, en 1967 un 96,7% de los científicos y un 87,7% de los ingenieros coreanos formados en el extranjero permanecían allí, principalmente en los Estados Unidos de América, a diferencia de los porcentajes de la totalidad de los países: sólo permanecían en el extranjero una vez formados un 35% de los científicos y un 30,2% de los ingenieros (Hentges, 1975). Cuando en el decenio de 1970 la industrialización progresó rápidamente, el Gobierno coreano aplicó de manera sistemática medidas para repatriar a los científicos e ingenieros coreanos. El programa estatal de inversión del éxodo de competencias tuvo bastante éxito ya que muy pocos de los que regresaron volvieron a irse a los países avanzados. El programa se convirtió en un modelo para el sector privado, el cual comenzó a llevar a cabo en el decenio de 1980 una política de contratación audaz de científicos e ingenieros de alto nivel. Estas personas desempeñaron un papel crucial en los institutos públicos de investigación y centros de I+D de las empresas que estaban surgiendo.

En tercer lugar, el surgimiento y el rápido aumento de las actividades empresariales en materia de I+D fue una de las características más notables del estadio de imitación creativa, dando lugar a la capacidad de negociación de las empresas en materia de transferencia formal de tecnología, a la asimilación de las tecnologías importadas y a la creación de nuevo conocimiento mediante la conversión del mismo y la investigación. Como se muestra en el Cuadro 1, el número de laboratorios empresariales de I+D ascendió de 1 en 1970 a 966 en 1990, lo cual refleja la seriedad con la que las empresas coreanas perseguían el desarrollo de tecnología intermedia. Durante el mismo periodo, la inversión total en I+D ascendió de 10.600 millones de won (28.600.000 dólares) a 3.350.000 millones de won (4.680 millones de dólares) y la participación de la I+D en el PNB (I+D/PNB) pasó del 0,32% al 1,95%. La tasa de crecimiento fue la mayor del mundo. En 1963 el sector privado contribuía sólo con un 2% al gasto total del país en I+D, mientras que en 1990 lo hacía con un 81%.

**Cuadro 1: Gastos en investigación y desarrollo, 1965-1998**

	1965	1970	1975	1980	1985	1990	1995	1998
Gastos en I+D	2,1	10,5	42,7	282,5	1.237,1	3.349,9	9.440,6	11.336,6
Gobierno	1,9	9,2	30,3	180,0	306,8	651,0	1.780,9	3.051,8
Sector privado	0,2	1,3	12,3	102,5	930,3	2.698,9	7.659,7	8.276,4
Gobierno frente sector privado	61:39		71:29	64:36	25:75	19:81	19:81	27:73
I+D/PNB	0,26	0,38	0,42	0,77	1,58	1,95	2,51	2,52
Sector manufacturero								
Gastos en I+D	NA	NA	16,7 <sup>a</sup>	76,0	688,6	2.134,7	5.809,9	6.439,2
Porcentaje de las ventas	NA	NA	0,36 <sup>a</sup>	0,50	1,51	1,96	2,72	2,64
Número de investigadores (total) <sup>b</sup>	2.135	5.628	10.275	18.434	41.473	70.503	128.315	129.767
Institutos gubernamentales de investigación	1.671	2.458	3.086	4.598	7.542	10.434	15.007	12.587
Universidades	352	2.011	4.534	8.695	14.935	21.332	44.683	51.162
Sector privado	112	1.159	2.655	5.141	18.996	38.737	68.625	66.018
Gasto en I+D por investigador ( en miles de won)	967	1.874	4.152	15.325	27.853	47.514	73.574	87.361
Investigador por cada 10.000 habitantes	0,7	1,7	2,9	4,8	10,1	16,4	28,6	27,9
Número de centros empresariales de I+D	0	1 <sup>c</sup>	12	54	183	966	2.270	3.760

NOTAS: a: para 1976.

b: Las cifras no incluyen ayudantes de investigación, técnicos y otro personal de apoyo.

c: para 1971.

*Fuente:* Ministerio de Ciencia y Tecnología, República de Corea.

En cuarto lugar, el estadio de imitación creativa exigía que las universidades formasen a científicos e ingenieros mejor preparados y con unas capacidades básicas más perfeccionadas que nunca. No obstante, la baja calidad de la educación e investigación universitarias fue un gran impedimento para la creación de la base de conocimientos en el país. El Gobierno, tras sus frustrados esfuerzos de reforma de las universidades que impartían cursos de licenciatura orientados hacia la enseñanza, decidió fundar el Instituto Avanzado de Ciencia y Tecnología de Corea (IACTC), una institución para licenciados universitarios orientada hacia la investigación y especializada en ciencia e ingeniería. Sin embargo, una sola institución no podía proporcionar el número de licenciados universitarios que se precisaba para aumentar el nivel de la base de conocimientos de las empresas.

En quinto lugar, dada la carencia de investigación universitaria, el Gobierno tomó la iniciativa de crear una serie de institutos de investigación por medio de la contratación de científicos e ingenieros de nacionalidad coreana formados en el extranjero. Esos establecimientos estaban orientados hacia la industria y tenían como finalidad atender a las necesidades crecientes del sector privado. Su trabajo se centraba en sectores tales como las sustancias químicas, la producción de maquinaria, la electrónica, las ciencias del mar, la normalización, la energía nuclear, la biotecnología, la ingeniería de sistemas y el aeroespacial. Muchos investigadores experimentados, formados en esos institutos, pasaron a trabajar en los centros de I+D de las empresas.

¿Qué hicieron el Gobierno y los directivos de las empresas para reforzar la *intensidad de esfuerzo*? El fomento de las exportaciones y la creación de crisis también fueron importantes durante el estadio de imitación creativa, al igual que lo habían sido en el estadio anterior. Primeramente, desde el momento en que el país emprendió los ajustes estructurales necesarios para pasar de industrias de tecnología madura a industrias de tecnología intermedia, sus rivales en los mercados de exportación ya no eran otros países en desarrollo, sino países avanzados. En consecuencia, la importancia que se asignaba de forma constante al fomento de las exportaciones hizo que a las empresas coreanas les fuera más difícil competir, lo cual provocó una crisis enorme en el mercado internacional. La competencia cada vez más feroz en industrias de un uso más intensivo de la tecnología y la negativa de los países avanzados a compartir las tecnologías perfeccionadas, obligó a las empresas coreanas a intensificar sus esfuerzos de I+D y a aumentar el “aprendizaje mediante la investigación”.

En segundo término, aunque la imitación creativa precisaba de mucho más ingenio que la imitación por duplicación, la creación de crisis continuó siendo un medio estratégico útil para intensificar el esfuerzo de aprendizaje tecnológico. No obstante, la utilidad de la creación de crisis está inversamente relacionada con el nivel de creatividad que precise el esfuerzo tecnológico.

### *El estadio de innovación*

Algunos *chaebols* coreanos, una vez dominadas las tecnologías intermedias necesarias para la imitación creativa, comenzaron a poner a prueba las tecnologías emergentes de cara a la innovación. Por ejemplo, en el ámbito de los semiconductores, Samsung desarrolló los microprocesadores dinámicos de memoria de acceso aleatorio (DRAM) de 256 megabytes y 1 gigabyte antes de que lo hiciera el Japón (Kim 1997b). Aunque se registró una patente básica en los Estados Unidos de América, la República de Corea fue el primer país que comercializó la tecnología de telefonía móvil de acceso múltiple por división de código (CDMA).

¿Cómo pudo alcanzar la República de Corea el estadio de innovación en lo referente a la *base de conocimientos existente*? ¿Qué tipo de problemas debe afrontar ahora? En los dos estadios anteriores, el conocimiento pertinente ya estaba disponible en algún otro lugar y las empresas coreanas podían copiarlo o comprarlo para incorporarlo a su propia base de conocimientos. Sin embargo, en el estadio de innovación, las empresas coreanas están obligadas a crear tal conocimiento. Con este fin, se han utilizado con éxito cinco mecanismos: la investigación básica en las universidades, la investigación aplicada orientada a la consecución de un fin en los

institutos públicos de investigación, las intensas actividades de I+D por parte de las empresas, la mundialización de la I+D y la contratación de personal altamente cualificado del extranjero.

En primer lugar, el Gobierno coreano, consciente de la importancia de la investigación básica en las universidades, comenzó a transformar unas diez universidades en escuelas para licenciados orientadas hacia la investigación. En consecuencia, el número de investigadores universitarios pasó a ser más del doble: frente a los 21.332 en 1990, en el año 1998 había 51.162. Además, en 1989 el Gobierno puso en práctica, reproduciendo la experiencia de los Estados Unidos de América, un plan para establecer centros de investigación científica y centros de investigación en ingeniería en las universidades más avanzadas del país. El número de esos centros aumentó, pasando de 13 en 1990 a 35 en 1995. No obstante, la mayoría de las universidades coreanas siguen sin contar con el equipo necesario para proporcionar un apoyo adecuado a la industria y economía coreanas. La creación de un sistema universitario moderno y sólido requerirá una inversión enorme y un cambio cultural, algo que tardará en producirse por lo menos diez años, si no más.

En segundo lugar, a la vez que aumentó la inversión en la investigación universitaria, los institutos públicos de investigación desempeñaron un papel fundamental al desarrollar algunos de los resultados de investigación más importantes (tales como los microprocesadores de memoria DRAM de 4 megabytes, los conmutadores electrónicos y los sistemas de telefonía móvil de acceso múltiple por división de código (CDMA)), los cuales pasaron posteriormente al sector privado. En 1992, el Gobierno emprendió el Proyecto Nacional de I+D Altamente Avanzado, también conocido como Proyecto G-7, que tenía como objetivo aumentar la capacidad tecnológica coreana hasta ponerla al nivel de los países del G-7 para el 2020. La cantidad total que será invertida de manera conjunta por el Gobierno, las universidades y las empresas asciende a 5.700 millones de dólares, de los cuales aproximadamente la mitad procederán del sector privado. Sin embargo, como consecuencia de la rápida ampliación de las actividades de I+D del sector privado y de la intensidad creciente de la I+D en las universidades, durante un tiempo se ha debatido acerca de la reforma de los institutos públicos de investigación, con el objeto de redefinir sus funciones. No obstante, la inercia organizativa y la presencia de sindicatos en los institutos han dificultado la aplicación de las reformas.

En tercer lugar, ante las dificultades crecientes para la obtención de tecnología del extranjero y la importancia en aumento de la capacidad de innovación para sustentar la competitividad internacional de la República de Corea en años recientes, el sector privado incrementó de forma drástica su inversión en I+D, pasando de 2.370.000 millones de won (3.360 millones de dólares) en 1990 a 8.270.000 millones de won (7.520 millones de dólares) en 1998. Después de la crisis asiática, el Gobierno incrementó enormemente su inversión en I+D, pero en 1998 el sector privado mantenía su porcentaje del 73% del total nacional de I+D (véase el Cuadro 1). Dicho porcentaje es uno de los mayores tanto con respecto a los países avanzados como a los recientemente industrializados. El Cuadro también muestra que el número de centros de I+D de las empresas aumentó de 996 en 1990 a 3.760 en 1998, reflejando la importancia que las empresas privadas vienen asignando a la I+D en los últimos años.

En cuarto lugar, aunque la inversión para la investigación en las universidades y en los institutos de investigación aumentó de forma significativa, las empresas coreanas consideraron fundamental idear otras alternativas para fortalecer su base de conocimientos existente en materia

de nuevas tecnologías ante la creciente resistencia de los proveedores de tecnología extranjeros. Una alternativa es la mundialización de la I+D, que incluye el establecimiento de centros destacados de I+D, la fusión con empresas extranjeras de tecnología ultramoderna y su adquisición y las alianzas estratégicas con empresas multinacionales líderes. Los *chaebols* establecieron centros destacados de I+D en los Estados Unidos de América, el Japón y Europa para hacer un seguimiento del cambio tecnológico y emprender I+D de avanzada. El salto de Samsung que lo introdujo en el ámbito de los semiconductores es una buena muestra de cómo las empresas coreanas utilizaron estos centros destacados para adquirir la base de conocimientos necesaria (véase Kim, 1997b). Las empresas coreanas están también adquiriendo la base de conocimientos necesaria mediante la fusión con empresas extranjeras innovadoras con una intensa actividad de I+D y su adquisición. No obstante, la mundialización de la I+D es tan nueva para las empresas coreanas, que la gestión de las empresas extranjeras adquiridas no se realiza sin tropiezos.

Un número reducido de *chaebols* que están a la cabeza en el estadio de innovación tecnológica ha comenzado a constituir alianzas estratégicas con empresas extranjeras también líderes para el desarrollo de tecnologías futuras, pero el 95,6% del total de tales vínculos está constituido entre el triángulo formado por el Japón, los Estados Unidos de América y Europa. Las alianzas estratégicas con economías recientemente industrializadas, incluida la República de Corea, sólo son un 2,3% del total (Freeman y Hagedoorn, 1993). La República de Corea debe desarrollar sus propias tecnologías para compartirlas con empresas rivales con el fin de extender su red de tecnología mundial. Mediante ese proceso, por ejemplo, Samsung Electronics ocupó en 1999 el cuarto puesto mundial, después de IBM, NEC y Canon, en cuanto a número de patentes registradas en los Estados Unidos de América, dato que con frecuencia se utiliza como un indicador sustitutivo de la competitividad internacional.

En quinto lugar, en el decenio de 1990 la inversión del éxodo de competencias llegó a cobrar aún más importancia para los *chaebols* coreanos como vía para mejorar su base de conocimientos existente y dar el salto a las tecnologías punteras. Hubo muchos *chaebols* en industrias tales como la de los automóviles, la electrónica y los semiconductores que consiguieron atraer a algunos de los mejores científicos e ingenieros coreano-estadounidenses. Los *chaebols* coreanos les proporcionaron trabajos estimulantes, y atractivas retribuciones, además de una independencia considerable. Las estadísticas gubernamentales muestran que sólo en 1992 los centros de I+D de las empresas contrataron a 427 científicos e ingenieros en el extranjero.

Las empresas coreanas, al acercarse a la tecnología avanzada, encuentran cada vez más difícil graduar la *intensidad de esfuerzo*. No obstante, hay cuatro puntos obvios. El primero: la intensificación continua de la competencia de mercado constituye una fuente importante de estímulo para las empresas coreanas. Junto con la orientación a la exportación, la liberalización de las importaciones supuso una nueva fuente de incentivos, en el marco del régimen establecido por la Organización Mundial del Comercio que obligó a las empresas coreanas a competir con multinacionales no sólo en el contexto del mercado de exportación, sino también en el mercado nacional, provocando crisis externamente inducidas que las obligaron a intensificar sus esfuerzos.

Segundo punto: la creación de crisis constituye un medio eficaz de acelerar el aprendizaje tecnológico para ponerse al día, aunque no para ser pioneros. Los objetivos del aprendizaje en la puesta al día deben ser más específicos y claros que en el caso de querer ser pioneros. Las

empresas que se ponen al día pueden adquirir el conocimiento existente mediante el estudio de las publicaciones, el robo de personal a otras empresas, las visitas de observación y la obtención de licencias de explotación de determinadas tecnologías. En cambio, las empresas pioneras deben trabajar con una ambigüedad estratégica de la que sólo obtienen una dirección general (Nonaka, 1988). Este último tipo de empresas tiene dificultades a la hora de identificar fuentes externas o el conocimiento pertinente. En consecuencia, el aprendizaje, en los supuestos de empresas pioneras, es creativo, pero no necesariamente acelerado.

Tercer punto: los coreanos, a diferencia de lo que ocurría en decenios anteriores, ya no son tan trabajadores. La democratización y el sindicalismo han traído como consecuencia importantes cambios en la sociedad y en las organizaciones: los trabajadores son menos sumisos que en el pasado. La nueva generación criada en la abundancia se muestra menos dispuesta a trabajar duro que la vieja generación, con lo que se dificulta, incluso en el caso de las empresas que buscan ponerse al día, la utilización de la creación de crisis como medio para intensificar el esfuerzo de aprendizaje.

Cuarto punto: la crisis asiática de 1997 parece haber creado un importante dinamismo en el mercado. Durante el año posterior a la crisis y para aumentar la liquidez a corto plazo, los *chaebols* de gran tamaño redujeron sus actividades de I+D en aproximadamente un 13% (Kim, 1999). El resultado fue un gran auge de las pequeñas empresas con base tecnológica en la República de Corea. Los científicos e ingenieros altamente cualificados que habían sido despedidos por los *chaebols* fundaron un gran número de pequeñas empresas con base tecnológica, con lo cual el número de empresas de riesgo aumentó, pasando de unas 100 en el momento posterior a la crisis, a principios de 1998, a un total de más de 7.000 en junio de 2000. Contrariamente a lo esperado, el número de laboratorios empresariales de I+D en la República de Corea ascendió: de 3.060 en el momento de la crisis pasó a 5.200 dos años después. Las pequeñas y medianas empresas fueron las responsables del 95% de dicho incremento.

### Repercusiones para otros países en desarrollo

Del formidable crecimiento de la República de Corea en el fortalecimiento de su capacidad tecnológica acaecido en los últimos cuatro decenios se pueden extraer conclusiones aplicables a otros países en desarrollo. Primero, el fomento de la exportación es un eficaz instrumento político que constituye un estímulo competitivo para que las empresas aceleren el aprendizaje tecnológico. Obligó a las empresas coreanas en los sectores orientados hacia la exportación a aprender y a crecer a una velocidad significativamente superior que las empresas en sectores orientados a la sustitución de importaciones. De igual modo, las economías recientemente industrializadas del Asia Oriental orientadas a la exportación, crecieron más velozmente que aquéllas de América Latina orientadas hacia la sustitución de importaciones.

Segundo, entre las medidas más esenciales y eficaces que los gobiernos pueden adoptar para ayudar a las empresas a crear una base de conocimientos existente adecuada, están el ampliar y el mejorar la calidad de la educación en todos los niveles. La expansión rápida de la educación en el estadio de imitación por duplicación, permitió que las empresas coreanas tuvieran una base de conocimientos existente adecuada para el aprendizaje tecnológico. Sin embargo, la falta de una inversión suficiente para mejorar la calidad de la educación en los estadios ulteriores fue un serio obstáculo para el aprendizaje tecnológico. Existe un gran número de estudios en los que se llega a

la conclusión de que la cantidad y la calidad de la educación en una economía son elementos decisivos a la hora de establecer si esa economía está acortando la distancia que la separa de los países avanzados (Baumol, Blackman y Wolff, 1991).

Tercero, una política liberal en materia de éxodo de competencias en el primer estadio de la industrialización puede beneficiar a largo plazo a los países en desarrollo. Si no se permite emigrar a los escasos científicos e ingenieros a los países avanzados antes o durante el primer estadio de la industrialización, muchos de ellos no encontrarán en su país los trabajos adecuados en los que poder desarrollar su competencia técnica. En el decenio de 1960, el éxodo de competencias fue un problema para el país, pero posteriormente los científicos e ingenieros coreanos acabaron regresando a su país y desempeñaron un papel crucial a la hora de conocer a fondo las tecnologías intermedias y emergentes.

Cuarto, el contar con una amplia base de conocimientos tácitos es un requisito importante para que se pueda dar un aprendizaje tecnológico eficaz. Las tres principales maneras de crearla son las siguientes: (1) la contratación de recursos humanos de alto nivel, (2) la transferencia de tecnología extranjera y (3) el aprendizaje mediante la investigación por medio de la I+D interna. La experiencia coreana muestra que esos tres elementos son complementarios y no excluyentes. La incorporación de un mayor conocimiento tácito a través de la contratación de científicos de alto nivel permite a una empresa poner a prueba las nuevas tecnologías en el marco de la I+D interna y, a su vez, fortalecer su posición en las negociaciones de transferencia de tecnología.

Quinto, la estrategia de transferencia de tecnología tiene que evolucionar con el paso del tiempo a medida que progresa la industrialización. Cuando la tecnología está madura y es simple, las empresas locales pueden emplear la ingeniería inversa con los productos extranjeros. Cuando la tecnología está por encima de la capacidad de las empresas locales, éstas pueden apoyarse en la obtención de licencias para la explotación de patentes extranjeras e intentar asimilar la tecnología importada en el menor tiempo posible. Cuando la tecnología se encuentra en un estadio intermedio, las empresas locales pueden intensificar la I+D interna para reforzar su posición en las negociaciones de transferencia de tecnología. Cuando se trata de una tecnología emergente, las empresas pueden establecer puestos destacados de I+D en los países adelantados y utilizar las fusiones y adquisiciones de empresas y las alianzas estratégicas para obtener acceso a las tecnologías avanzadas.

Sexto, la intensificación de esfuerzo es otro requisito para que pueda darse el fortalecimiento de la capacidad tecnológica necesario para la industrialización. La experiencia coreana muestra que las crisis provocadas por el establecimiento de objetivos ambiciosos es una de las vías más eficaces para lograr la intensificación de esfuerzo, tanto de la persona como de la organización. El esfuerzo de alta intensidad y centrado en un objetivo como medio para resolver las crisis impulsa a los miembros de las empresas a buscar de forma activa información sobre nuevas vías para responder a las crisis y para acelerar la conversión y acumulación del conocimiento en el plano individual. Ese proceso intensifica también las interacciones entre los miembros de las empresas, dando lugar a la conversión y acumulación de conocimientos en la organización.

Séptimo, las políticas tecnológicas del sector público deben evolucionar con el tiempo para dar respuesta a los cambios que se producen en el mercado y en la tecnología. Por ejemplo, el sistema coreano de innovación nacional funcionó con eficacia en el estadio de imitación por duplicación,

pero se hizo problemático en los estadios posteriores porque el Gobierno no logró modernizar el sistema de educación nacional y reconvertir la estructura industrial en respuesta a los cambios que se habían producido en el entorno económico (Kim, 1993; Kim, 2000).

Octavo, la experiencia coreana indica que el papel de los institutos públicos de investigación debería evolucionar con el tiempo. En los primeros años de la industrialización, deberían prestar asistencia técnica al sector privado para fortalecer su poder negociador en la transferencia de tecnología y permitirle asimilar y adaptar rápidamente la tecnología importada. También deberían formar un elevado número de investigadores con experiencia, los cuales podrían desempeñar en el futuro un papel crucial en la I+D industrial del sector privado. Es decir, los institutos no deberían evaluarse en términos de número de patentes obtenidas o de resultados de investigación de importancia logrados y transferidos al sector privado. Más bien habrían de ser evaluados en términos de la ayuda prestada al sector privado para transferir tecnología extranjera a bajo coste y para la eficaz asimilación y mejora de la misma. Es entonces, a medida que la industrialización avanza hacia el estadio de innovación, cuando el papel que han de desempeñar los institutos puede delimitarse mejor frente al rápido aumento de la investigación universitaria y de las actividades empresariales de I+D.

Algunas de las experiencias coreanas son difíciles de emular por otros países en desarrollo por los cambios radicales que ha experimentado el entorno económico internacional. Así, en primer lugar, el nuevo orden del comercio internacional regido por la Organización Mundial del Comercio (OMC) dificultará el que los países en desarrollo puedan proteger el mercado nacional para el aprendizaje de las industrias nacientes. Además, como consecuencia de las presiones recientes en el marco de la OMC para liberalizar el mercado nacional a los productos, servicios e inversiones, los países en desarrollo experimentarán más dificultades para mantener su independencia frente a las multinacionales que las que tuvo que afrontar la República de Corea.

En segundo lugar, la protección de los derechos de propiedad intelectual impedirá la imitación por duplicación de las tecnologías extranjeras. La ingeniería inversa de los productos extranjeros con el fin de llevar a cabo la imitación por duplicación será más difícil y costosa para los países en desarrollo que lo que lo fue para la República de Corea en los decenios de 1960 y 1970. China, por ejemplo, tiene que hacer frente a una presión enorme por parte de los Estados Unidos de América para que respete los derechos de propiedad intelectual, presión a la que el Japón, la República de Corea y Taiwan no se vieron sometidas en el estadio inicial de su industrialización.

*Traducido del inglés*

---

#### Nota

---

<sup>1</sup> La investigación necesaria para la realización de este artículo fue respaldada por la Suam Foundation, Seúl, República de Corea.

---

#### Referencias

---

BAUMOL, W. J., BLACKMAN, S. A. y WOLFF, E. N. 1991. *Productivity and American Leadership* [Productividad y liderazgo americano], Cambridge, MA: MIT Press.

- COHEN, W. M. y LEVINTHAL, D. A. 1990. "Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation" [Capacidad de absorción: una nueva perspectiva sobre el aprendizaje y la innovación]. *Administrative Science Quarterly* 35, 128-152.
- FREEMAN, C. y HAGEDOORN, J. 1993. "Globalisation of Technology," [La mundialización de la tecnología]. Documento de trabajo 92-013, Maastricht Economic Research Institute on Innovation and Technology.
- GROSSMAN, G. M. 1991. *Innovation and Growth in the Global Economy* [Innovación y crecimiento en la economía mundial], Cambridge, MA: MIT Press, 1991.
- HARBISON, F. y MYERS, C. A. 1964. *Education, Manpower, and Economic Growth* [Educación, recursos humanos y crecimiento económico], Nueva York: McGraw-Hill.
- HENTGES, H. A. 1975. "The Repatriation and Utilization of High-Level Manpower: A Case of the Korea Institute of Science and Technology" [La repatriación y utilización de recursos humanos de alto nivel. El caso del Instituto Coreano para la Ciencia y la Tecnología]. Tesis doctoral, Johns Hopkins University.
- HOBDAY, M. 1995. *Innovation in East Asia: The Challenge to Japan* [Innovación en el Asia Oriental: el reto para el Japón], Cheltenham, Reino Unido: Edward Elgar.
- KIM, L. 1993. "National System of Industrial Innovation: Dynamics of Capability Building in Korea" [El sistema nacional de la innovación industrial: la dinámica del fortalecimiento de capacidades en la República de Corea] en Richard R. Nelson (comp.), *National Innovation Systems: A Comparative Analysis*, Nueva York: Oxford University Press, pág. 357-383.
- KIM, L. 1997a. *Imitation to Innovation: The Dynamics of Korea's Technological Learning* [De la imitación a la innovación: la dinámica del aprendizaje tecnológico en la República de Corea], Boston: Harvard Business School Press.
- KIM, L. 1997b. "The Dynamics of Samsung's Technological Learning in Semiconductors" [La dinámica del aprendizaje tecnológico de Samsung en materia de semiconductores], *California Management Review*, 39, 86-100.
- KIM, L. 1998. "Crisis Construction and Organizational Learning: Capability Building in Catching-up at Hyundai Motors" [La creación de crisis y el aprendizaje organizativo: el fortalecimiento de capacidades en la puesta al día realizada en Hyundai Motors], *Organization Science*, 9, 506-521.
- KIM, L. 1999. "The Impact of the Asian Crisis on National Innovation System: An Initial Assessment in Korea" [La repercusión de la crisis asiática en el sistema de innovación nacional: una primera evaluación de la República de Corea]. Ponencia presentada en la International Conference on Public Policy in the 21<sup>st</sup> Century celebrada entre el 5 y el 7 de septiembre de 1999 en Singapur.
- KIM, L. 2000. "Korea's National Innovation System in Transition" [La transición en el sistema de innovación nacional de la República de Corea], en Linsu Kim y Richard Nelson (comps.), *Technology, Learning and Innovation: The Experiences of Newly Industrialising Economies*, Cambridge, Reino Unido: Cambridge University Press.
- KIM, L. y DAHLMAN, C. J. 1992. "Technology Policy for Industrialization: An Integrative Framework and Korea's Experience" [La política tecnológica para la industrialización: marco integrador y experiencia de la República de Corea], *Research Policy*, 21, 437-452.
- NONAKA, I. 1988. "Creating Organizational Order Out of Chaos: Self-Renewal in Japanese Firms" [La creación del orden organizativo a partir del caos: autorrenovación en las empresas japonesas], *California Management Review*, 30, 57-73.
- NONAKA, I. y TAKEUCHI, H. 1995. *The Knowledge-Creating Company* [La empresa creadora de conocimiento], Nueva York: Oxford University Press.

- PACK, H. y WESTPHAL, L. E. 1986. "Industrial Strategy and Technological Change" [Estrategia industrial y cambio tecnológico], *Journal of Development Economics*, 4, 205-237.
- WATANABE, T. 1985. "Economic Development in Korea: Lessons and Challenges" [El desarrollo económico en las República de Corea: lecciones y retos], en T. Shishido y R. Sato (comps.), *Economic Policy and Development: New Perspectives*, Dover: Auburn House.