

Las colecciones de Documentos de Trabajo del CIDE representan un medio para difundir los avances de la labor de investigación, y para permitir que los autores reciban comentarios antes de su publicación definitiva. Se agradecerá que los comentarios se hagan llegar directamente al (los) autor(es). ❖ D.R. © 1997, Centro de Investigación y Docencia Económicas, A. C., carretera México-Toluca 3655 (km. 16.5), Lomas de Santa Fe, 01210 México, D. F., tel. 727-9800, fax: 292-1304 y 570-4277. ❖ Producción a cargo del (los) autor(es), por lo que tanto el contenido como el estilo y la redacción son responsabilidad exclusiva suya.



**CIDE**

---

**NÚMERO 49**

Gabriela Nava Campos  
**APRENDIZAJE TECNOLÓGICO EN MÉXICO  
Y COREA DEL SUR. ANÁLISIS DEL PAPEL DE LOS  
INSTRUMENTOS DE POLÍTICA PÚBLICA**

## *Introducción*

Este ensayo constituye la primera parte de un estudio más ambicioso en el que se pretende comprender la naturaleza del aprendizaje tecnológico en países en desarrollo a partir de la observación de sus manifestaciones más relevantes. De manera adicional, dicho estudio busca señalar el peso de la acción gubernamental en el proceso de aprendizaje y asignarle un papel preponderante en la conformación de los rasgos que aquél desarrolla. Más específicamente, se trata de demostrar el impacto que la gestión de instrumentos de política estratégicos ha tenido sobre el proceso de generación y acumulación de capacidades tecnológicas.

La revisión y contrastación de dos casos específicos, Corea del Sur y México, bajo parámetros de común aceptación generados por investigaciones más profundas facilitan esta tarea en la ausencia de teorías y/o modelos de incuestionable capacidad explicativa. Una serie de factores apoyan dicha contrastación y hacen de ésta un ejercicio sumamente interesante. En el plano político, ambos países han atravesado por traumáticos períodos de guerra y colonización, y han vivido bajo regímenes de corte autoritario ahora en transición. En el terreno económico, cabe mencionar que Corea y México son dos de las naciones que más sorprendían a la comunidad industrializada hacia fines de los setenta por el dinamismo que presentaba su producción de manufacturas y sus exportaciones.<sup>1</sup> Los dos países, que habían iniciado sus procesos de industrialización en este siglo, representaban puntales de crecimiento en sus respectivas regiones mediante la implementación de estrategias de desarrollo basadas tanto en la sustitución de importaciones como en la orientación externa, aunque en momentos distintos. Como sugiere el uso de la estrategia de sustitución de importaciones, ambos países han experimentado una fuerte intervención gubernamental en el plano económico.

Pese a estas y otras semejanzas, las trayectorias de los dos países han sido profundamente distintas, situación más evidente a partir de la década de los ochenta. Mientras que Corea logró sostener impresionantes tasas de crecimiento económico desde los años sesenta, México aún no se sobrepone a la debacle económica de los ochenta. En menos años de trayectoria industrial, Corea ha alcanzado un importante dinamismo y dominio tecnológico, y destaca por sus altos niveles de competitividad en sectores intensivos en tecnología. México por su parte presenta un severo rezago en este rubro, situación que puede amenazar su posición futura en los mercados internacionales.

<sup>1</sup>El grupo de países a que nos referimos estaba integrado por Corea del Sur, Taiwan, Hong Kong, Singapur, Brasil, México, España, Portugal, Grecia y Yugoslavia. Para mayor detalle, consúltese OCDE, *The Impact of the Newly Industrializing Countries on Production and Trade in Manufactures*. París, Francia: OCDE, 1979.

Este trabajo presupone que el proceso de generación y acumulación de capacidades tecnológicas no puede ser ponderado únicamente desde la perspectiva técnica. Al tratarse éste de un proceso sumamente complejo, donde interactúan variables económicas, industriales y laborales, así como puramente tecnológicas, es indispensable observar la manifestación de dichas capacidades en los ámbitos industrial, educativo y científico-tecnológico.

Se asume también que el gobierno es un agente protagónico en el proceso de generación y acumulación de capacidades tecnológicas, particularmente en los países en desarrollo. De forma directa e indirecta, las políticas públicas tienen la capacidad de crear los entornos macroeconómicos, las estructuras de incentivos y las instituciones adecuados, así como influir en las decisiones de los agentes económicos, a efecto de impulsar el cambio tecnológico. Sin embargo, la sola intervención gubernamental no garantiza la obtención de resultados satisfactorios en este sentido. Esto conduce necesariamente a indagar qué tipo de intervención es la adecuada para ayudar a la generación y acumulación de capacidades tecnológicas.

Este trabajo no busca dar una respuesta definitiva a estas interrogantes pero sí trata de encontrar pistas que contribuyan a este objetivo al analizar, de forma retrospectiva, la manera en que los gobiernos de Corea y México han manejado diversos instrumentos de política estratégicos en los ámbitos industrial, educativo y tecnológico, y sugerir que una posible explicación a la enorme brecha que separa a estas naciones se encuentra a nivel de la gestión, y no necesariamente del diseño, de la política pública.<sup>2</sup>

En última instancia sería deseable que un ejercicio de contrastación como este pusiera de manifiesto y ayudara a comprender las debilidades y fortalezas de la política mexicana en rubros con impacto directo en las capacidades tecnológicas. Lo anterior, por supuesto, sin pretender señalar a Corea como una panacea o un ejemplo a seguir ciegamente pero sí como una experiencia exitosa y digna de estudio de la cual se podrían extraer algunas enseñanzas generales. Éstas, sin duda, se plantearían más como nuevas rutas de investigación que como hallazgos irrefutables.

Este primer ensayo retoma algunas de las preocupaciones expresadas anteriormente, particularmente, las que se refieren a la naturaleza multidimensional

<sup>2</sup> Es importante señalar que en México se han generado trabajos muy importantes que, incorporando la variable gubernamental, contribuyen al entendimiento de la brecha que separa a nuestro país de Corea del Sur. Algunos de éstos plantean preguntas de mucho mayor alcance al situar su análisis en la naturaleza y conformación de los respectivos gobiernos, así como en las interacciones de éstos con otros actores políticos (nacionales y extranjeros). En suma, bajo esta perspectiva, la política pública es revisada de manera indirecta, como un producto de los arreglos políticos — formales e informales — que predominan en un determinado país. Para abundar un poco más en esta aproximación, se puede consultar, por ejemplo, Borja Tamayo, Arturo, *El estado como inductor del cambio en los países de reciente industrialización: una comparación de la industria de cómputo en Corea del Sur, México y Brasil*. México, D. F.: CIDE, 1991. Una visión más amplia en retrospectiva se encuentra en Pipitone, Ugo, *La salida del atraso: un estudio histórico comparativo*. México, D. F.: Fondo de Cultura Económica, 1994.

de las manifestaciones concretas del aprendizaje tecnológico, así como aquéllas relacionadas con la identificación precisa de la magnitud de la brecha que separa a México de Corea del Sur. La sección I revisa la literatura existente sobre el tema a fin de construir un marco general de índole conceptual que facilite la comparación empírica que se elabora en la sección II.

La sección III pretende ubicar la comparación en un contexto más amplio y de mayor alcance al analizar los factores que determinan el aprendizaje tecnológico e identificar el papel que desempeña la acción gubernamental. Finalmente se retoman los resultados de la comparación entre México y Corea para adelantar algunas implicaciones de política pública. Esta discusión permitirá hacer un enlace con la segunda parte de la investigación, en la que se estudiarán las políticas de los gobiernos coreano y mexicano en las áreas industrial, educativa y tecnológica, y que habrá de constituirse en otro documento de trabajo.

### ***Aprendizaje tecnológico: un marco de referencia***

En el estudio del desarrollo económico, se acepta cada vez más que el avance tecnológico es un elemento esencial para explicar el crecimiento económico, ya que contribuye y es estimulado a su vez por la expansión del producto y el ingreso.<sup>3</sup> El desafío comercial que Japón impuso a los Estados Unidos, y la creciente competitividad internacional de los países asiáticos de industrialización reciente acentuaron el gran interés que ya existía por el cambio tecnológico como motor del dinamismo industrial.

Por cambio tecnológico se puede entender la incorporación de una nueva tecnología a la capacidad de producción de empresas y economías. Se pueden mencionar tres tipos distintos de cambio tecnológico. Los cambios tecnológicos incrementales (innovaciones menores) ocurren de manera más o menos continua (aunque los ritmos varían de acuerdo con la industria) y se traducen básicamente en mejoramientos a la variedad disponible de productos y procesos de producción. Aunque su efecto combinado o acumulativo puede ser extremadamente importante en el incremento de la productividad, cada uno de manera aislada no tiene efectos dramáticos. Los cambios tecnológicos radicales (innovaciones mayores) indican la aparición de nuevas tecnologías que dan origen a nuevos productos, procesos o servicios. Aunque su impacto sobre la productividad es muy relevante y se extiende a diversas ramas de la economía, no alcanza a propiciar variaciones profundas en el

<sup>3</sup> Para efectos de este ensayo, tecnología se definirá como aquél conocimiento sistemático con aplicación práctica que puede ser empleado en la manufactura de un producto, la ejecución de un proceso o la prestación de un servicio. Este conocimiento puede reflejarse en innovaciones, diseños industriales, modelos o prototipos, nuevas variedades de plantas industriales, manuales técnicos o en servicios de asistencia para el diseño, instalación, operación, mantenimiento y administración de plantas y empresas.

sistema económico. Finalmente, las revoluciones tecnológicas traen consigo dinámicas transformadoras que impactan de manera profunda y permanente a la economía en su conjunto: no sólo conducen al surgimiento de una nueva variedad de productos y servicios, sino que también afectan todas las otras ramas de la economía a través de cambios en la estructura de precios de insumos y las condiciones de producción y distribución en el sistema.<sup>4</sup>

Diversos trabajos han sugerido que las capacidades para manejar y generar el cambio tecnológico se encuentran entre los factores más importantes que explican las diferencias en los desempeños económicos y comerciales de diversos países.<sup>5</sup> Con el reconocimiento de que el desarrollo tecnológico puede proporcionar grandes beneficios, y que éstos se obtienen a partir de la adopción de las últimas tecnologías, distintas áreas de la ciencias sociales han concentrado su atención en explicar de que forma es posible crear, al interior de los países en desarrollo, la capacidad para adaptar, asimilar, innovar e incluso generar nuevas tecnologías.

El estudio del aprendizaje tecnológico se encuentra estrechamente relacionado, aunque no de manera exclusiva, con el análisis de la dinámica del desarrollo industrial. En ésta el manejo eficiente y la generación del cambio tecnológico desempeñan un papel protagónico, en tanto éstos son factores clave para la existencia de plantas industriales modernas y la competencia en los mercados mundiales a través del tiempo, manteniendo o creando nuevas bases de ventajas comparativas.

Convencionalmente, el cambio tecnológico en la industria a nivel global es visto como un proceso de dos etapas: primero, el desarrollo y comercialización de innovaciones significativas; y segundo, la aplicación o difusión de estas innovaciones. La primera actividad se encuentra fuertemente concentrada en las naciones industrializadas y es significativa en los países en desarrollo sólo en tanto

<sup>4</sup>La tipología es de Christopher Freeman. Véase Freeman, Christopher, Ed., *The Economics of Innovation*. U.K.: Edward Elgar Publishing limited, 1990.

<sup>5</sup>En particular, y con respecto a diversos países en desarrollo, existen una serie de trabajos que han estudiado como las tecnologías industriales utilizadas por las empresas ha sido modificada gracias a constantes adaptaciones, mejoramientos y desarrollos, así como la eficiencia con la que nuevas bases de ventajas comparativas se han creado en industrias crecientemente intensivas en tecnología. Ejemplos de estos trabajos son Bell, Martin y Keith Pavitt, "Accumulating Technological Capability in Developing Countries" en Summers, Lawrence H. y Shekhov Shah, Eds., *Proceedings of the World Bank. Annual Conference on Development Economics 1992*. Washington, D. C.: The World Bank, marzo de 1993; Dahlman, Carl J., Bruce Ross-Larson y Larry E. Westphal, *Managing Technological Development. Lessons from Developing Countries*. World Bank Staff Working Paper No. 717, Washington, D. C.: The World Bank, 1985; Enos, J.L., *The Creation of Technological Capabilities in Developing Countries*. Londres, U.K.: Pinter Publishers, 1991; Fransman, Martin y Kenneth King, Eds., *Technological Capability in the Third World*. Londres, U.K.: Macmillan, 1984; y Lall, Sanjaya, "Explaining Industrial Success in the Developing World" en Balasubramanyam, V.N. y Sanjaya Lall, Eds., *Current Issues in Development Economics*. Londres, U.K.: Macmillan, 1991.

éstos se aproximen a las fronteras tecnológicas. Antes de esta etapa, puesto que los países en desarrollo están básicamente involucrados en la difusión de tecnología, o en la selección y adopción de tecnologías existentes, el cambio tecnológico endógeno parecería irrelevante.<sup>6</sup>

Sin embargo, incluso si se acepta por completo esta perspectiva del cambio tecnológico, el proceso de difusión comprende actividades adicionales de complejidad diversa además de la simple adquisición de maquinaria, diseños industriales o *know-how*. Este también induce cambios tecnológicos continuos e incrementales a fin de adaptar la tecnología a circunstancias específicas y obtener mejores estándares de operación. En un contexto dinámico, donde las tecnologías varían constantemente, estos cambios tecnológicos se presentan en secuencia. Primero, la nueva tecnología es incorporada y adaptada a las facilidades de producción. Posteriormente, se presenta una fase de post-adopción donde se incrementa la eficiencia inicial y se modifica la tecnología para acoplarse a los cambios en los mercados de insumos y productos.<sup>7</sup>

A lo largo de esta secuencia se presenta una continua acumulación de conocimientos y habilidades en las empresas y los países que adoptan nuevas tecnologías. Pero también es importante señalar que se requiere un mínimo de capacidad tecnológica (a menudo reflejado en niveles básicos de escolaridad en la fuerza de trabajo) para poder involucrarse efectiva y progresivamente en procesos de aprendizaje y desarrollo tecnológico. Inicialmente, las empresas deben acumular experiencia y conocimiento para efectuar nuevos procesos bajo estándares predeterminados, a fin de producir de acuerdo con las respectivas especificaciones.

Posteriormente, las unidades productivas acumulan conocimientos, habilidades y experiencia más sofisticados, necesarios para generar cambios incrementales que mejoren el desempeño original de la tecnología y modifiquen insumos, procesos y productos en respuesta a las condiciones cambiantes de los mercados. Al mismo tiempo, también pueden fortalecer sus capacidades para buscar y adquirir tecnologías más avanzadas. A continuación, las empresas pueden aprovechar y mejorar esas capacidades para introducir cambios tecnológicos más substanciales para modificar productos existentes, producir sustitutos, diversificarse hacia la producción de maquinaria y equipo, o mejorar las tecnologías utilizadas por las empresas proveedoras. Este proceso puede continuar hasta una fase en la cual se producen cambios tecnológicos de corte más radical.

Así pues, las capacidades tecnológicas que se acumulan a lo largo de este proceso de aprendizaje constituyen un conjunto de aptitudes humanas necesarias para establecer y operar la industria de forma eficiente a lo largo del tiempo a través de la absorción efectiva — e incluso la generación — del cambio tecnológico. En

<sup>6</sup> Una interesante discusión al respecto se encuentra en Walker, W.B., *Industrial Innovation and International Trading Performance*. Greenwich: Jai Press, 1979.

<sup>7</sup> Para mayor detalle véanse Bell, Martin y Keith Pavitt, *op. cit.*

un sentido más amplio, las capacidades tecnológicas permiten a un país explotar el potencial que el cambio tecnológico tiene para contribuir al desarrollo económico.<sup>8</sup>

Una organización capaz, desde el punto de vista tecnológico, ya sea ésta una planta, una empresa o una industria, no sólo produce con eficiencia de acuerdo con los estándares internacionales sino que también ha adquirido cierto dominio de los diversos componentes de la actividad tecnológica. Esto hace posible, dependiendo de la industria, fabricar localmente algunos componentes, tener algún dominio del diseño de procesos y productos, establecer y operar plantas de producción eficientemente, e incluso elevar la productividad y mantenerse al día respecto a las cambiantes tecnologías internacionales.<sup>9</sup>

Diversos observadores han notado que la misma tecnología es aplicada en diferentes países y empresas con niveles de productividad profundamente diferentes. Investigaciones más recientes sobre países en desarrollo han mostrado que un nivel muy considerable de esfuerzo es necesario para dominar las aptitudes involucradas en el establecimiento y operación de las industrias así como para adaptar y mejorar tecnologías extranjeras.<sup>10</sup>

En el contexto de los países en desarrollo, es altamente significativo tener acceso a la corriente de innovaciones tecnológicas producidas en el mundo industrializado. Aunque no todas éstas podrán transferirse, ni todas serán relevantes para las industrias locales, es importante recordar que cualquiera que sea la tecnología, su transferencia e implantación exitosa siempre requiere de un esfuerzo considerable por parte del receptor. Las tecnologías más simples sólo necesitan inversión en adaptación y absorción, mientras que las muy complejas demandan aptitudes para la innovación y la investigación y desarrollo formales. En otras palabras, un cierto grado de capacidad de innovación independiente es prerequisite para absorber o imitar tecnología de punta.

<sup>8</sup> Véanse Lall, Sanjaya, *Building Industrial Competitiveness in Developing Countries*. París, Francia: OCDE, 1990, y Enos, J.L., *The Creation of Technological Capabilities in Developing Countries*. Londres: Pinter Publishers, 1991.

<sup>9</sup> La línea que divide a una empresa, industria o país con capacidades tecnológicas de otro que no las posee es difícil de trazar. Por supuesto, no implica la "autosuficiencia" tecnológica en un sentido autárquico, ni tampoco la especialización en funciones tecnológicas determinadas. Sin embargo, sí implica el dominio de las funciones tecnológicas esenciales que requiere la especialización seleccionada por la empresa, industria o país, incluyendo la capacidad suficiente para absorber insumos externos cuando esto sea necesario. Una discusión más detallada al respecto se encuentra en Dahlman, Carl J., *et. al., op. cit.*

<sup>10</sup> Al respecto consúltense los trabajos de Nelson, R.R., "Research on Productivity Growth and Productivity Differences: Dead Ends and New Departures", en *Journal of Economic Literature*, 1981, e "Innovation and Economic Developments: Theoretical Retrospect and Prospect" en Katz, J., Ed., *Technology Generation in Latin American Manufacturing Industries*. London, U.K.: MacMillan, 1987; y Pack, Howard, *Productivity, Technology and Economic Development*. New York, N.Y.: Oxford University Press, 1987.

¿Cuáles son, en particular, las capacidades tecnológicas a las que se ha hecho mención a lo largo de este ensayo? Desde una perspectiva micro, éstas se refieren a las aptitudes indispensables para ejecutar todas las funciones técnicas relacionadas con el establecimiento, operación, mejoramiento, expansión y modernización de las facilidades productivas de la empresa. En el Cuadro 1 se sintetizan las categorizaciones hechas en diversos trabajos tomando en cuenta los elementos de consenso y algunos otros que resultan pertinentes para este ensayo. La lectura horizontal del Cuadro permite distinguir los tres tipos de funciones para las que son necesarias capacidades tecnológicas mientras que las columnas verticales agrupan a dichas capacidades en función de su grado de complejidad y sofisticación.

Las capacidades tecnológicas se encuentran a tres niveles: inversión, producción y vinculación. El primer nivel contempla las aptitudes necesarias para identificar, preparar, diseñar, establecer y comisionar un proyecto industrial, sea este nuevo o de expansión.<sup>11</sup> Muchas de estas actividades no son realizadas por el empresario mismo, ya que demandan capacidades de diseño e ingeniería altamente especializadas y complejas. Sin embargo, para que la inversión sea exitosa y benéfica para la empresa, ésta debe poder evaluar las recomendaciones de consultores especializados, seleccionar y adquirir la maquinaria y equipo adecuados, participar activamente en el diseño de procesos, y negociar términos favorables para la transferencia de tecnología.

El nivel de producción cubre todas las habilidades necesarias para operar una planta eficientemente y mejorar su desempeño a lo largo del tiempo. Éstas se agrupan en dos áreas de la ingeniería: de procesos y de producto. La ingeniería de procesos se ocupa de la optimización, adaptación, mejoramiento e innovación de los procesos de producción, así como del mantenimiento de maquinaria y equipo con el objeto de reducir los costos de producción. La ingeniería de producto cubre desde el dominio de los elementos del diseño de producto hasta la capacidad para efectuar innovaciones mayores. Éstas, por lo general, implican procesos extremadamente caros, prolongados y complejos, por lo que ciertas empresas en países en desarrollo escogen no desarrollar este aspecto de sus capacidades tecnológicas. Sin embargo, las nuevas tecnologías de producto no están siempre disponibles para su compra por lo que es necesario contar con la capacidad para seguir las tendencias en el desarrollo de productos a fin de poder participar en la rigurosa competencia internacional.

El nivel de vinculación comprende las habilidades necesarias para transferir tecnología entre empresas (proveedores, compradores o competidores), entre

<sup>11</sup> Cada etapa requiere de capacidades específicas. Por ejemplo, antes de efectuar la inversión, es necesario contar con aptitudes para la preparación del proyecto, la identificación del lugar donde se ubicará y del proveedor de la tecnología, la negociación para la construcción y la transferencia de tecnología, etc. Una vez que se pone en marcha el proyecto, son necesarias aptitudes para la ingeniería básica y de detalle, la adquisición de equipo, la realización de pruebas y montajes, y el entrenamiento del personal, entre otras.

industrias, y entre la industria y los demás componentes del sistema de ciencia y tecnología. Dicho sistema comprende aquellas instituciones y estructuras cuyas actividades consisten básicamente en el descubrimiento, articulación y propagación del conocimiento científico y tecnológico. Diversos autores han colocado a las actividades de investigación y desarrollo en el centro de un sistema compuesto por universidades, empresas privadas, organizaciones no lucrativas y agencias gubernamentales que de alguna forma orientan sus actividades hacia los propósitos antes descritos.<sup>12</sup>

Suele pensarse que estos vínculos se dan de forma rápida y semiautomática. Sin embargo, una gran cantidad de transacciones entre estos agentes presentan fallas de mercado (p.e. los mercados son estrechos y fragmentados, y/o incapaces de proporcionar el tipo de información que los participantes requieren para diseñar, manufacturar e invertir). Los vínculos no sólo son necesarios para favorecer el funcionamiento de los mercados interindustriales, son también esenciales para la profundización y desarrollo de la estructura industrial y la infraestructura científico-técnica, así como para la difusión de la tecnología al interior de las industrias.<sup>13</sup>

El establecimiento de estos vínculos requiere esfuerzos sostenidos y aptitudes especiales por parte de las empresas. En particular, éstas deben poder identificar a sus proveedores y compradores potenciales. La interacción entre éstos incide en el diseño y desempeño del producto, factores que se tornan más importantes y complejos conforme las tecnologías cambian. Esto demanda una preparación adecuada por parte del capital humano de la empresa (a todos los niveles) de tal forma que las tecnologías puedan ser transferibles y asimilables, se contribuya a solucionar los problemas de los proveedores y atender las demandas de los compradores, se intercambie información y asesoría, y se puedan realizar proyectos conjuntos de investigación y desarrollo, entre otras actividades.

Desde una perspectiva nacional, las capacidades tecnológicas no son simplemente la agregación de las capacidades existentes en cada empresa e industria; también incorporan las aptitudes disponibles en la oferta de mano de obra nacional a todos los niveles educativos, así como aquéllas destinadas a la actividad innovadora en todo el sistema de ciencia y tecnología, no sólo en las unidades productivas. Esto es así necesariamente, en la medida en que la empresa o industria no puede por sí sola producir y acumular ni todas las aptitudes necesarias, ni todas las tecnologías disponibles en la economía.

<sup>12</sup> Véase por ejemplo, Freeman, Christopher, *The Economics of Industrial Innovation*. Harmondsworth: Penguin, 1974. Una discusión más detallada del sistema de ciencia y tecnología se encuentra en Clark, Norman, *The Political Economy of Science and Technology*. Oxford, U.K.: Basil Blackwell Ltd, 1985.

<sup>13</sup> Sobre este último punto, consúltense, por ejemplo, Teubal, Morris, Tammar Yinon y Ehud Zuscovitch, "Networks and Market Creation" en *Research Policy*. North Holland: Elsevier Science Publishers, 1991, 20; y Porter, Michael E., "The Competitive Advantage of Nations" en *Harvard Business Review*. Marzo-abril de 1990.

Las capacidades tecnológicas de un país se ven reflejadas en una serie de indicadores de desempeño industrial que, aunque imperfectos, constituyen aproximaciones aceptables al nivel de competitividad que la industria nacional posee en la materia. El análisis de la *estructura industrial* puede ser útil para medir la complejidad tecnológica que a ésta caracteriza. La mayoría de los países en desarrollo inician sus procesos de industrialización con la producción de bienes de consumo sencillos. La creciente participación de bienes más sofisticados — como los de capital — en el valor agregado manufacturero se presenta normalmente cuando se incrementa el nivel de desarrollo industrial: es tanto una consecuencia como un motor a la generación y acumulación de capacidades tecnológicas más avanzadas. La utilización de indicadores evolutivos de la *productividad de los factores* y del *desempeño exportador* permiten formarse un criterio respecto a los niveles de eficiencia con los que la industria nacional opera a través del tiempo. Además, un análisis de la composición de las exportaciones en distintos períodos facilita la identificación de ventajas comparativas dinámicas y, así, el nivel de competitividad tecnológica de la industria nacional.

Puesto que, como ya se mencionó, las capacidades tecnológicas nacionales no pueden entenderse únicamente en función de la industria exclusivamente, es necesario revisar las características del acervo de capital humano disponible en la economía. Existe evidencia para apoyar el argumento de que la educación formal, complementada con el entrenamiento laboral, tiene un impacto importante en el desarrollo industrial. El Banco Mundial, por ejemplo, sostiene que el capital humano acumulado favorece el aprendizaje y dominio de las mejores tecnologías de producción.<sup>14</sup> Las distintas etapas de industrialización por las que atraviesa un país demandan, sin embargo, distintos tipos de capital humano creado de maneras diversas. La alfabetización y la educación primaria, por ejemplo, generan capacidades laborales simples: éstas son relevantes para todo el funcionamiento industrial pero, por sí mismas, son probablemente significativas sólo para actividades industriales en pequeña escala y que utilizan tecnologías sencillas poco intensivas en conocimientos. Niveles educativos superiores, desde la educación secundaria al entrenamiento vocacional y la educación universitaria, se vuelven progresivamente importantes a medida que la complejidad tecnológica de la industria se incrementa. La capacitación avanzada y especializada en áreas científicas y tecnológicas específicas crece en importancia conforme la industria se aproxima a las fronteras tecnológicas. Sobra decir que la calidad de la educación y

<sup>14</sup> En la publicación más reciente del Banco Mundial sobre las economías asiáticas de industrialización reciente, los resultados del análisis de regresión realizado por este organismo sobre del crecimiento del PIB per cápita revelan que la educación formal ha sido una variable significativa para explicar el incremento en la productividad de la industria de estos países. Véase The World Bank, *The East Asian Miracle: Economic Growth and Public Policy*. Washington, D.C.: Oxford University Press, 1993.

su relevancia para las necesidades de la industria son tan importantes como su cobertura.

La creación de capital humano se puede dar también directamente en el empleo. Algunas habilidades son adquiridas a partir de la simple experiencia de producir; otras son creadas a través del entrenamiento en el lugar de trabajo o de programas especiales de capacitación; otras requieren un entrenamiento más formal en o fuera de la empresa; otro tipo de habilidades más sofisticadas son generadas por la actividad tecnológica misma. A medida que las tecnologías cambian con mayor rapidez y se vuelven más complejas, el papel de la capacitación del empleado se torna más importante para mantener los niveles de productividad y competitividad.

Por otra parte, la observación del *esfuerzo tecnológico* realizado por todo el sistema de ciencia y tecnología nacional, debe enfocarse en tres factores esenciales: la inversión en actividades de investigación y desarrollo, la producción de patentes, y la transferencia de tecnología extranjera. Se ha cuestionado si la I&D engloba todas las formas posibles de avance tecnológico. Se podría argumentar también que la inversión en I&D no es en sí misma más importante que la productividad de tal inversión, misma que dependería de su ubicación (en sectores productivos vs. no productivos) y sus fuentes de financiamiento (por parte del gobierno o la iniciativa privada). En el plano comparativo, el problema es a menudo que las definiciones de I&D pueden variar de país a país. En cuanto a las patentes, se dice que sus índices carecen de valor económico, tienden a reflejar más la actividad inventiva que la innovadora y presentan dificultades para comparaciones internacionales debido a las diferencias legales entre países. Pese a sus limitaciones, sin embargo, las actividades de investigación y desarrollo (I&E) y la producción de patentes son dos indicadores bastante comunes para aproximar el esfuerzo tecnológico de un país.<sup>15</sup> Por su parte, la tecnología extranjera es por lo general un insumo crítico en las plantas productivas de los países en desarrollo pero la dependencia excesiva de ésta, particularmente en formas que no favorecen el aprendizaje local, puede ser dañina para la generación de capacidades endógenas.

Se reconocen básicamente cinco formas de transferencia de tecnología: inversión extranjera directa (IED), licencias, importación de bienes de capital y plantas llave en mano, y contratación de asistencia técnica y servicios de consultoría. Las ventajas y desventajas de cada forma de transferencia de tecnología se han percibido tradicionalmente en función de la vigencia y relevancia de la tecnología, su adaptación a las condiciones locales, el control local sobre adaptaciones y modificaciones, la disponibilidad de información, el precio, y los niveles de dependencia que generan.<sup>16</sup> Es necesario resaltar también que tan relevante como las diferentes formas de transferencia de tecnología es la manera en que cada método es

<sup>15</sup> Interesantes discusiones sobre estos puntos se encuentran en Clark, Norman, *op. cit.*

<sup>16</sup> Una discusión más extensa se encuentra en Dahlman, Carl J., *et. al., op. cit.*

implementado, de tal forma que permita al país receptor un margen de acción y un aprendizaje adecuados.

## *II. Capacidades tecnológicas en México y Corea del Sur: la magnitud de la brecha*

### 1. Desempeño industrial

El contexto económico en el que se desarrollaron las industrias de México y Corea se caracterizó en ambos casos, por lo menos hasta la década de los ochenta, por altas tasas de crecimiento del PIB. Las tasas de crecimiento promedio anual del PIB coreano durante los decenios de 1960-1970, 1970-1980 y los trece años transcurridos entre 1980 y 1993 han sido de 8.6%, 10.1% y 9.1% respectivamente (véase Cuadro 2). De acuerdo con el Cuadro 3, la evolución del PIB en México fue altamente positiva durante los años transcurridos entre 1941 y 1982, al presentar tasas de crecimiento promedio de 5.8% (1940-1954), 6.8% (1954-1970), y 6.2% (1970-1982).

El sorprendente crecimiento mostrado por Corea sin duda favoreció la creación de capacidades tecnológicas al proporcionar recursos para continuar el proceso de aprendizaje a través de la producción y la inversión. Los patrones de crecimiento de México durante los setenta, si bien no tan espectaculares como los de Corea, hablaban de un auge general en la economía, de una industrialización también acelerada, y un proceso acumulativo de cierto dinamismo interrumpido a partir de 1982 como consecuencia de la crisis económica. Aunque a finales de la década de los ochenta se empieza a vislumbrar una ligera recuperación económica, el ingreso nunca ha retomado los niveles alcanzados durante los setenta.

Una comparación a grandes rasgos de la estructura de las economías de Corea y México permite sugerir que en aquél país el proceso de industrialización avanzó de manera más acelerada y profunda, lo que habla en favor de la base tecnológica de la que se alimentó y la que produjo después. En Corea, mientras que en 1960 la industria en su conjunto sólo representaba 20% del PIB, diez años después lo hacía con 30%, y para 1990 ésta aportaba 44% del ingreso coreano (véase Cuadro 4). La industria manufacturera en particular mostró un desempeño muy dinámico y es, hoy en día, el segundo contribuyente más importante al PIB de este país. En 1960, la manufactura significaba sólo 14% del PIB, hacia 1993 30% del ingreso nacional provenía de la industria manufacturera. En el Cuadro 6 se puede observar que en México, la transición tomó casi veinte años más y ha sido menos dramática en términos reales. En 1940 la industria manufacturera representaba cerca de un 18% del PIB; hacia 1992 su participación era próxima al 21%.

Una idea más clara de las capacidades tecnológicas acumuladas en la industria se obtiene al analizar la participación de manufacturas más intensivas en tecnología (por ejemplo, las provenientes de industrias productoras de maquinaria y equipo) en la producción total de manufacturas, frente a la participación del sector de manufacturas ligeras o tradicionales (procesado de alimentos, bebidas, tabaco, textiles y vestido).

En Corea, hacia 1970, los sectores considerados tradicionales aportaban cerca del 43% del valor agregado manufacturero, mientras que en 1992 éstos contribuían con aproximadamente el 22%. Por su parte, los ramos de maquinaria y equipo habían incrementado su presencia de un 11% en 1970 a cerca del 32% en 1992 y se volvían dominantes (véase Cuadro 5).

En México el sector alimentos, bebidas y tabaco ha sido el primer contribuyente del sector manufacturero al PIB desde 1960. En ese año participó con aproximadamente 13% de la producción total de manufacturas; para 1992 lo hacía con cerca de 26% (véase Cuadro 7). La participación de los productos metálicos, maquinaria y equipo ha ganado terreno en términos reales desde 1960. En ese año aportó 13% de la producción total, mientras que en 1992 lo hacía con 22%. Buena parte del dinamismo de este ramo proviene de la industria automotriz, la cual es dominante por lo menos desde fines de los setenta. Conviene señalar que en este subsector las empresas con capital extranjero generaban más del 50% de la producción y detentaban la propiedad de la mayoría de los activos fijos lo que sugiere que, si bien las capacidades tecnológicas nacionales acumuladas son suficientes para cierto tipo de bienes de producción, los que requieren de tecnologías y conocimientos más sofisticados dependen aún en gran medida de los insumos extranjeros. Esto es particularmente revelador cuando se le contrasta con la experiencia coreana (véanse Cuadros 8, 9 y 10).

Los *chaebol* (conglomerados) coreanos por su parte se han convertido en genuinos productores y exportadores a gran escala de maquinaria y equipo (incluyendo equipo automotriz), lo que refleja importantes capacidades locales de diseño e investigación y desarrollo. El subramo electrónico, que de alguna manera queda englobado aquí ha presentado también una evolución asombrosa a partir del despegue de la industria de semiconductores. Esto es aún más sorprendente, si se considera que Corea ingresó a estos mercados en fechas relativamente recientes.

Los aumentos en la productividad muestran cómo un país puede obtener altas tasas de crecimiento industrial mediante incrementos en la eficiencia con la que los recursos productivos son utilizados, muchas de las cuales provienen de mejoras en las tecnologías de producción. Un estudio publicado en 1986 analiza la evolución de la productividad total de los factores en las economías en desarrollo de mayor dinamismo. Los resultados de dicho estudio se encuentran resumidos en el Cuadro 11.

Durante los períodos analizados Hong Kong y Corea muestran las tasas más altas de crecimiento de la productividad total de los factores (PTF). Datos sobre la productividad de la mano de obra coreana para períodos similares confirman estas tendencias, al presentar tasas promedio anuales cercanas al 4%.<sup>17</sup> La información más reciente sobre el crecimiento de la PTF mostró una tasa menor a las últimas observadas por Chenery Et. Al., ya que para el período 1979-1983 ésta alcanzaría un 2.2% en promedio para el sector manufacturero. La mano de obra por su parte presentaría en el mismo sector un comportamiento superior pues registró una productividad promedio cercana al 7% durante los mismos años.<sup>18</sup>

La PTF en México tuvo una evolución favorable al duplicarse durante los sesenta y parte de los setenta, lo que coincide con la etapa más dinámica de la economía mexicana. Hacia principios de los ochenta, casi una década después, la tasa de crecimiento de la productividad apenas se había modificado. Desde el punto de vista comparativo, México presenta un rezago que sólo es superado, en el estudio que se menciona, por la India y Taiwan, que mostraron incrementos negativos. Los años de la crisis tuvieron una incidencia muy negativa sobre la productividad de la mano de obra en el sector manufacturero. En el período 1980-1986 ésta creció en promedio a una tasa de 0.37%, aunque presentó una recuperación muy importante durante 1986-1989, cuando creció a una tasa promedio anual de 3.65%<sup>19</sup>, posiblemente como resultado de la apertura económica.

Al comparar la productividad laboral de la industria mexicana con la que han reportado otros países, particularmente Corea, se hace evidente el rezago tecnológico y organizativo de que adolece el país y los problemas que esto trae consigo para su futuro en los mercados mundiales.

Dentro del grupo de los países de industrialización reciente, sin lugar a dudas Corea es el que ha manifestado un desempeño exportador más impresionante, lo que testifica en favor del desarrollo de sus capacidades tecnológicas. Corea ha pasado de exportar un 7.4% de su PIB entre 1956 y 1960, a cifras cercanas al 40% a principios de los noventa (véase Cuadro 12). Mientras en 1979 Corea aportaba 0.95% del total de las exportaciones mundiales, hacia 1993 los productos coreanos constituían el 2.2% de las mismas. Más aún, Corea pasó de ser el exportador número 31 en 1976 a ser el número 12 en 1993, en términos del valor de sus exportaciones.<sup>20</sup>

El sector manufacturero ha sido el actor central en el desempeño exportador de Corea. Como se puede apreciar en el Cuadro 13, mientras que en 1960 las exportaciones de manufacturas contabilizaban sólo el 14% del total, para 1993 lo

<sup>17</sup>Para mayor detalle véase Lee, Jong-Wha, *Government Interventions and Productivity Growth in Korean Manufacturing Industries*. National Bureau of Economic Research, Working Paper No. 5060. Washington, D. C., marzo de 1995.

<sup>18</sup>Véase *Idem*.

<sup>19</sup>Fundación Javier Barros Sierra, *La tecnología dentro del nuevo esquema de relaciones de México*. México, D. F. Mimeo, junio de 1991.

<sup>20</sup>Cálculos basados en datos de The World Bank, *op. cit.*

hacían con 94%. Más interesante aún es la estructura de las exportaciones manufactureras coreanas, donde los sectores más intensivos en tecnología, tales como maquinaria y equipo de transporte, han ocupado progresivamente un sitio preponderante en los productos industriales exportados por este país, según se aprecia en el Cuadro 14. Más aún, el país ha desarrollado una fuerte competitividad internacional en otros subsectores intensivos en tecnología tales como electrónica, automóviles, semiconductores y procesamiento de información.<sup>21</sup>

México por su parte no ha sido un país tradicionalmente orientado a la exportación ya que, desde una perspectiva histórica, ésta difícilmente ha representado más del 13% del PIB en un sólo año (véase Cuadro 15). El Cuadro 16 muestra como el valor agregado manufacturero mexicano ha participado crecientemente en las exportaciones totales: de un 21% en 1980 a 63% en 1993, aunque la transición ha sido lenta e influenciada por el declive económico de los ochenta. Por otra parte, durante los años sesenta, los principales productos de exportación eran bienes de consumo, básicamente alimentos procesados. Hacia los años setenta, los bienes intermedios empiezan a dominar la actividad exportadora, primero por el despegue de la industria petrolera que poco a poco fue cediendo terreno a los productos químicos, siderúrgicos y automotrices. No obstante, es de destacarse la debilidad de México en materia de exportación de bienes de capital, lo cual confirma el nivel poco sofisticado de capacidades tecnológicas acumuladas en la industria nacional (véase Cuadro 17). Es interesante apuntar además que, en el contexto mexicano, la IED ha sido uno de los actores más participativos en los mercados internacionales. En un estudio publicado en 1985 se determinó que gran parte de las exportaciones de los sectores manufactureros más dinámicos e intensivos en tecnología se llevaba a cabo por empresas extranjeras.<sup>22</sup> Además, los índices de integración eran mucho más bajos en el caso de las empresas extranjeras de sectores de exportación de bienes de capital, bienes de consumo duradero y bienes intermedios, que en el caso de las empresas extranjeras en esos bienes que producían exclusivamente para el mercado interno. El panorama no ha cambiado en los últimos años.

<sup>21</sup>Para mayor detalle consúltese "Korea" en *Business Week*, 31 de julio de 1995.

<sup>22</sup>Hacia 1978, 30% de las exportaciones totales (en millones de pesos de 1975) de bienes de capital, 46% de las de bienes intermedios y 78% de las de bienes de consumo duraderos correspondían a empresas extranjeras. Esto contrasta con la actividad exportadora de la industria nacional, la cual se concentraba en sectores de bienes de consumo no duraderos — principalmente alimentos del mar y azúcar — e intermedios — preponderantemente productos químicos básicos, farmacéuticos y fibras sintéticas —, ambos intensivos en recursos naturales. Estos bienes representaron un 61% del total de exportaciones de empresas nacionales en 1975. Véase Unger, Kurt, *Competencia monopólica y tecnología en la industria mexicana*. México, D. F.: El Colegio de México, 1985.

## 2. Capital humano.

Para muchos, buena parte del asombroso desempeño de la economía y la industria coreana tiene su explicación en la evolución que este país ha experimentado en materia de capital humano. Hacia finales del reinado colonial japonés en 1945, sólo 2% de la población coreana de 14 años o más había terminado la educación secundaria y el analfabetismo caracterizaba a un 78% de la población.<sup>23</sup>

El nivel educativo en Corea se ha incrementado substantivamente durante los últimos treinta años. En primer término cabe resaltar que para 1965, Corea proporcionaba educación primaria a la totalidad de la población de edad relevante. La evolución general de la matrícula absoluta y como proporción del grupo de edad relevante a todos niveles se muestra en los Cuadros 18 y 19. Por lo que se refiere al nivel educativo secundario, entre 1960 y 1990 la matrícula se multiplicó varias veces. Para 1992 Corea había logrado atender al 95% de la población de edad relevante, logros superiores a los de países como el Reino Unido, Francia y Japón, según se aprecia en el Cuadro 20. De esta forma, se puede afirmar que Corea del Sur tiene niveles de país desarrollado en términos del nivel educativo necesario para absorber aptitudes industriales de nivel medio.

Por lo que se refiere a la educación vocacional de carácter técnico, ésta opción se presenta por primera vez a nivel medio superior. En 1972 había un total de 539 escuelas vocacionales donde se educaban 358,702 estudiantes. Hacia 1990 había un total de 588 escuelas con un total de 835,216 alumnos. Así pues, la matrícula en educación vocacional se ha incrementado a una tasa anual promedio de 4.8%.<sup>24</sup> En el mismo año de 1990 había un total de 3'119,022 alumnos en educación superior de los cuales un 27% estaban inscritos en escuelas vocacionales. De éstos, un 24% acudía a escuelas vocacionales de orientación técnica industrial.<sup>25</sup>

Sin embargo, pese a que las cifras mencionadas reflejan un desempeño sobresaliente, es importante señalar que la educación media superior de carácter general, orientada a preparar estudiantes para la obtención de un grado universitario, ha sido mucho más popular que la educación vocacional, si bien ambos tipos tuvieron inicios muy similares.<sup>26</sup> Esta evolución se aprecia mejor en la Gráfica 1.

<sup>23</sup>Kim, Linsu, "National System of Industrial Innovation: Dynamics of Capability Building in Korea" en Nelson, Richard, De., *National Innovation Systems. A Comparative Analysis*. New York: Oxford University Press, 1993.

<sup>24</sup>Ministry of Education, *Education in Korea*. Seúl, Corea, varios números.

<sup>25</sup>*Idem*.

<sup>26</sup>Algunos autores atribuyen este fenómeno al hecho de que la educación vocacional técnica no goza del mismo prestigio que la educación media superior de carácter general ya que ésta conduce a la obtención de un grado universitario, los cuales son altamente valorados por la sociedad coreana. Por otra parte, también se argumenta que la educación vocacional, particularmente la de orientación técnica industrial, se ha quedado atrás respecto a las necesidades del aparato productivo lo cual, en

Las instituciones de entrenamiento para la mano de obra calificada (técnicos de alto nivel) están consideradas dentro del grupo correspondiente a educación superior. Estos colegios (*junior colleges*) contaban, en 1972 con una matrícula de 33,004 estudiantes. Hacia 1990, ésta se había incrementado a 323,800 estudiantes. Si consideramos el total de alumnos inscritos a programas conducentes a un primer grado superior (588,034)<sup>27</sup>, encontramos que un 55% se había matriculado en *junior colleges* en 1990 y, de éstos, 41% atendía programas en ingeniería y ciencias naturales.

Lo anterior nos permite observar la importancia de la educación técnica de carácter terminal en Corea y, por lo tanto, la adecuada disponibilidad de mano de obra calificada para las actividades industriales. Una manera adicional de vislumbrar la expansión de aptitudes técnicas básicas y medias en Corea se podría obtener al calcular la proporción de matriculados en estas escuelas y colegios respecto al total de la población, como porcentaje de la población económicamente activa y de la fuerza laboral en el sector manufacturero.<sup>28</sup> En Corea estas cifras ascendían en 1990 a 2.07%, 3.15% y 38.7% respectivamente.<sup>29</sup>

En cuanto a la educación superior, dos aspectos destacan del caso coreano. En primer lugar, el crecimiento impresionante de la matrícula que ha llevado a un nivel de atención del 42% respecto al grupo de edad relevante en 1992, mismo que ha alcanzado también niveles de país desarrollado pues sobrepasa los indicadores similares para países como España, el Reino Unido y Japón. En segundo término, sobresale en la educación superior la popularidad de las áreas de tipo científico y técnico en el total de graduados de nivel licenciatura, según se puede apreciar en el Cuadro 21. Hacia 1990, 53% de los grados universitarios de licenciatura se había otorgado en las áreas de ciencias naturales e ingenierías, mientras que 27% se habían obtenido en las ciencias sociales.<sup>30</sup>

Los indicadores anteriores son, por supuesto, limitados. El verdadero impacto sobre el desarrollo de capacidades tecnológicas depende del nivel de deserción, el período de entrenamiento y la calidad de la enseñanza, entre otros factores. Desafortunadamente no fue posible recopilar datos suficientes y confiables sobre todas estas variables para el caso coreano, aunque algunas piezas de información disponibles pueden ser de utilidad para el análisis.

aras de obtener un empleo, ha orillado a los jóvenes estudiantes a buscar grados académicos superiores. Al respecto véanse Adams, Don y Esther E. Gottlieb, *op. cit.*, y Ministry of Education, *op. cit.*

<sup>27</sup> Incluye inscripción a *junior colleges*, colegios y universidades, y escuelas de educación normal superior, según la clasificación coreana.

<sup>28</sup> Véase Lall, Sanjaya, *op. cit.*

<sup>29</sup> The World Bank, *World Development...op. cit.*

<sup>30</sup> Adams, Don y Esther E. Gottlieb, *Education and Social Change in Korea*. Nueva York: Garland Publishing Co., 1993.

Por ejemplo, en lo que se refiere a calidad de la educación, el Banco Mundial cita un dato interesante.<sup>31</sup> A finales de los años setenta se administraron una serie de exámenes estandarizados en las áreas de matemáticas y ciencias a grupos de estudiantes de entre 10 y 14 años de edad en 19 países, la mayoría desarrollados. Entre las naciones en desarrollo donde se aplicaron estos exámenes se encontraba Corea del Sur. En todos los exámenes, los resultados de los estudiantes coreanos fueron sólo inferiores a los de sus homólogos japoneses, excepto en uno de los exámenes donde Japón fue derrotado por Corea. El problema de la calidad educativa parece concentrarse en el nivel superior, donde la mayoría de los críticos señalan altas proporciones de estudiantes por profesor, deficiente preparación del cuerpo docente y poca relevancia de la instrucción impartida respecto a las necesidades del desarrollo nacional. Baste mencionar aquí que, de acuerdo con las únicas cifras disponibles, mientras que la proporción de graduados de preparatoria que ingresaban a la universidad se incrementó de 28.2 a 38.3% entre 1966 y 1985, el número de estudiantes por cada profesor en promedio ha retrocedido de 22.6 a 35.8% para el mismo período.<sup>32</sup>

Finalmente, diversos autores afirman que los índices de deserción en países como Corea son muy bajos dado el énfasis en la vida familiar vinculada a la educación, y la fuerte disciplina de trabajo que se inculca a los niños desde pequeños.<sup>33</sup>

Por otra parte, la información disponible sobre entrenamiento y capacitación de la mano de obra es realmente escasa. Se ha encontrado, por ejemplo, que la inversión privada en este rubro como porcentaje del total de ventas se ha incrementado en los últimos años, de 0.15% en 1982 a 0.21% en 1986 a 0.27% y a 0.33% en 1991. Las empresas pequeñas que en 1989 invertían un 0.33%, lo hacían con un 0.39% en 1991. Las empresas grandes por su parte pasaron de un 0.23% en 1989 a un 0.29% en 1991.<sup>34</sup>

De acuerdo con los últimos datos encontrados, hacia 1983 los niveles educativos de la mano de obra coreana en todos los sectores de la economía se distribuían de la siguiente manera: primaria, 41.2%; secundaria, 48.6%; universidad o colegio superior, 10.2%. En el sector manufacturero, las proporciones eran como sigue: primaria, 23.8%; secundaria, 65.7%; universidad o colegio superior, 10.5%.<sup>35</sup>

<sup>31</sup>The World Bank, *Korea: Sector Survey of Science and Education*. Report No. 3775-KO. Washington, D. C.: The World Bank, 1981.

<sup>32</sup>Kim, Linsu, *op. cit.*

<sup>33</sup>Al respecto véanse los trabajos de Adams, Don y Esther E. Gottlieb, *op. cit.*; y Oshima, H.T., "Human Resources in East Asia's Secular Growth", en *Economic Development and Cultural Change*. Número especial, Volúmen 36, Núm. 3, 1988.

<sup>34</sup>Kim, Hwan-Suk, *Supply and Demand Structures of Technological Manpower in Korea: Problems and Policy Requirements*. Seúl, Corea: STEPI/KIST, octubre de 1992.

<sup>35</sup>Castaneda, T., y F.K. Park, *Structural Adjustment and the Role of the Labor Market*. Washington, D. C.: Korea Development Institute and The World Bank. Mimeo, 1986; fuente citada

Como se puede observar, el nivel educativo de la fuerza laboral resulta muy sobresaliente. Sin embargo, existe en Corea la percepción de que el entrenamiento y reentrenamiento de ésta parecen ser aún escasos. De acuerdo con el Instituto Coreano de Desarrollo Educativo y el Instituto Internacional para la Planeación Educativa, los programas de entrenamiento se encuentran fuera del alcance de la mayoría de los trabajadores, según encuestas realizadas en 1986. Los resultados de estas encuestas se encuentran resumidos en el Cuadro 22. De acuerdo con este estudio, sólo 37% de los encuestados respondieron haber recibido programas de entrenamiento para mejorar su desempeño. La proporción de trabajadores cuyo entrenamiento había sido menor a los cuatro meses era de 64%.

Los datos encontrados sobre recursos humanos de posgrado, capital indispensable para la industria tecnológicamente más avanzada, son también insuficientes aunque sugieren algunos patrones interesantes. Como se puede observar en el Cuadro 23, la inscripción a programas de posgrado se ha incrementado a una tasa promedio anual de 13.65% durante el período 1972-1990. Hacia 1990, del total de alumnos de posgrado, 83.3% estaban en programas de maestría y 16.7% en programas de doctorado. En 1982 el 30% de los estudiantes de maestría y el 11.1% de los de doctorado estaban adscritos a las áreas de ciencias naturales e ingenierías.<sup>36</sup> En 1990, 14% de los alumnos de doctorado realizaban sus estudios en estas áreas.<sup>37</sup> El único dato disponible sobre egresados de programas de posgrado indica que hacia 1990, 22,269 estudiantes se habían graduado de éstos, de los cuales 88% obtenían maestrías y 12% doctorados.<sup>38</sup> Un 3.2% de dichos graduados provenían de una de las instituciones más reconocidas en Corea, el Instituto de Ciencia y Tecnología Avanzadas (KAIST).<sup>39</sup> La evolución de los grados otorgados por KAIST se condensa en el Cuadro 24.

México ha experimentado avances importantes en el rubro educativo. Las tasas de analfabetismo, que habían caído del 40% en 1950 a menos del 20% en 1980, descendieron todavía más hasta el 12% en 1990. Durante el período 1950-1980 la matrícula creció siete veces. En 1980, un total de 21.4 millones de niños fueron inscritos en el sistema escolar formal, en comparación con 11.5 millones en 1970.<sup>40</sup> Gran parte de este incremento refleja el acelerado crecimiento de la población, pero las tasas de matrícula se elevaron también de 79% a 91% en el nivel primario, y de 30% a 48% en el nivel secundario. El Cuadro 25 resume la evolución de la matrícula por grupo de edad relevante en los niveles elemental y medio básico.

en Amsden, Alice H., *Asia's Next Giant. South Korea and Late Industrialization*. Nueva York: Oxford University Press, 1989.

<sup>36</sup>Ministry of Education, *op. cit.*

<sup>37</sup>Adams, Don y Esther E. Gottlieb, *op. cit.*

<sup>38</sup>*Idem.*

<sup>39</sup>MOST, *Science...op.cit.*

<sup>40</sup>SEP, *Prontuario estadístico, cultural y presupuestario*. México, D. F., 1992.

México se aproximaba a la cobertura total en educación primaria en 1990 mientras que Corea la había alcanzado en 1965. Para 1985 Corea estaba muy cercano a la cobertura total en educación secundaria mientras que México, en 1990, sólo educaba al 57% del grupo de edad relevante en este nivel. El nivel educativo de la población da una idea de la capacidad de la mano de obra para asimilar aptitudes industriales. En México no parece existir aún el capital humano necesario para avanzar hacia etapas más avanzadas en la industrialización ya que la formación promedio de la mano de obra dificulta el aprendizaje de técnicas y procedimientos más sofisticados. Si la comparación con Corea y otras economías en desarrollo es desalentadora, un análisis similar respecto a los principales socios comerciales del país y otras naciones lo es aún más. A principios de la presente década México ha logrado formar el capital humano relevante para la industria en general, pero no para actividades más intensivas en conocimientos.

Por lo que se refiere a la educación superior, aunque ha habido avances cabe resaltar que el grado de cobertura es bastante bajo. En 1990, apenas 15% de los estudiantes (del grupo de edad relevante) estaban inscritos en escuelas preparatorias (10.5%) y universidades (4.5%). Como porcentaje del grupo de edad entre los 20 y los 24 años, la evolución de la matrícula superior ha sido lenta, excepto en el período entre 1960 y 1977 según se aprecia en la Gráfica 2.

El grueso de la población estudiantil se ubica en los niveles básicos. Dada la distribución por edades de una población en rápido crecimiento, es posible que en México haya un sesgo natural hacia una concentración en educación de nivel inferior. Es interesante notar que el rezago respecto a Corea del Sur no era tan grande hasta los ochenta, cuando la brecha educativa entre los dos países se comienza a ampliar.

Mientras que Corea destaca entre los países en desarrollo por el porcentaje de la matrícula universitaria en áreas de tipo técnico, México ha experimentado un fuerte rezago en este rubro. Por dar un indicio, en 1990 había un total de 1'097,000 estudiantes universitarios. De éstos, sólo un 5% estudiaba en una de las instituciones de enseñanza técnica superior más grandes del país, el Instituto Politécnico Nacional.<sup>41</sup> Se sabe, por ejemplo, que cerca del 25% de la matrícula universitaria está ubicada en áreas de ingeniería y tecnología, las segundas más solicitadas después de ciencias sociales y administrativas.<sup>42</sup> Sin embargo; la evolución del número de grados de licenciatura efectivamente otorgados por año, en ingenierías y tecnologías como porcentaje del total da una mejor idea de la importancia que esta área tiene en la educación universitaria en México. Estos datos se encuentran condensados en el Cuadro 26. Se puede visualizar la baja tasa de

<sup>41</sup>*Ibid.*

<sup>42</sup>SEP-ANUIES, *Indicadores y parámetros de evaluación de la educación superior*. México, D. F., 1991

graduación en ciencias, ingenierías y tecnologías con respecto, por ejemplo, a las ciencias sociales y humanidades.

Al no contar con información suficiente y sistemática de la eficiencia terminal, la orientación técnica de los estudiantes, el período de entrenamiento y la calidad de la enseñanza, resulta difícil construir un argumento que vincule a la educación con las capacidades tecnológicas de forma más determinante. Algunos datos, sin embargo, permiten darse una idea de los avances cualitativos de la educación para el caso de México.

La tasa de graduación en el nivel de primaria fue de 56% para la generación 1986-1991, mientras que ascendía al 43% a mediados de la década de los setenta, con disparidades regionales significativas (29% en los estados más pobres contra 80% en los estados más ricos)<sup>43</sup>. Como se puede observar en el Cuadro 27, el nivel más alto de eficiencia terminal corresponde a la educación secundaria, la cual también ha experimentado un ligero incremento, mientras que las cifras similares para la educación preparatoria reflejan exactamente la tendencia contraria. Más aún, se estima que la tasa de deserción a nivel licenciatura fluctúa entre el 40 y 60%, según el área de que se trate<sup>44</sup>, cifra a todas luces alarmante. Pese al avance, los datos presentados revelan que el progreso de los alumnos es lento o interrumpido y sugiere que las escuelas no logran conducir a una parte sustancial de la población estudiantil al nivel establecido como meta.

Mejor indicador de calidad es el número de estudiantes por profesor pues da una idea de la atención que se puede poner al aprendizaje del alumno. En el caso del nivel primaria, éste ha presentado una tendencia descendente desde los años setenta. Mientras que en el ciclo escolar 1974-75 el número de estudiantes por profesor era de 45.55, para el ciclo 1991-92 éste había descendido a 30.02. Por lo que se refiere a la educación secundaria, este indicador ha presentado una tendencia relativamente constante durante el mismo periodo pues ha promediado alrededor de 18 alumnos por cada docente. La educación preparatoria ha mostrado una tendencia a reducir el número de estudiantes por profesor de 19.33 a 15.32 durante los mismos años, mientras que la educación profesional media (técnica) ha presentado diversas fluctuaciones para ubicar el número de alumnos por instructor en 11, en promedio. Finalmente, por lo que se refiere a la educación superior, el indicador se ubicaba en 11.12 hacia principios de los setenta y en 9.77 hacia principios de los noventa.<sup>45</sup>

Es conveniente mencionar que estos datos presentan un nivel de agregación que impide distinguir las disparidades entre regiones o entre instituciones particulares. La mayor parte de los alumnos tiende a concentrarse en zonas urbanas

<sup>43</sup>SEP, *op. cit.*

<sup>44</sup>OECD, *Review of National Science and Technology Policy: Mexico. Part II: Examiners Report*. México, D. F. Mimeo, 1993.

<sup>45</sup>Cálculos propios con base en datos proporcionados por INEGI, *Diez años de indicadores sociales y económicos de México*. México, D. F., 1986; y *Anuario, op.cit.*

y, particularmente en ciertas ciudades, lo que podría alterar estos números. Con respecto a las universidades, por ejemplo, las de carácter público en el Distrito Federal absorben una gran cantidad de demanda en comparación con la magnitud del profesorado, sobre todo en algunas áreas como las de ciencias sociales y humanidades.

En México, la instrucción de tipo vocacional encaminada a formar mano de obra calificada se da a nivel medio superior. Una vez terminada la secundaria, los alumnos pueden escoger entre preparatoria vocacional o un programa de bachillerato. La institución más importante para la profesionales medios es el Colegio Nacional de Educación Técnica Profesional (CONALEP). En 1990, había un total de 2'209,000 alumnos inscritos en nivel medio superior. De éstos, el 17.16% estaba inscrito en preparatorias vocacionales. Los alumnos de CONALEP ascendían a 140,230 o bien, 37% de la matrícula en preparatorias vocacionales y 6.35% del total de estudiantes inscritos en educación media superior. Por su parte, los programas de bachillerato técnico representaban un 32% del total de programas de bachillerato en 1990 con un total de 395,830 alumnos. Su participación en el total de estudiantes de educación media superior superaba a la de las preparatorias vocacionales al contabilizar un 17.92%.<sup>46</sup> Por su parte, las tasas de graduación en las escuelas de capacitación vocacional aumentaron de 31% en 1980 a más del 40% en 1990.<sup>47</sup> En suma, la educación técnica a este nivel no alcanza dimensiones significativas - 24% del total. La mayoría de los estudiantes de educación media superior — 76% — no se preparan en disciplinas técnicas para obtener un grado terminal. La proporción de matriculados en escuelas preparatorias vocacionales técnicas y en bachilleratos técnicos respecto al total de la población ascendía en 1990 a 0.66%, como porcentaje del empleo en el sector industrial y de la fuerza laboral en el sector manufacturero alcanza 11.65% y 11.93% respectivamente, finalmente, como porcentaje de la población económicamente activa un 2.2%.<sup>48</sup> Esto ha incidido negativamente en la magnitud de la mano de obra calificada, y puede tener sus orígenes en la masificación de la educación universitaria que se empezó a dar desde los años sesenta.

Respecto al entrenamiento y capacitación intramuros, se desconoce la magnitud de estos esfuerzos ya que no se hayan contabilizados de forma histórica por ninguna dependencia gubernamental. Se sabe, a nivel anecdótico, que se han llevado a cabo diversos esfuerzos a nivel de la empresa por proporcionar capacitación a los trabajadores, sin embargo esta parece haber estado orientada a la resolución de problemas inmediatos y no ha sido sistemática.<sup>49</sup>

<sup>46</sup>Cálculos propios con base en datos proporcionados por INEGI, *Anuario...op.cit.*; y SEP, *Prontuario... op. cit.*

<sup>47</sup>OCDE, *Estudios..., op. cit.*

<sup>48</sup>Cálculos propios con base en datos proporcionados por INEGI, *Anuario...op.cit.*

<sup>49</sup>Al respecto véase Martínez del Campo, Manuel, *La industrialización en México. Hacia un análisis crítico*. México, D. F.: El Colegio de México, 1985.

Es hasta esta década que la Secretaría del Trabajo y Previsión Social en colaboración con INEGI ha comenzado a sistematizar la información sobre el nivel educativo de la fuerza laboral y la capacitación que esta recibe o se proporciona a sí misma. Pese a la ausencia de indicadores históricos que permitan identificar la evolución del nivel educativo de la mano de obra en la industria manufacturera, los siguientes datos de 1991 son reveladores. En 1991 la población empleada en la industria manufacturera ascendía a 4,752,029 millones de trabajadores, o un 16% de la fuerza laboral ocupada aproximadamente. De éstos, un 20% aproximadamente habían completado la educación primaria, un 15% habían completado la educación secundaria, un 1.4% habían recibido algún tipo de capacitación para el trabajo (antes de ingresar al empleo), un 7% habían completado un bachillerato de corte técnico, 0.67% habían recibido educación profesional técnica, y un 8.37% habían completado una carrera universitaria.<sup>50</sup> En cuanto a la capacitación proporcionada a la fuerza laboral, datos de INEGI y la STPS reflejan que, de la población total que tiene algunos estudios y en 1991 tenía un empleo, un 19% aproximadamente han recibido cursos de capacitación, mientras que aquéllos en las mismas condiciones pero que no han recibido ningún tipo de capacitación representan el 81%.

Un análisis similar por rama de actividad económica revela que, del total de trabajadores en la industria manufacturera, aproximadamente un 20% ha recibido cursos de capacitación. Destacan las subramas de petroquímica, productos metálicos básicos, y maquinaria y equipo en donde la proporción de trabajadores que ha recibido alguna capacitación es de 38%, 32% y 29% respectivamente. La mayoría de estos cursos son realmente de corta duración, por lo que los contenidos no pueden alcanzar niveles razonables de profundidad. Por otra parte, no existe información que permita determinar la calidad de los mismos. Aunque la mayoría de los cursos se han tomado en el lugar de trabajo, sólo el 2.5% de éstos tienen por objeto mejorar la producción o entrenar al personal para la utilización de maquinaria especializada.

Al preguntársele al trabajador para qué le ha servido su capacitación, un 4.3% contestó que le había valido una promoción; 4.1% para mejoras en la producción; 22% para conocer mejor su lugar de trabajo; 12% para obtener conocimientos sobre técnicas nuevas; 8.7% para adquirir conocimientos específicos relacionados con el puesto que ocupa; 8.4% para su mejoramiento familiar (sic); 35% para superación personal (sic), 3% no consideraron que hubieran tenido utilidad, y el 2.2% no especificó. Esta información, aunque incompleta, sugiere que la capacitación del trabajador no sólo es escasa sino también de corte fundamentalmente general.

Toca ahora el turno a los recursos humanos de posgrado. Se estima que hacia 1970, habían egresado cerca de 1,126 estudiantes mexicanos de programas de

<sup>50</sup>Para mayor detalle, véase INEGI-Secretaría del Trabajo y Previsión Social, *Primera encuesta nacional de capacitación*. México, D. F., 1992.

posgrado<sup>51</sup>. En 1984 egresaron un total de 6,634 estudiantes de posgrado de los cuales 41% eran de especialidad, 55% eran de maestría, y 4% eran de doctorado. Hacia 1992 se contabilizaba un total de 12,097 egresados de los cuales 50% eran de especialidad, 48% eran de maestría y 2% eran de doctorado. En 1992 el número de graduados de posgrado acumulado desde 1984 asciende a 83,051. Del total de posgrados, 19.75% se han realizado en ciencias e ingenierías mientras que el 44.75% se han obtenido en ciencias sociales y humanidades, y el 35.5% en ciencias de la salud. Si eliminamos los posgrados en ciencias de la salud tenemos que de 53,560 posgrados acumulados, un 69.38% se ha otorgado en ciencias sociales y humanidades mientras que el restante 30.62% corresponde a ciencias exactas e ingenierías.<sup>52</sup>

A manera de conclusión general se podría decir que los indicadores de capital humano que han sido presentados en esta sección reflejan los sobresalientes logros alcanzados por Corea y parecen estar bastante correlacionados con las capacidades tecnológicas nacionales que revelan los indicadores de desempeño industrial. México ha tenido también un avance importante, cuanto más valioso si se considera el impacto negativo de la crisis económica en la que vive el país desde los años ochenta. No obstante, México enfrenta aún un gran rezago en lo que se refiere a personal calificado y a nivel posgrado — sobre todo, en disciplinas científicas e ingenierías — de tal forma que la transición hacia una industria más eficiente y tecnológicamente capaz se puede ver obstaculizada.

### 3. Esfuerzo tecnológico.

En términos de esfuerzo global en I&D, Corea ha acelerado significativamente sus inversiones, particularmente durante los últimos quince años aproximadamente, las cuales han logrado rebasar el 2% del PIB. En este sentido, Corea se acerca, e incluso supera, a diversos países desarrollados.<sup>53</sup> El caso coreano es espectacular dentro de los países en desarrollo al participar el sector privado con aproximadamente 80% del gasto total en I&D, mientras que el gobierno se ha concentrado sólo en proyectos considerados estratégicos (véase Cuadro 28).

<sup>51</sup>Barrón Toledo, Jesús, "La educación superior en México". ANUIES, México, D. F., 1970 citado en Chávez, Fernando, Angel de la Vega y Alejandro Nadal, "Características del sistema científico y tecnológico de México", en *Demografía y Economía*. México, D. F.: El Colegio de México, Volúmen VIII, Núm. 3, 1974.

<sup>52</sup>Elaboración propia basada en datos contenidos en CONACYT, *Indicadores de actividades científicas y tecnológicas*. México, D. F., 1994.

<sup>53</sup>Algunos países miembros de la OCDE como Suiza, Japón y Alemania invierten entre 2.8 y 2.6% de su PIB en actividades de investigación y desarrollo, mientras que otros como los Estados Unidos, Francia, el Reino Unido y Noruega invierten entre 2 y 1.7%. Para mayor detalle, véase OCDE, *Science and Technology Policy. Review and Outlook 1991*. París, Francia: OCDE, 1992.

En México, las actividades científicas y tecnológicas han sido financiadas primordialmente por el gobierno federal y, en su mejor momento, llegaron a participar con 0.46% del PIB, según se puede apreciar en el Cuadro 29. Aunque la mayor parte del gasto total en ciencia y tecnología se ha destinado a las actividades de I&D, su participación en el PIB es realmente baja comparada con la de Corea. Hacia 1994, el gasto en investigación y desarrollo representaba sólo un 0.32% del PIB (véase Cuadro 30). Fuentes oficiales aseguran que la inversión privada en I&D se ha incrementado durante la década de los noventa. Anteriormente, se estimaba que el sector productivo aportaba alrededor de un 5% de dicho gasto. Actualmente se afirma que este porcentaje se ha incrementado a 9.3% aproximadamente.<sup>54</sup> Sin embargo, la brecha que separa al gasto público del privado en este rubro es aún muy grande y refleja la escasa rentabilidad que para el sector productivo tienen este tipo de actividades.

En Corea, los profesionales dedicados a la I&D han crecido a una tasa promedio anual de 13.5% (véase Cuadro 31). Tanto el número total de investigadores como su proporción respecto a la población dan a Corea los primeros lugares dentro del mundo en desarrollo.<sup>55</sup> Además, es palpable como el país ha reducido gradualmente la brecha que, en este sentido, le separa de las naciones más industrializadas, según se puede apreciar en el Cuadro 32. Es interesante notar que, mientras en 1970 sólo un 21% de los investigadores coreanos realizaba sus tareas en la industria, hacia principios de los noventa más del 50% se ubicaba en centros e institutos de investigación de carácter privado (véase Cuadro 33).

En México la evolución del personal dedicado de tiempo completo a la I&D se puede observar a través de los indicadores del Sistema Nacional de Investigadores (SNI). Como se puede observar en el Cuadro 34, éste se ha incrementado más de tres veces: de 1,396 a 5,879 efectivos, entre 1984 y 1994, aunque dista mucho de alcanzar los niveles de Corea y de sus principales socios comerciales. El SNI, sin embargo, no es la mejor fuente para determinar la proporción de este personal que trabaja en el sector privado, la cual permanece casi desconocida. Además, puesto que la mayor parte del gasto en I&D lo realiza el gobierno, a través de centros e institutos de carácter público, es factible pensar que una población muy pequeña de investigadores en México se ocupa en la industria.

Por lo que se refiere a la producción de patentes, de los datos disponibles se desprenden conclusiones similares a las ya alcanzadas previamente respecto a Corea y México. Corea había otorgado en 1972 cerca de 218 patentes<sup>56</sup> cifra que, para

<sup>54</sup> SEP/CONACYT, *Programa de Ciencia y Tecnología 1995-2000*. México, D. F.

<sup>55</sup> Hacia 1986, de una muestra de los países más dinámicos (Corea, Taiwan, Singapur, Tailandia, India, Brasil y México) del mundo en desarrollo, Corea sólo era superada por Brasil en cuanto al número total de investigadores, y por Taiwan en número de investigadores por cada 10,000 habitantes. Es interesante señalar que la brecha que se abría entre estos países y el resto de la muestra era muy considerable. Para mayor detalle véase Lall, Sanjaya, *op. cit.*

<sup>56</sup> APCTT, *op. cit.*

1989, se había multiplicado varias veces. De los países considerados en el Cuadro 35, Corea es el único que ha incrementado de manera constante el número de patentes otorgadas a sus nacionales: de un 15.4% en 1985 a un 29.7% en 1989. Los datos disponibles sobre patentes otorgadas a nacionales coreanos en el exterior provienen de Estados Unidos. Aunque esta información es limitada, permite observar la actividad innovadora en un país bajo condiciones de competitividad. Mientras que en el período 1963-1976 los Estados Unidos otorgaron 51 patentes a nacionales coreanos, en 1990 se habían concedido 224 (véase Gráfica 3).

En México la actividad de patentes se ha incrementado a través de los años. En 1980, por ejemplo, se concedieron 1,996 patentes de un total de 4,797 solicitudes, un 42% aproximadamente. Hacia 1994, de 10,052 solicitudes, se habían concedido 6,946, o un 69%. El número de patentes otorgadas por las autoridades mexicanas a sus nacionales ascendió de 165 en 1980 a 385 en 1994. Además, en 1970 sólo 19 inventos desarrollados en México habían recibido una patente norteamericana, mientras que en 1993 esta cifra ascendía a 27.<sup>57</sup>

Sin embargo, la participación de las empresas transnacionales en el total de patentes otorgadas por las autoridades nacionales ha sido tradicionalmente muy alta. Entre 1950 y 1970, por ejemplo, 87% de total de patentes fueron para empresas transnacionales y extranjeros.<sup>58</sup> Esta tendencia predomina hasta la fecha. Durante el período transcurrido entre 1980 y 1994, sólo 7.13% del total de patentes fueron para mexicanos.<sup>59</sup> Las cifras anteriores sugieren que el grueso de la actividad inventiva, por lo menos de carácter formal, es realizada por extranjeros o empresas transnacionales, sin que sea claro de qué manera impacta la generación de capacidades locales. En muchas ocasiones las innovaciones o invenciones patentadas en un determinado país han sido generadas fuera del mismo, lo que elimina el contacto local con las etapas de investigación y desarrollo que dieron origen a la patente. Por otra parte, incluso asumiendo que la innovación o invención fue producida en el país receptor de la inversión extranjera, la capacidad local de participación puede ser sumamente limitada por las carencias de capital humano que ya han sido mencionadas anteriormente.<sup>60</sup>

<sup>57</sup> CONACYT, *Indicadores...op.cit.*

<sup>58</sup> Nadal Egea, Alejandro, *Instrumentos de política científica y tecnológica en México*. México, D. F.: El Colegio de México, 1977.

<sup>59</sup> CONACYT, *Indicadores...op.cit.*

<sup>60</sup> En este sentido es interesante señalar que algunos trabajos realizados por la ONUDI y la UNCTAD presentan la hipótesis de que sólo cuando un país en desarrollo ha alcanzado niveles aceptables de capital humano acumulado, capaz de aprender con rapidez la naturaleza y funcionamiento de tecnologías de punta, es posible sacar el mayor beneficio posible de la IED. Estos trabajos citan el ejemplo de Corea, quien muy recientemente ha abierto su economía a este tipo de inversión para formar alianzas estratégicas con los conglomerados coreanos en sectores de avanzada tecnológica tales como electrónica, telecomunicaciones, biotecnología y nuevos materiales.

Como formas de transferencia de tecnología se revisaron principalmente las licencias (o compras de tecnología desincorporada por la que se pagan regalías) y la importación de bienes de capital ya que son las más comunes y relativamente fáciles de cuantificar. De acuerdo con su valor en dólares, tanto Corea como México favorecieron substancialmente la adquisición de tecnologías mediante la compra de bienes de capital (véanse Cuadros 36 y 38). Estos han participado substancialmente en el total de importaciones, lo que sugiere que ha sido un insumo de la mayor importancia para la industrialización de ambos países (véase Cuadro 37).

Los índices anteriores junto con los datos ya revisados anteriormente, sugieren también que Corea ha utilizado la importación de tecnologías para construir una sólida capacidad de exportación en este sector, y que el acceso a tecnologías modernas no ha impedido el desarrollo de una base de capacidades tecnológicas a nivel local para la adaptación, asimilación e innovación locales, en un contexto donde la estructura es altamente compleja, la presencia nacional en ésta es muy importante, se ha contado con medios adecuados para la profundización de la industria y existen recursos humanos capacitados. El caso de México es distinto ya que, aunque pudo haber adquirido capacidades para adaptar los bienes de capital que importa, no ha logrado escalarlas a niveles de exportación y su industria sí permanece altamente vulnerable.

Aunque Corea ha mostrado una menor inclinación por las tecnologías extranjeras desincorporadas<sup>61</sup> resulta interesante señalar, sin embargo, que durante los últimos años los pagos por regalías se han incrementado al tiempo que Corea se introducía en ramas industriales más complejas. De hecho, hacia 1992 las industrias de equipo eléctrico y electrónico aportaban el 51.7% de los pagos por concepto de adquisición de tecnologías extranjeras.<sup>62</sup> Al desconocer el objeto contractual del que se derivan dichos pagos, y los niveles de obsolescencia tecnológica que presentan, es difícil hacer una vinculación definitiva entre estas tendencias y las capacidades tecnológicas locales. Las tecnologías obtenidas a través de licencias o patentes

<sup>61</sup>Diversos estudios, aunque no muy recientes, han abordado este tema desde una perspectiva internacional, o bien, mediante encuestas a distintas empresas. En todos los casos, la importancia de los insumos tecnológicos extranjeros ha estado presente en el caso coreano pero el mayor peso específico en cuanto a la forma de la transferencia se ha otorgado a la adquisición de bienes de capital. Los estudios basados en entrevistas son interesantes porque subrayan la importancia de la experiencia de la mano de obra coreana entrenada en el exterior, así como las sugerencias y asistencia de empresas proveedoras y compradoras en otros países, ambos factores difícilmente cuantificables. Consúltense Rhee, Yung Whee, Bruce Ross-Larson y Gary Pursell, *Korea's Competitive Edge. Managing the Entry into World Markets*. Baltimore, Maryland: Johns Hopkins University Press, 1984; Westphal, Larry E., Yung W. Rhee y Gary Pursell, *Korean Industrial Competence: Where it Came From*. World Bank Staff Working Paper No. 469. Washington, D. C.: The World Bank, julio de 1981; y Westphal, Larry E., Yung W. Rhee, Linsu Kim y Alice Amsden, *Exports of Capital Goods and Related Services from the Republic of Korea*. World Bank Staff Working Paper No. 629. Washington, D. C.: The World Bank, 1984.

<sup>62</sup>KOICA, *Statistics ... op.cit.*

requieren del receptor una considerable capacidad de asimilación y adaptación, e incluso diseño. Sin embargo, suele suceder que dichas tecnologías no son las más recientes ya que entran al mercado por lo general cuando termina el periodo monopólico asignado por ley al inventor. La gravedad de esto dependerá de la industria de que se trate.

México, por su parte, estuvo en posibilidad de adquirir tecnologías desempaquetadas de manera constante entre 1970 y 1980. Una alternativa para identificar posibles vínculos entre este tipo de transferencia de tecnología y la acumulación de capacidades locales consiste en revisar el objeto contractual de las transferencias. Entre 1973 y 1982 cerca del 74% de los contratos implicaban la transferencia de conocimientos técnicos, el uso de marcas y la prestación de servicios de asistencia técnica. El panorama cambiaría entre 1983 y 1987, ya que este grupo pasó a representar 58% del total de los contratos. Sin embargo, la transferencia de tecnología en la forma de servicios administrativos elevó substantivamente su participación en estos últimos años, hasta hacerla mayoritaria (véase Cuadro 39).

Lo anterior sugiere que México transfirió tecnologías extranjeras que pudieron haber favorecido un proceso de aprendizaje relativamente importante en la producción durante los setenta, aunque desconocemos la calidad de las tecnologías importadas durante este período. No obstante, los cambios que se presentan en los ochenta pueden reflejar la incapacidad para adquirir tecnologías más sofisticadas, así como la consolidación de una economía ampliamente orientada hacia el sector comercio y servicios.

### *III Explicando la brecha tecnológica: un primer vistazo a las implicaciones de política*

El desempeño tecnológico de industrias y países responde a un conjunto de características intrínsecas, pero también a la influencia de una serie de factores externos que interactúan para determinar la habilidad de un país en el dominio de nuevas tecnologías.

A nivel nacional, la generación y acumulación de capacidades tecnológicas depende del medio ambiente en que opera la industria, la oferta disponible de capital humano, los esfuerzos realizados para dominar, adaptar y mejorar tecnologías, y las instituciones establecidas para apoyar el funcionamiento de los mercados y la realización de estas actividades.<sup>63</sup>

<sup>63</sup>Para una discusión extensa sobre el tema véanse los trabajos de Enos, J.L., *op. cit.*; Bell, Martin y Keith Pavitt, *op. cit.*; Fransman, Martin and Kenneth King, *Technological Capability in the Third World*. Londres, R.U.: Macmillan, 1984; Dahlman, Carl J., *et. al.*, *op. cit.*; Lall, Sanjaya, *op. cit.*; y Justman, Moshe y Morris Teubal, *Strategic Technology Policy for New Industrial Infrastructure: Creating Capabilities and Building New Markets*. Mimeo, 1992

La razón básica que motiva a las empresas a invertir en la generación de capacidades tecnológicas es el deseo de iniciar las operaciones de una planta industrial. De esta forma, independientemente del medio ambiente externo y el marco de política, las empresas utilizarán las capacidades de que disponen para dominar tecnologías y realizar las adaptaciones necesarias para obtener niveles máximos de producción.<sup>64</sup> Una vez que esto se ha logrado, un ambiente externo caracterizado por la competencia, se erige como uno de los factores más importantes del desarrollo de capacidades tecnológicas en la empresa.<sup>65</sup> Dicha competencia puede ser interna o internacional pero, entre más intensa, mayor es el estímulo para obtener un más rápido dominio tecnológico, reducir los costos y adaptar los productos a las necesidades del mercado.<sup>66</sup>

No obstante, la competencia puede ser un arma de dos filos. Cuando no se ha adquirido un dominio tecnológico básico y las capacidades necesarias para un trabajo más innovador y riesgoso no están completamente desarrolladas, la competencia internacional puede sacar del juego a una empresa o bien, forzarla a escalar su esfuerzo tecnológico a través de una mayor dependencia de la tecnología importada. En esta etapa, algunos autores han argumentado y demostrado con evidencia, que la protección a la industria incipiente y la restricción a la inversión extranjera directa (cuando inhibe la inversión local en tecnología) pueden ser buenos caminos a seguir.<sup>67</sup>

Conforme las capacidades maduran, la competencia externa puede actuar como un motor del esfuerzo tecnológico. No existe necesariamente una contradicción entre estas dos posturas: un país puede ofrecer un mercado interno protegido a fin de absorber los costos del aprendizaje al tiempo que induce a las empresas a entrar a los mercados de exportación para inducir un mayor y más eficiente aprendizaje, una mejor explotación de las capacidades desarrolladas, y una asignación de recursos hacia sectores más productivos.<sup>68</sup>

La orientación hacia el exterior se ha defendido por diversas razones. En primer lugar, se argumenta que los esfuerzos tecnológicos tienden a presentarse de manera más rápida y especializada bajo regímenes orientados hacia el exterior ya que las empresas buscar dominar lo antes posible la ingeniería de producción para

<sup>64</sup>Dahlman, Carl J., *et. al.*, *op. cit.*

<sup>65</sup>Michael E. Porter, *op. cit.*

<sup>66</sup>Véase Scherer, F. M., *Innovation and Growth. Schumpeterian Perspectives*. Cambridge, MA: Massachusetts Institute of Technology Press, 1989

<sup>67</sup>Al respecto véanse los trabajos de Westphal, Larry E., *op. cit.*; Krugman, Paul y Maurice Obstfeld, *International Economics: Theory and Policy*. Nueva York: Harper Collins, 1992.

<sup>68</sup>Japón es un ejemplo clásico de lo anterior y, como veremos más adelante, Corea del Sur ha sido un cercano seguidor de esta estrategia. Para un buen análisis del caso japonés véase por ejemplo, Dosi, Giovanni, Laura D'Andrea Tyson y John Zysman, "Trade, Technologies and Development. A Framework for Discussing Japan" en Johnson, Chalmers, *et. al.*, Eds., *Politics and Productivity. How Japan's Development Strategy Works*. Nueva York: Harper Business, 1989.

satisfacer la demanda de exportaciones y estar en posibilidad de hacer las adaptaciones necesarias cuando así lo requieran los mercados. El mejor acceso a bienes de capital, licencias y servicios de consultoría refuerzan lo anterior. Además, las plantas industriales tienden a ser de tamaños más rentables ya que se aprovechan las economías de escala que induce el comercio internacional. Por otra parte, las empresas orientadas al exterior pueden enfrentar mayores presiones para economizar en la importación de tecnología, por lo tanto, realizan esfuerzos mayores para profundizar sus capacidades tecnológicas. Adicionalmente, la exportación propicia que la información entre proveedores y compradores fluya más fácilmente y aliente el desarrollo de innovaciones menores. Finalmente, conforme las empresas maduran tecnológicamente, la orientación hacia el exterior proporciona un mayor estímulo al desarrollo de capacidades más avanzadas con el objeto de minimizar los costos de adquirir tecnologías de frontera, o para imitar las tecnologías que no están disponibles para su venta.

Otro factor determinante de la generación de capacidades tecnológicas empresariales es el tamaño de la empresa misma. Un tamaño grande puede ser condición necesaria para desarrollar capacidades donde la complejidad y el riesgo crean significativas economías de escala y gama.<sup>69</sup> Este caso se puede presentar con más frecuencia en los países en desarrollo donde las deficiencias de los mercados y las cadenas productivas crean la necesidad de internalizar funciones que serían externas a las empresas de países desarrollados. Por supuesto, el factor tamaño debe balancearse con inducciones a la eficiencia a través de la competencia. Donde la competencia interna es inadecuada (o los mercados están protegidos para permitir que se solventen los costos iniciales del aprendizaje), esto puede lograrse forzando a las empresas a entrar en los mercados de exportación. No obstante, no todo el desarrollo de capacidades tecnológicas empresariales requiere o se beneficia de los tamaños grandes. Las empresas pequeñas pueden desarrollar una amplia gama de capacidades donde las grandes actividades de investigación y desarrollo no son esenciales, como lo ilustra el caso de Taiwan.<sup>70</sup>

Otros factores que impactan las capacidades tecnológicas son un ambiente macroeconómico que estimule la inversión productiva y la exportación, y otras medidas directas de promoción industrial que van desde los incentivos fiscales, hasta acciones que influyeran la planificación y ejecución de las inversiones privadas, o la organización de la estructura industrial.<sup>71</sup>

<sup>69</sup>Para una revisión más detallada de la perspectiva Schumpeteriana, véase Clark, Norman, *op. cit.*

<sup>70</sup>Una buena revisión del caso de Taiwan se encuentra en Hou, Chi-Ming y San Gee, "National Systems Supporting Technical Advance in Industry: The Case of Taiwan" en Nelson, Richard, Ed., *National Innovation Systems. A Comparative Analysis*. Nueva York: Oxford University Press, 1993.

<sup>71</sup>Sobre este punto en específico, véanse Enos, J.L., *op. cit.*; y Lall, Sanjaya, *op. cit.*

El capital humano con que cuenta un país contiene la oferta de aptitudes y conocimientos, adquiridos a través de la educación formal y la experiencia práctica, disponible para la producción y el esfuerzo tecnológico realizados por una economía. Por ello, son un factor determinante de las capacidades tecnológicas nacionales. Empero, es necesario recordar que este capital humano debe ofertar el tipo de aptitudes y conocimientos que son adecuados para las distintas etapas del desarrollo industrial, a fin de favorecer el proceso acumulativo de aprendizaje.

De manera similar, los esfuerzos por dominar, adaptar, mejorar e incluso innovar tecnologías adquiridas del exterior llevan también a la generación de nuevas capacidades tecnológicas ya que cada una de estas actividades demanda la preexistencia de habilidades específicas pero también induce procesos nuevos de aprendizaje. La realización de estos esfuerzos, por supuesto, demanda la existencia de infraestructura, instituciones y redes intersectoriales adecuadas.

Estos son el último conjunto de factores que determinan la generación y acumulación de capacidades tecnológicas al facilitar las actividades de importación, absorción, diseminación y desarrollo posterior de tecnologías. Entre los más importantes se pueden mencionar las instituciones encargadas de la protección a la propiedad intelectual, las instituciones o agentes de consultoría y asistencia que vinculan a las universidades o centros de investigación y desarrollo con la empresa privada, los intermediarios financieros comerciales y de desarrollo, los centros de entrenamiento y capacitación, la infraestructura para el cumplimiento de estándares y el mejoramiento de la calidad, y las instituciones de investigación y diseminación de información tecnológica.

A manera de conclusión se puede decir que el desarrollo de capacidades tecnológicas depende en buena medida de los esfuerzos e inversiones que se realicen en el sector privado pero también están sujetas a la interacción de una serie de factores externos altamente sensibles, si no determinados, por la intervención gubernamental. Esto convierte a la política pública en una variable de singular importancia para el éxito o fracaso del proceso de aprendizaje.

La justificación común para la intervención del gobierno es la existencia de fallas de mercado (falta de información, riesgos morales, externalidades, bienes públicos). Estas fallas pueden conducir a un nivel de inversión socialmente inadecuado en el desarrollo de capacidades tecnológicas, a acumular capacidades inadecuadas con el objeto de enfrentar carencias, intervenciones o la falta de proveedores especializados, o a una explotación inapropiada de las capacidades ya existentes. La dependencia absoluta de las fuerzas del mercado puede no conducir al pleno desarrollo de capacidades tecnológicas.<sup>72</sup> Así pues, éste dependerá también de las medidas institucionales y de política que se diseñen para remediarlas. Sin embargo, los remedios no son fáciles de encontrar y administrar. No en vano la experiencia de la industrialización en diversas partes del mundo esta plagada con

<sup>72</sup>Véase Teubal, Morris y Moshe Justman, *op. cit.*

ejemplos de cuán dañina puede ser una intervención mal dirigida o distorsionada. No obstante, las recomendaciones de política que han emitido algunos estudiosos se derivan de casos en los que la acción gubernamental no sólo ha sido necesaria sino exitosa.

El gobierno tiene una gran capacidad para influenciar y modificar el ambiente en que opera la industria. Como ya se discutió, la competencia y la orientación exportadora, así como un conjunto de políticas macroeconómicas estables y sólidas, que garanticen la oferta de ahorro y ofrezcan un tipo de cambio favorable a las exportaciones, generan condiciones propicias para el desarrollo de capacidades tecnológicas. Sin embargo, el gran reto que han enfrentado los países en desarrollo es la necesidad de balancear correctamente el impulso a la competencia y la exportación, con la protección a la industria y el aprendizaje incipientes. Así, en ocasiones, la restricción a la competencia interna y la protección han sido necesarias para hacer rentable la entrada a una nueva industria, pero estas políticas deben acompañarse de una adecuada selectividad, temporalidad, y exigencia de desempeño. Diversos trabajos han examinado la validez de la protección a sectores industriales particulares durante etapas específicas de aprendizaje tecnológico pues éstos generan un conjunto interconectado de beneficios tecnológicos, siempre y cuando la protección sea selectiva y temporal. Posteriormente, la ausencia de competencia interna puede ser compensada por la apertura hacia el exterior, misma que obliga a la industria a mejorar su desempeño y aprendizaje tecnológico. Las restricciones a la inversión extranjera directa deben verse con una óptica similar, sobre todo una vez que el capital humano nacional permite sacar provecho local de las últimas tecnologías que llegan con ésta. Se ha considerado que medidas de promoción como los incentivos fiscales son, aunque no insignificantes, sí de mucho menor peso por lo que su utilización debe ser ponderada con el sacrificio fiscal que implican.

La política pública tiene también un papel que jugar en la formación de capital humano. La oferta de educación formal básica, así como su calidad y relevancia, se perciben generalmente como responsabilidad del gobierno, en otras palabras, existe el riesgo de que los mercados fallen en la generación de estas capacidades. Incluso en los casos en que las instituciones de educación privadas son importantes, el financiamiento a la educación en cantidades adecuadas, especialmente en países pobres, requiere la intervención del gobierno ya que los individuos pueden no invertir lo suficiente en su propia educación.<sup>73</sup>

La oferta de capacitación adecuada para empleados por parte de las empresas puede necesitar también de la intervención gubernamental en los casos en que las empresas no inviertan las cantidades óptimas en este rubro debido

<sup>73</sup>Las razones por las que los individuos puede no invertir lo suficiente en educación puede relacionarse con problemas de externalidades, aversión al riesgo o falta de información.

fundamentalmente a problemas de apropiabilidad.<sup>74</sup> Por último, las habilidades necesarias para el manejo de tecnologías industriales complejas son altamente específicas y diferenciadas. Para producir dichas capacidades humanas en la cantidad y con la calidad necesarias para el desarrollo futuro, se necesita información posiblemente no disponible en los mercados. Más aún, tal actividad conlleva una gran incertidumbre y demanda una inversión considerable. Este puede ser también un caso en que la intervención selectiva del gobierno puede asegurar la producción de estas nuevas capacidades. Dicha intervención se puede reforzar cuando el gobierno también interviene selectivamente en el patrón de desarrollo industrial.

La discusión sobre la política de formación de recursos humanos supone que la intervención pública puede ser importante para expandir el acceso a la educación e influenciar su orientación, mejorar la calidad educativa, proporcionar los medios para el desarrollo de nuevas capacidades en áreas y niveles específicos, y para incentivar el entrenamiento en el empleo por parte de las empresas.

Finalmente, los argumentos de fallas de mercado están también presentes en la discusión respecto al papel que juega el gobierno en el esfuerzo tecnológico nacional. Las características de bien público que presentan actividades tecnológicas tales como la investigación y desarrollo pueden conducir a niveles de inversión subóptimos en las mismas desde el punto de vista de la sociedad. En tales circunstancias, los incentivos y subsidios gubernamentales pueden ayudar a compensar esta situación. Más aún si los mercados de capital no están completamente desarrollados, y presentan imperfecciones informativas difíciles de compensar cuando las instituciones responsables de la recopilación, evaluación, procesamiento y difusión de la información tecnológica no están bien desarrolladas tampoco. En este sentido, el apoyo institucional para proporcionar información sobre fuentes tecnológicas, identificar las más apropiadas y negociar su transferencia puede ayudar mucho a las empresas que inician actividades nuevas. La necesidad de este tipo de apoyos declina conforme las empresas desarrollan sus propias redes de información y aparecen los intermediarios comerciales, pero en un principio, el gobierno puede fungir como catalizador.

Cuando al interior de la industria no existen todas las capacidades necesarias para llevar a cabo el esfuerzo tecnológico, la oferta de infraestructura institucional en el área tecnológica puede llegar a ser vital para cualquier esfuerzo serio de industrialización. Esta ofrecería a la planta productiva la posibilidad de realizar actividades de investigación y desarrollo o ingeniería, podría ayudar al desarrollo de capacidades de consultoría y asistencia técnica, así como al establecimiento de

<sup>74</sup>En este caso el problema de apropiabilidad se deriva de que las empresas pueden perder a sus trabajadores una vez que éstas han invertido en su capacitación, cuando ellos deciden migrar a otros empleos. La falta de apropiabilidad genera un tipo de externalidad positiva para la economía pero esta definida como una falla de mercado. El problema de las fallas de mercado y sus implicaciones ha recibido mayor desarrollo en lo que se refiere a externalidades y bienes públicos.

vínculos cooperativos entre distintos miembros del sistema de ciencia y tecnología. Finalmente, proporcionaría una serie de servicios de apoyo al esfuerzo tecnológico (diseño, control de calidad, pruebas).

Una enorme brecha separa a México de Corea del Sur en materia de capacidades tecnológicas. Es posible que estos casos ilustren el importante papel que toca al gobierno desempeñar en la generación y acumulación de dichas capacidades. La percepción del gobierno respecto a las fuentes del desarrollo y dinamismo de la industria y la economía, y las políticas que de aquella se han derivado pueden haber tenido una incidencia significativa en la forma en que estos países han manejado e inducido el cambio tecnológico. Es muy posible que el establecimiento y consolidación de plantas industriales razonablemente grandes, sofisticadas y diversificadas en períodos de tiempo relativamente cortos no se hubiera dado sin la presencia de incentivos e instituciones gubernamentales creadas con tales propósitos. Por otra parte, la expansión del acceso a la educación a todos los niveles y los esfuerzos por mantener la calidad y relevancia de ésta han implicado una fuerte participación del sector gubernamental. Finalmente, el dominio, adaptación, mejoramiento y creación de tecnologías ha recibido también apoyo del gobierno. Pero también la brecha que en materia de capacidades tecnológicas separa a México y a Corea puede tener su explicación en la gestión inadecuada de instrumentos de política estratégicos.

Existen elementos para apoyar la sugerencia anterior, los cuales serán únicamente esbozados por el momento. En el plano industrial, uno de los grandes retos para los países en desarrollo ha sido tratar de mantener un balance adecuado entre competencia y orientación exportadora, por un lado, y protección y apoyo a la industria incipiente, por otro. En el plano macroeconómico, se mencionó que la política pública tiene un importante papel que jugar en el impulso a la inversión y el mantenimiento de un tipo de cambio favorable al sector exportador.

Se sabe que el gobierno coreano limitó intencionalmente la competencia interna (sobre todo en los casos de las industrias química y pesada) al otorgar su apoyo preferencialmente a los *chaebols* y al controlar los flujos de IED. La identificación de sectores estratégicos ha estado siempre presente en la política industrial coreana, los cuales han gozado de protección comercial, de la asignación preferencial de la oferta de ahorro, y de otros incentivos que implicaban algún tipo de sacrificio fiscal. A cambio de estas concesiones, la industria coreana debía desempeñarse adecuadamente en el exterior y cumplir con una serie de metas de producción y exportación establecidas. Las actividades de exportación se vieron favorecidas tanto por incentivos fiscales y financieros, como por un tipo de cambio razonablemente cercano al de mercado. La política industrial coreana, pues, siempre buscó mantener un sesgo pro-exportación.

Aunque puede ser cuestionable si este es el balance más adecuado para lograr la consolidación de una planta industrial diversificada y eficiente, lo cierto es que

aquéllas que han sido consideradas industrias estratégicas y han recibido el tratamiento gubernamental descrito en el párrafo anterior han sido grandes contribuyentes al crecimiento de la economía coreana y su presencia en los mercados mundiales. De manera adicional, esta transformación ha inducido también un proceso acelerado de generación y acumulación de capacidades tecnológicas que hoy se refleja en el desempeño de la industria coreana.

En México, la planta productiva nacional se desarrolló en un ambiente de escasa competencia interna y externa favorecido por altos y prolongados niveles de protección generalizada, y un tipo de cambio inadecuado para el sector exportador. Estas políticas se complementaron con una escasa supervisión de desempeño por parte del gobierno mexicano. En general, los mecanismos de apoyo financiero puestos en marcha durante los setenta no parecen haber sido suficientes para compensar los problemas ocasionados por la protección y la sobrevaluación de la moneda. Estas políticas permitieron a la industria mexicana crecer y consolidarse pero obstaculizaron su eficiencia y productividad a través del tiempo e impidieron su diversificación hacia sectores más intensivos en tecnología. Así, en términos generales, durante gran parte de la industrialización mexicana se observa un escaso balance entre protección a la industria incipiente y orientación al exterior.

La acelerada industrialización de Corea se vio favorecida por el sobresaliente esfuerzo educativo realizado por el gobierno coreano. La educación básica tuvo una expansión casi nacional antes del primer plan quinquenal. Posteriormente, el nivel educativo de los trabajadores industriales se incrementaría gracias a las fuertes inversiones en educación secundaria, técnica y superior, en capacitación laboral, y a la experiencia adquirida en el lugar de trabajo. Estos factores contribuyeron a la rápida acumulación de capacidades tecnológicas cada vez más sofisticadas a fin de sostener el proceso de industrialización.

En México la acumulación progresiva de capacidades tecnológicas se ha visto obstaculizada por los fuertes rezagos que enfrenta México en materia de capital humano. Una simple comparación estadística ofrece una primera idea de la brecha que separa a estas dos naciones en el ámbito educativo. Es posible que parte de la explicación se encuentre en la forma en que los gobiernos conceptualizan la finalidad de la educación y, por ende, en el diseño y manejo de la política pública en este rubro. Por supuesto, existen una serie de factores que inciden sobre la inversión en educación aunque no están directamente ligados a la política educativa. En el caso mexicano, la crisis económica de los ochenta y la tradicionalmente escasa participación de los sectores privado y social en el gasto educativo tienen una clara importancia.

En el plano tecnológico, la evidencia también parece sugerir que Corea ha sido un país más exitoso no sólo para impulsar el esfuerzo tecnológico nacional; también para garantizar su productividad. Corea ha mantenido una política tecnológica de apoyo a la planta industrial en general, y de las industrias estratégicas

en particular. Aunque en los inicios la dependencia de las tecnologías extranjeras era necesaria, el gobierno coreano estableció redes de apoyo institucional para la evaluación, negociación, adaptación, asimilación e innovación de las mismas; así como infraestructura tecnológica para la consultoría, la asistencia técnica y otros servicios de apoyo. Muy en línea con la tradición de planificación estratégica que ha caracterizado al gobierno coreano, muy pronto en el proceso de industrialización se establecieron las bases institucionales que generarían los conocimientos y estudios necesarios para el diseño de política pública en materia tecnológica, de acuerdo con las necesidades actuales y futuras de la industria coreana. Como producto de este esfuerzo se identificaban las áreas donde la investigación y desarrollo eran necesarias pero altamente riesgosas para el sector privado. La inversión privada en actividades de investigación y desarrollo en Corea fue inducida por la necesidad de continuar compitiendo internacionalmente en sectores cada vez más sofisticados frente a la dificultad de obtener tecnologías extranjeras. El complemento adecuado fueron los estímulos e incentivos diseñados por el gobierno coreano a fin de auxiliar a la industria en este esfuerzo, y los esfuerzos de vinculación en grandes proyectos coordinados por el gobierno.

Aunque México establece formalmente una política tecnológica casi al mismo tiempo que Corea, tal política ha estado, por lo general, muy desvinculada de las necesidades de la industria, por lo que su contribución al proceso de acumulación y generación de capacidades tecnológicas nacionales se antoja trunca. Además del obstáculo al desarrollo tecnológico que significaban la ausencia de competencia y otras medidas de política industrial, y la ausencia de recursos humanos adecuados, el gobierno mexicano no parece haber asimilado que la importación de tecnologías extranjeras demanda un esfuerzo enorme, cuyo logro en muchas ocasiones rebasa las posibilidades de las empresas y demanda la existencia de redes institucionales y apoyos similares a los ya discutidos para el caso coreano.

**Cuadro 1**  
**Capacidades Tecnológicas Desagregadas por Nivel y**  
**Grado de Complejidad**

GRADO DE COMPLEJIDAD	NIVEL				
	Inversión		Producción		Vinculación
	<i>Pre-inversión</i>	<i>Ejecución de Proyectos</i>	<i>Ingeniería de Procesos</i>	<i>Ingeniería de Producto</i>	
BÁSICO Tareas simples y rutinarias, basadas en la experiencia	Estudios de factibilidad, selección de ubicación, programa de inversión	Ingeniería civil y otros servicios asociados, instalación de equipo	Control de calidad, mantenimiento preventivo, asimilación de tecnologías de procesos	Asimilación del diseño de productos, adaptaciones menores a las necesidades del mercado	Adquisición local de bienes y servicios, intercambio de información con proveedores y compradores
INTERMEDIO Tareas adaptativas y duplicativas que requieren esfuerzo tecnológico medio	Búsqueda de fuentes tecnológicas, negociación de contratos y términos, sistemas de información	Adquisición de equipo, ingeniería de detalle, reclutamiento y entrenamiento de personal calificado	Ampliación de la capacidad del equipo, adaptaciones menores a procesos, licenciamiento de nuevas tecnologías	Mejoramientos a la calidad del producto, licenciamientos y asimilación de nuevas tecnologías de producto importadas	Transferencia de tecnología a proveedores locales y de compradores, coordinación en el diseño, vínculos con el sistema de ciencia y tecnología
AVANZADO Tareas innovadoras y de alto riesgo que requieren esfuerzo tecnológico de mayor intensidad (I&D)		Diseño básico de procesos, diseño y oferta de equipo	Innovación de procesos intramuros, investigación básica	Innovación de procesos intramuros, investigación básica	Actividades de investigación conjunta (riesgos compartidos), transferencia de tecnología al exterior

**Fuentes:** Dahlman, Carl J., Bruce Ross-Larson y Larry E. Westphal, *Managing Technological Development. Lessons from the Newly Industrializing Countries*. Staff Working Paper No. 717. Washington, D. C.: The World Bank, 1985; Lall, Sanjaya, *Building Industrial Competitiveness in Developing Countries*. París, Francia: OCDE, 1990; Bell, Martin y Keith Pavitt, "Accumulating Technological Capability in Developing Countries" en Summers, Lawrence H. y Shekhar Shah, Eds., *Proceedings of the World Bank Annual Conference on Development Economics*. Washington, D. C., 1992; Enos, John Lawrence, *The Creation of Technological Capability in Developing Countries*. Londres, R.U.: Pinter Publishers, 1991; Fransman, Martin y Kenneth King, *Technological Capability in the Third World*. Londres, R.U.: Macmillan, 1984; y Justman, Moshe y Morris Teubal, *Strategic Technology Policy for New Industrial Infrastructure: Creating Capabilities and Building New Markets*. Mimeo, 1992.

## ANEXO ESTADÍSTICO

**Cuadro 2**  
**Evolución del PIB en Corea del Sur**  
**(millones de dólares americanos)**

Año	Crecimiento Promedio (%)	Año	Producto Interno Bruto	Año	Ingreso per capita	Crecimiento Promedio (%)
1960-1970	8.6	1960	3,810	1962-1976	87-765	16.8
1970-1980	10.1	1965	3,000	1976-1987	765-3,098	13.6
1980-1993	9.1	1970	9,025	1987-1991	3,098-6,253	19.2
		1979	60,660			
		1982	68,420			
		1984	83,220			
		1987	121,310			
		1990	236,400			
		1993	330,831			

**Fuente:** The World Bank, *World Development Report*, Washington, D.C.: Oxford University Press, varios números. Los datos de ingreso per capita se obtuvieron de MOST, *Science and Technology in Korea*. Seúl, Corea, 1993. El crecimiento promedio es elaboración propia.

**Cuadro 3**  
**Crecimiento promedio del PIB en México**

1940-1954	1954-1970	1970-1982	1982-1989	1989-1993
5.8	6.8	6.2	0.6	2.4

**Fuentes:** Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), *Anuario Estadístico*, varios números; Banco de México, *Informe Anual*, varios números.

**Cuadro 4**  
**Evolución de la estructura productiva en Corea del Sur**  
**(porcentajes\*)**

Sector	1960	1965	1970	1975	1980	1985	1990	1993
PIB Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Agricultura, Pesca y Bosques	37.0	38.0	27.0	25.0	16.0	13.0	9.0	7.0
Industria Manufacturera	14.0	18.0	21.0	27.0	30.0	30.0	31.0	30.0
Otras industrias**	6.0	7.0	9.0	8.0	13.0	12.0	14.0	7.0
Servicios***	43.0	37.0	43.0	40.0	41.0	45.0	46.0	50.0

(\*) Las cifras están redondeadas.

(\*\*) Incluye minería; electricidad, gas y agua; y construcción.

(\*\*\*) Incluye servicios turísticos, personales, financieros y sociales.

**Fuente:** Elaboración propia con base en datos de The World Bank, *World Development Report*, Washington, D. C.: Oxford University Press, varios números.

**Cuadro 5**  
**Evolución de la estructura de la industria manufacturera en Corea del Sur**  
**(porcentajes\*)**

Rama Industrial	1970	1978	1981	1983	1986	1989	1992
Total Industria Manufacturera	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Alimentos, Bebidas, Tabaco	26.0	19.0	16.0	10.0	15.0	12.0	10.0
Textiles y Vestido	17.0	20.0	23.0	19.0	17.0	14.0	12.0
Maquinaria y Equipo de Transporte	11.0	19.0	19.0	23.0	24.0	30.0	32.0
Productos Químicos	11.0	11.0	11.0	13.0	9.0	9.0	10.0
Otros**	36.0	31.0	31.0	36.0	35.0	36.0	35.0

(\*) Las cifras están redondeadas.

(\*\*) Incluye madera y sus productos; papel y sus productos; derivados del petróleo; productos minerales no metálicos; productos metálicos; aparatos y equipo eléctrico y electrónico; electrodomésticos; equipo de comunicaciones; instrumental científico; y otras manufacturas.

**Fuentes:** Los detalles sobre la clasificación sectorial de la industria manufacturera se obtuvieron de Lee, Jong-Wha *Government Interventions and Productivity Growth in Korean Manufacturing Industries*. Working Paper No. 5060. National Bureau of Economic Research. La distribución del producto manufacturero es elaboración propia basada en datos The World Bank, *World Development Report*. Washington, D. C.: Oxford University Press, varios números.

**Cuadro 6**  
**Estructura productiva en México 1940-1992**

Sector	1940	1950	1960	1970	1980	1984	1988	1992
Agropecuario	22.6	22.5	18.8	12.2	8.3	8.59	7.88	8.25
Minero y Extractivo	7.9	5.8	5.4	3.4	8.1	5.64	3.28	3.32
Manufacturas	18.6	20.5	23.0	22.7	21.7	22.46	27.08	21.69
Construcción	2.2	3.1	3.5	5.3	6.5	4.40	4.04	5.23
Electricidad	0.9	0.9	1.2	1.3	1.0	0.96	1.27	1.49
Comercio, Restaurantes y Hoteles	25.9	26.2	25.8	25.9	23.4	28.37	27.44	26.47
Transportes y Comunicaciones	3.8	4.8	4.9	4.8	6.6	6.80	7.56	6.86
Servicios Financieros, Arrendamiento	14.2	13.0	14.7	11.3	7.9	7.58	7.83	10.55
Servicios Sociales, Personales	3.9	3.2	2.7	14.3	17.6	16.40	15.08	17.62
Servicios Bancarios (-)	---	---	---	1.2	1.1	1.20	1.47	1.49
TOTAL	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

\* Estructura del PIB a precios corrientes desde 1970, a precios de 1950 en 1940, 1950 y 1960. Fuentes: 1940-1960, Ibarra, David, "Mercados, desarrollo y política económica. Perspectivas de la economía de México" en *El perfil de México en 1980*. México, D.F.: Siglo XXI Editores, 1970. De 1970 en adelante, INEGI, *Anuario Estadístico de los Estados Unidos Mexicanos*. México, D. F., varios años.

**Cuadro 7**  
**Estructura del valor agregado manufacturero en México\***  
**(Participación porcentual de subsectores)**

	1960	1965	1970	1976	1981	1986	1988	1990	1992
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
I	13.62	29.46	27.84	26.09	24.08	27.51	26.19	25.54	26.02
II	17.46	16.08	15.79	14.27	13.67	12.83	11.59	10.81	9.12
III	4.91	4.85	4.12	4.05	3.98	4.01	3.82	3.26	3.16
IV	5.14	5.53	5.60	5.53	5.40	5.92	5.90	5.79	5.47
V	9.50	15.43	11.22	13.92	15.34	17.87	18.14	18.27	18.25
VI	6.13	5.92	7.22	7.27	6.77	6.84	6.95	6.80	7.28
VII	5.47	5.70	5.61	5.80	6.06	5.73	6.32	6.14	6.02
VIII	13.07	16.61	17.26	19.44	21.94	16.84	18.72	20.94	22.03
IX	24.70	5.65	5.35	3.64	2.75	2.50	2.38	2.46	2.54

(I) Alimentos, bebidas y tabaco; (II) Textiles, cuero y calzado; (III) Madera y productos de madera; (IV) Papel e imprenta;

(V) Químicos y derivados del petróleo; (VI) Productos minerales no metálicos; (VII) Industrias de metal básicas; (VIII) Productos de metal, maquinaria y equipo; (IX) Otras manufacturas.

\* Producto en millones de pesos a precios de 1980.

Fuente: INEGI, *Sistema de Cuentas Nacionales*. México, D. F., varios números.

**Cuadro 8**  
**Inversión extranjera directa neta en países seleccionados**

País	Millones de Dólares Americanos		% del Total de Flujos Netos de Capital (al interior)	
	1967-1971	1972-1976	1967-1971	1972-1976
Corea del Sur	120.1	460.2	3.7	7.9
Brasil	1,483.5	6,158.3	33.8	22.9
Colombia	232.1	148.3	21.4	10.2
México	1,283.9	2,617.5	36.6	16.0
Taiwan	222.1	274.9	32.3	12.9
Tailandia	236.1	499.0	26.1	28.0
Turquía	161.1	390.3	9.6	6.6

Fuentes: Datos del Economic Analysis and Projections Department del Banco Mundial citados por Westphal, Larry E., Yung W. Rhee y Gary Pursell, *Korean Industrial Competence: Where it Came From*. World Bank Staff Working Paper No. 469. Washington, D. C.: The World Bank, julio de 1981.

**Cuadro 9**  
**Inversión Extranjera Directa Acumulada en Países Seleccionados**

País	Miles de Millones de Dólares	Año	IED Acumulada como % del PIB
Corea del Sur	2.3	1986	2.7
Taiwan	3.0-6.0	1986	5.1-10.1
Singapur	9.4	1986	53.8
Hong Kong	6.0-8.0	1985	20.0-26.0
Malasia	6.2	1984	19.8
Tailandia	4.0-5.0	1986	10.5-13.1
India	1.0-1.5	1984	0.6-0.7
Brasil	24.6	1984	13.1
México	13.6	1984	13.6

Fuente: Lall, Sanjaya, *Building Industrial Competitiveness in Developing Countries*. París, Francia: OCDE, 1990.

**Cuadro 10**  
**Participación de la inversión extranjera directa en la**  
**inversión total en México 1980-1993**  
**(Millones de Dólares Americanos)**

Año	Total Acumulado de IED	% de la Inversión Fija Bruta
1980	8,458.8	3.4
1985	14,628.9	5.3
1986	17,053.1	9.6
1987	20,930.3	14.9
1988	24,087.4	9.4
1989	26,587.1	6.7
1990	30,309.5	8.2
1991	37,324.7	12.7
1992	43,029.8	8.1
1993	47,930.5	n.d.
1994*	52,362.3	n.d.

\*Hasta agosto de 1994. No incluye mercado de valores

Fuente: SECOFI, *Evolución de la inversión extranjera directa*. México, D. F., 1994.

**Cuadro 11**  
**Crecimiento de la Productividad Total de los Factores (PTF)**  
**en Países Seleccionados**

País o Grupo	Período	Tasa de Crecimiento de la PTF	Participación de la PTF en el VA*
Promedio Países Desarrollados		2.70	49.0
Promedio Países en Desarrollo		2.00	31.0
Brasil	1950-1960	3.65	53.7
	1960-1974	1.60	21.9
Hong Kong	1955-1960	2.40	29.1
	1960-1970	4.28	47.0
India	1959-1979	-0.18	-2.9
Corea del Sur	1955-1960	2.00	47.4
	1960-1973	4.10	42.3
México	1950-1960	1.60	28.3
	1960-1973	2.10	37.5
	1970-1980**	2.20	n.d.
Taiwan	1953-1960	3.12	59.5

\* Valor Agregado.

Fuentes: Chenery, H., S. Robinson y M. Syrquin. *Industrialization and Growth: A Comparative Study*. New York: Oxford University Press, 1986, excepto \*\* que proviene de Kessel, Georgina y Ricardo Samaniego, *Apertura Comercial, Productividad y Desarrollo Tecnológico*. México, D.F.: BID/ITAM, 1991.

**Cuadro 12**  
**Evolución de las exportaciones como proporción del PIB en Corea del Sur**  
**(millones de dólares americanos)**

Año	PIB(a)	Exportaciones Totales(b)	Proporción (b)/(a) en %
1976	27,400	7,716	28
1979	60,660	15,055	25
1982	68,420	21,853	32
1984	83,220	29,248	35
1987	121,310	47,172	39
1990	236,400	64,837	27
1993	330,831	82,236	25

**Fuente:** Elaboración propia a partir de datos de The World Bank, *World Development Report*. Washington, D. C.: Oxford University Press, varios números.

**Cuadro 13**  
**Participación de las manufacturas en las exportaciones de Corea del Sur**

Año	Participación (%)
1960	14
1965	59
1970	76
1975	82
1978	89
1981	90
1983	91
1987	92
1990	94
1993	94

**Fuente:** Elaboración propia a partir de datos de The World Bank, *World Development Report*. Washington, D. C.: Oxford University Press, varios números.

**Cuadro 14**  
**Estructura de las exportaciones de manufacturas Coreanas**  
**(porcentajes de las exportaciones totales de manufacturas)**

Año	Combustibles, Minerales y metales	Otras Mercaderías Primarias	Textiles y Vestido	Maquinaria y Equipo de Transporte	Otras Manufacturas
1960	30	56	8	--	6
1965	15	25	27	3	29
1970	7	17	41	7	28
1978	1	10	32	21	36
1981	2	8	30	22	38
1983	3	6	25	32	34
1987	2	5	25	33	34
1990	2	5	22	37	35
1993	3	4	19	43	31

**Fuente:** Elaboración propia a partir de datos de The World Bank, *World Development Report*. Washington, D. C.: Oxford University Press, varios números.

**Cuadro 15**  
**Participación de las exportaciones en el PIB de México**  
**(Millones de Dólares)**

	1960	1965	1970	1975	1981	1985	1990	1993
Exportaciones	738.7	1,113.9	1,281.3	3,298	21,078	22,932	26,714	30,241
PIB	12,040	20,160	38,318	n.d.	239,673	177,105	237,750	343,472
Exportaciones/PIB	6.13	5.53	3.34	n.d.	8.79	12.95	11.24	8.80

n.d.: no disponible

**Fuentes:** Elaboración propia a partir de datos incluidos en Banco de México, *Informe Anual*, varios años; The World Bank, *World Development Report*, varios números; y Nacional Financiera, *La economía mexicana en cifras*. México, D. F., 1978.

**Cuadro 16**  
**Participación del valor agregado manufacturero\* (a)**  
**en el total de exportaciones (b) en México**

Año	(a)/(b)
1974	0.53
1976	0.47
1978	0.43
1980	0.21
1981	0.18
1983	0.24
1985	0.29
1989	0.57
1991	0.62
1993	0.63

\* Excluye petroquímicos y derivados del petróleo.

**Fuentes:** Elaboración propia a partir de datos incluidos en INEGI, *Anuario Estadístico de Comercio Exterior*, varios números.

**Cuadro 17**  
**México: exportación de manufacturas por tipo de bien**  
**(Porcentajes)**

Tipo de Bien	1980	1982	1984	1986	1988	1989	1990
Bienes de Consumo	31	28	22	23	27	27	30
Bienes Intermedios	63	65	70	70	66	64	61
Bienes de Capital	6	7	8	7	7	9	9
Total	100	100	100	100	100	100	100

**Fuentes:** Elaboración propia a partir de datos incluidos en NAFIN, *La economía mexicana en cifras 1990*. México, D.F., 1992

**Cuadro 18**  
**Evolución de la matrícula por nivel escolar en Corea del Sur**

Nivel	1960	1970	1980	1990
Primaria	3,622,685	5,749,301	5,658,003	4,868,520
Secundaria	528,593	1,318,808	2,471,997	2,275,751
Preparatoria	273,434	590,382	2,696,792	2,283,806
Superior	101,041	201,436	601,994	1,490,809

**Fuente:** NIEE, *Statistical Yearbook of Education*. Seúl, Corea: Ministry of Education, 1990

**Cuadro 19**  
**Evolución de la matrícula escolar en Corea del Sur**  
**(Proporción del grupo de edad relevante)**

Alumnos inscritos en:	1960	1965	1970	1975	1981	1986	1992
Educación básica	94	100	100	100	100	100	100
Educación media*	27	35	42	59	85	90	95
Educación superior	5	6	n.d.	10	18	33	42

(\*) Incluye educación secundaria y preparatoria.

n.d.: no disponible

Fuente: The World Bank, *World Development Report*. Washington, D. C.: Oxford University Press, varios números.

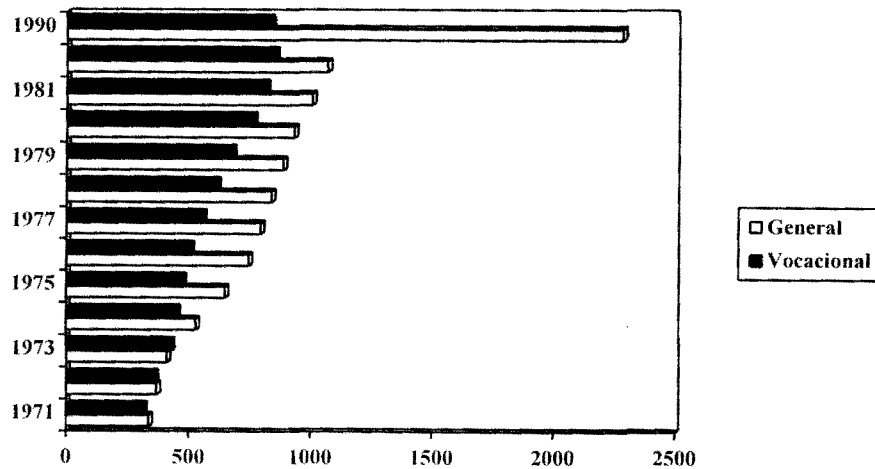
**Cuadro 20**  
**Indicadores educativos internacionales**  
**Matrícula como porcentaje del grupo de edad relevante por nivel educativo**  
**(Datos de 1992)**

País	Primario	Secundario	Superior
Argentina	100	44	22
Brasil	86	39	12
Canadá	100	100	99
España	100	56	40
Estados Unidos	98	n.d.	76
Francia	100	74	46
Japón	100	86	32
México	98	55	14
Reino Unido	97	86	28

n.d.: No disponible

Fuente: The World Bank, *World Development Report 1995*. Washington, D. C.: Oxford University Press, 1996.

**Gráfica 1**  
**Evolución de la matrícula en educación media superior de**  
**carácter vocacional y general**



Fuentes: Adams, Don y Esther E. Gottlieb, *Education and Social Change in Korea*. Nueva York, N.Y.: Garland Publishing Co., 1993; y Ministry of Education, *Education in Korea*. Seúl, Corea, varios números.

**Cuadro 21**  
**Grados universitarios de licenciatura en ingenierías y ciencias naturales**  
**como porcentaje del total de grados universitarios otorgados**  
**Comparación internacional**

Área/País	1975	1977	1979	1981	1983	1985	1987	1989
<b>Ciencias Naturales</b>								
Estados Unidos	13	13	13	13	13	14	13	11
Alemania	19	19	18	19	18	19	19	21
Japón	6	6	6	6	6	6	6	6
Corea del Sur	n.d.	17	16	16	15	13	11	14
<b>Ingenierías</b>								
Estados Unidos	4	4	6	7	7	8	7	7
Alemania	11	12	12	12	12	11	10	12
Japón	21	21	20	20	19	19	20	20
Corea del Sur	n.d.	21	22	23	27	20	18	18

**Fuente:** National Science Foundation, *Science and Engineering Indicators 1991*. Washington, D. C., 1992.

**Cuadro 22**  
**Entrenamiento intramuros por tipo y duración en Corea del Sur**  
**(Número de personas, duración en meses)**

Tipo de Entrenamiento	Total	1 o menos	1-4	4-7	7-9	10 o más
En centros de la empresa	131	17	85	12	--	17
En centros de otra empresa	32	9	21	1	--	1
En centros del extranjero	109	8	61	22	4	14
Cursos cortos en universidades	5	--	--	--	--	5
Cursos cortos en universidades del extranjero	5	--	1	--	--	4
Cursos cortos en centros de I&D	20	--	2	2	--	16
Cursos cortos en centros de I&D en el extranjero	7	--	--	--	--	7
Otros	17	--	5	3	--	9
<b>TOTAL</b>	<b>326</b>	<b>34</b>	<b>175</b>	<b>40</b>	<b>4</b>	<b>73</b>

**Fuente:** Korea Educational Development Institute/International Institute for Educational Planning. *Workshop on the Technological Development and its Implications for Educational Planning in the Republic of Korea*. Seúl, Corea, 1986.

**Cuadro 23**  
**Evolución de la matrícula en programas de posgrado**

Grado	1972	1974	1976	1978	1980	1982	1990
Maestría	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	34,527	72,397
Doctorado	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	19,681	14,514
Total	8,681	12,289	15,290	19,150	33,939	54,208	86,911

Fuentes: Ministry of Education, *Education in Korea*. Seúl, Corea, 1993; y Adams, Don y Esther E. Gottlieb, *Education and Social Change in Korea*. New York: Garland Publishing Co., 1993.

**Cuadro 24**  
**Estudiantes graduados de programas de posgrado en KAIST**

Grado	1973-84	1986	1988	1990	1991	1992	Total
Maestría	2,587	548	512	532	530	557	6,930
Doctorado	163	72	133	186	247	157	1,308
Total	2,750	620	645	718	777	714	8,238

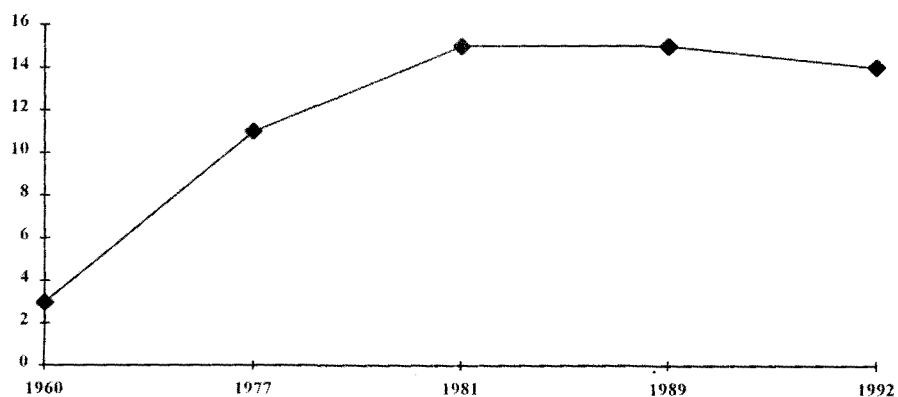
Fuente: Ministry of Science and Technology, *Science and Technology in Korea*. Seúl, Corea, 1993.

**Cuadro 25**  
**Evolución de la matrícula escolar en México**  
**(Proporción del Grupo de Edad Relevante)**

Alumnos Inscritos en:	1959	1970	1980	1985	1990
Primaria	57.5	79.0	91.4	95.3	98.4
Secundaria	10.8	30.2	48.0	55.0	57.0

Fuente: Secretaría de Educación Pública (SEP), *Prontuario estadístico, cultural y presupuestario*. México, D. F., 1991.

**Gráfica 2**  
**Evolución de la matrícula en educación superior en México**  
**como porcentaje del grupo de edad de 20-24 años**



Fuente: The World Bank, *World Development Report*, varios números.

**Cuadro 26**  
**Distribución de grados universitarios de licenciatura por área en México**  
**(porcentajes)**

Área	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
Ciencias Naturales y Exactas	3.66	5.28	4.54	6.25	3.10	2.88	5.78	4.92
Agricultura y Zootécnia	2.60	2.48	2.50	3.72	1.89	2.99	3.01	2.22
Ingenierías y Tecnologías	10.08	11.05	9.34	12.72	7.69	6.32	9.81	9.09
Ciencias y Tecnologías de Salud	4.19	4.13	4.70	4.70	3.73	2.78	2.72	2.42
Ciencias Sociales y Humanidades	38.02	37.42	34.90	35.25	27.59	26.30	32.90	30.82
Programas Especiales	41.44	39.63	44.00	37.35	56.00	58.73	45.78	50.53
Total	100.00	100.00	100.00	100.0	100.00	100.00	100.00	100.00

Fuente: ANUIES

**Cuadro 27**  
**Eficiencia Terminal por Nivel Educativo y Año Académico en México**

Nivel	1978-1979	1989-1990	1990-1991	1991-1992
Primaria	46.1	56.1	56.4	57.9
Secundaria	70.2	73.8	73.0	74.3
Preparatoria	64.8	59.3	57.0	57.0

Fuente: SEP

**Cuadro 28**  
**Inversión en investigación y desarrollo en Corea del Sur**  
**(Millones de dólares)**

Año	1963	1970	1980	1986	1988	1990	1992
Fuentes	9.5	40.5	480	1,768	3,431	4,481	7,699
- Gobierno	9.2	31.0	325	460	618	717	1,803
- Sector Privado	0.3	9.5	155	1,308	2,813	3,764	5,866
% del PIB	0.24	0.39	0.58	1.68	1.89	1.91	2.20
Gasto Privado/ Gasto Total (%)	3.2	23.5	32.3	73.9	81.9	83.9	76.2

Fuente: MOST, *Science and Technology in Korea*. Seúl, Corea, 1993

**Cuadro 29**  
**Evolución del gasto federal en ciencia y tecnología**  
**(Miles de nuevos pesos)**

Año	Precios Corrientes	Precios de 1980	% del PIB
1980	19,193	19,193	0.43
1981	28,058	22,268	0.46
1982	41,053	20,243	0.42
1983	56,676	14,679	0.32
1984	108,427	17,648	0.37
1985	167,885	17,435	0.35
1986	277,836	16,608	0.35
1987	539,397	13,458	0.28
1988	1,050,411	13,144	0.27
1989	1,395,912	13,878	0.27
1990	2,035,173	15,626	0.30
1991	3,156,053	19,926	0.36
1992	3,612,937	19,903	0.35
1993	4,587,643	23,047	0.41
1994p/	5,436,310	26,010	0.44

p/Cifras preliminares

Fuente: CONACYT, *Indicadores de Actividades Científicas y Tecnológicas*. México, D. F. 1994.

**Cuadro 30**  
**Gasto en investigación y desarrollo en México**

Año	Gasto en I&D*	PIB**	Gasto I&D/PIB
1990	1,351,709	686,406,000	0.0020
1991	1,951,795	865,166,000	0.0023
1992	2,132,215	1,019,156,000	0.0021
1993	2,654,394	1,122,928,000	0.0024
1994	2,755,338	1,229,700,000	0.0022

\*En miles de nuevos pesos

\*\*En millones de nuevos pesos corrientes

Fuente: Cálculos basados en datos de CONACYT, *Indicadores de Actividades Científicas y Tecnológicas*, 1994, y Banco de México, *Informe Anual*, varios números.

**Cuadro 31**  
**Personal dedicado a actividades de investigación y desarrollo en Corea del Sur**

Año	Total de Personal	Personal de I&D por cada 10,000 habitantes
1970	5,628	0.8
1972	5,599	1.7
1974	7,595	2.2
1976	11,661	3.3
1978	14,749	4.0
1980	18,434	4.8
1982	28,448	7.2
1984	37,103	9.1
1986	47,042	11.3
1988	56,545	13.5
1990	70,503	n.d.

Fuentes: Datos de 1970-1984 obtenidos de Asian and Pacific Centre for Transfer of Technology, *Technology Policies and Planning in the Republic of Korea*. Bangalore, India: APCTT, 1986; datos de 1986-1990 obtenidos de Ministry of Science and Technology, *Science and Technology in Korea*. Seúl, Corea, 1993.

**Cuadro 32**  
**Personal en actividades de investigación y desarrollo por cada 10,000 habitantes en países seleccionados**

País	1970	1980	1988
Estados Unidos	26.5	28.6	38.5
Japón	16.6	25.8	36.0
Alemania	13.6	19.9	27.1
Francia	11.5	13.6	20.5
Corea	0.8	4.8	13.5

Fuentes: MOST, OCDE.

**Cuadro 33**  
**Distribución del personal de investigación y desarrollo por sector en Corea del Sur**

	1986 (%)	1988 (%)	1990 (%)
Número Total	47,042 (100)	56,545 (100)	70,503 (100)
- Institutos Públicos de Investigación	8,092 (16)	9,581 (17)	10,434 (15)
- Institutos de Educación Avanzada	16,035 (35)	18,665 (33)	21,332 (30)
- Institutos del Sector Privado	22,915 (49)	28,299 (50)	38,737 (55)

Fuente: MOST

**Cuadro 34**  
**Evolución del Sistema Nacional de Investigadores en México por área**

Año	Ciencias Físico Matemáticas	Ciencias Biológicas, Biomédicas y Químicas	Ciencias Sociales y Humanidades	Ingeniería y Tecnología	TOTAL
1984	585	600	211	0	1,396
1985	859	970	447	0	2,276
1986	950	1,150	580	339	3,019
1987	757	1,100	699	902	3,458
1988	624	1,021	713	1,416	3,774
1989	718	1,237	855	1,856	4,666
1990	816	1,512	1,141	2,235	5,704
1991	834	1,661	1,261	2,409	6,165
1992	864	1,951	1,412	2,375	6,602
1993	913	1,934	1,508	1,878	6,233
1994	931	1,911	1,545	1,492	5,879

Fuente: CONACYT, *Indicadores de Actividades Científicas y Tecnológicas*. México, D. F., 1994.

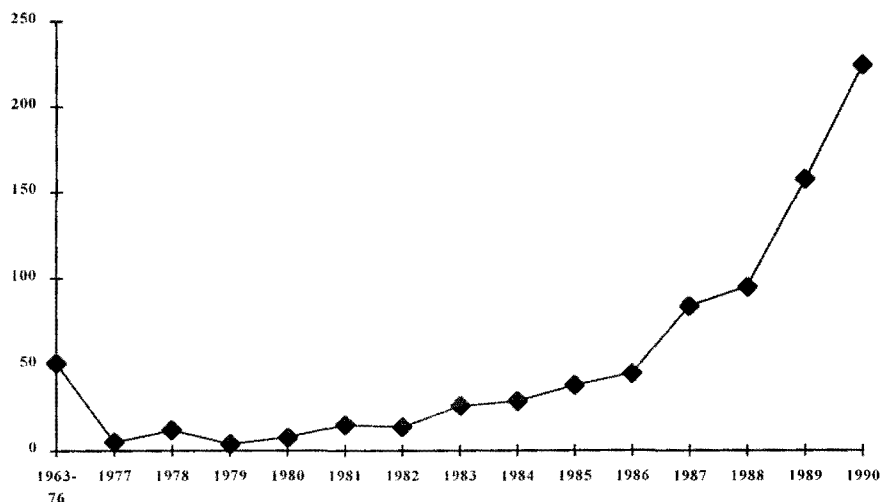
**Cuadro 35**  
**Patentes otorgadas en países seleccionados  
por nacionalidad del inventor**

	1985		1986		1987		1988		1989	
	Total	NR*	Total	NR*	Total	NR*	Total	NR*	Total	NR*
Japón	50,100	15.5	59,900	14.4	62,400	13.3	55,300	13.4	63,301	13.5
Alemania	33,377	60.4	38,995	60.6	39,897	59.4	38,890	59.6	42,233	60.0
Francia	37,530	73.8	35,549	73.7	30,413	72.0	31,956	72.4	32,879	74.8
Reino Unido	34,480	82.3	32,929	83.6	28,659	83.9	29,564	85.0	30,897	86.3
Italia	47,924	79.0	52,493	23.9	11,550	99.0	25,195	88.9	15,832	98.7
Canadá	18,697	92.8	17,550	92.2	14,649	92.6	16,813	93.0	16,299	93.4
México	1,374	93.4	1,222	96.2	1,406	94.6	3,411	92.0	2,268	91.0
Brasil	3,934	84.6	2,935	84.9	2,184	86.8	3,040	84.0	3,510	86.5
Corea del Sur	2,268	84.6	1,894	75.8	2,330	74.4	2,174	73.6	3,972	70.3
India	1,814	76.2	1,994	75.2	2,027	73.1	3,454	75.1	1,986	78.0

NR - Patentes otorgadas por cada país a no residentes del mismo.

Fuente: National Science Foundation, *Science and Engineering Indicators*. Washington, D. C., 1991.

**Gráfica 3**  
**Patentes otorgadas en los Estados Unidos a**  
**nacionales coreanos 1963-1990**



Fuente: National Science Foundation, *Science and Engineering Indicators 1991*. Washington, D. C.

**Cuadro 36**  
**Transferencia de tecnología extranjera en Corea del Sur**  
**(Millones de dólares de los Estados Unidos)**

Año	Importación de Bienes de Capital	Año	Pagos por Concepto de Regalías
1962-1966*	316	1962-1966*	0.78
1967-1971*	2,451	1967-1971*	16.3
1972-1976*	8,841	1972-1976*	96.5
1977-1981*	27,978	1977-1981*	451.4
1982-1986*	86,718	1982-1986*	706.5
1987	13,918	1987	523.7
1990	23,659	1990	1,087.0
1992	n.d.	1992	1,850.6
1993	28,492	1993	n.d.

(\*) Totales acumulados durante el período.

n.d.: No disponible

Fuentes: The World Bank, *World Development Report*. Washington, D. C.: Oxford University Press, varios números; Asia Pacific Centre for Technology Transfer (APCTT), *Technology Policies and Planning in the Republic of Korea*. Bangalore, India: APCTT, 1986; datos del Korean Society for the Advancement of Machinery Industry citados en Kim, Linsu, "National System of Industrial Innovation: Dynamics of Capability Building in Korea" en Nelson, Richard R., *National Innovation Systems. A Comparative Analysis*. Nueva York, N.Y.: Oxford University Press, 1993; y Korea International Cooperation Agency (KOICA), *Statistics of International Technical Cooperation*. Seúl, Corea, 1993.

**Cuadro 37**  
**Importancia relativa de la importación de bienes de capital**  
**en países seleccionados**  
**(datos de 1993)**

País	Índice Importaciones/ Exportaciones	IBC/Total de Importaciones (%)*	IBC/PIB (%)***
Corea del Sur	0.679	34	8.61
Taiwan	0.910	40	n.d.
Singapur	1.025	49	75.73
Hong Kong	1.301	33	50.84
Malasia	1.276	54	38.25
Tailandia	2.011	45	16.59
India	2.112	14	1.41
Brasil	1.036	33	1.89
México	2.568	48	7.01

(\*) Importaciones de bienes de capital como porcentaje del total de importaciones.

(\*\*) Importaciones de bienes de capital como porcentaje del valor agregado manufacturero, según datos de 1992.

(\*\*\*) Importaciones de bienes de capital como porcentaje del PIB.

Fuente: The World Bank, *World Development Report 1994 y 1995*. Washington, D. C.: Oxford University Press, 1995

**Cuadro 38**  
**Evolución de la transferencia de tecnología en México**

Año	Importación de Bienes de Capital	Pagos por Concepto de Regalías
1960	0.974	n.d.
1965	1.261	n.d.
1970	1.864	120
1975	6.580	164
1980	5.032	305
1985	3.165	160
1990	6.789	n.d.
1992	10,379	n.d.

Fuente: SECOFI; cifras en millones de dólares americanos.

**Cuadro 39**  
**Objeto contractual de los contratos de transferencia tecnológica**

Objeto contractual	1973-1982	1983-1987*
Asistencia técnica	23.0	21.5
Ingeniería básica	5.2	4.1
Conocimientos técnicos	27.7	12.4
Ingeniería de detalle	3.7	4.0
Dibujos industriales	0.1	0.1
Servicios de asesoría	--	2.5
Programas de cómputo	--	9.4
Derechos de autor	1.4	3.5
Uso de marcas	23.5	14.1
Uso de patentes	9.0	2.0
Servicios administrativos	5.5	24.1
Uso de nombre comercial	0.7	2.3
TOTAL	100.0	100.0

Fuente: SECOFI