

La Ciencia, la Tecnología y la Innovación (CTI) como Estrategia de Desarrollo en Corea del Sur: lecciones para México

Resumen / Abstract

En el presente artículo, se analiza la manera en que las capacidades estructurales de los Sistemas Nacionales de Ciencia, Tecnología e Innovación pueden ser consideradas como parte fundamental para fomentar la innovación en países en desarrollo, partiendo de una revisión de México y Corea del Sur. Asimismo, a partir de un enfoque holístico, se describen las características estructurales de estos países, demostrando que esta metodología coreana puede ser una herramienta útil para desarrollar mejores estrategias de innovación en los países.

In this article, we describe how the structural capabilities of the National Science, Technology and Innovation Systems can be considered as part of the main features to foster innovation in developing countries from an analysis of Mexico and Korea. At the same time, we describe how through a holistic framework, it can be detected the structural capabilities of each countries, demonstrating that this Korean methodology can be useful to develop better innovation strategies in the countries.

Introducción

Por lo general, la mayoría de los países siguen la sabiduría convencional que sugiere imitar a los que tienen más éxito en la innovación. Esto significa que se han desarrollado políticas modeladas con base en las experiencias exitosas. Estas adopciones de política, sin embargo, no han logrado el mismo desempeño bajo las condiciones que enfrentan los países en desarrollo, o aún en países avanzados con características similares. Al revisar un sistema de innovación, en general se supone que todos los sectores son maduros y capaces de funcionar por completo. No obstante, rara vez sucede en países en desarrollo, en donde la falta de capacidad de innovar puede ser considerada una falla del mercado, además de las limitantes con respecto a los recursos financieros; estas razones apuntan a la necesidad de una intervención gubernamental estratégica para lograr el desarrollo de los sistemas de ciencia, tecnología e innovación (CTI).

Cuando un sistema de CTI tiene debilidad científica o debilidad industrial, es necesario que el gobierno intervenga y tome medidas correctivas. En estos casos, el gobierno puede ser considerado como proveedor de "*capacidad estructural*". Corea del Sur es un ejemplo: aunque en la actualidad la industria invierte la mayor cantidad en I&D en ese país, éste no fue siempre el caso, ya que hace unas décadas, los actores coreanos carecían de capacidades estructurales desarrolladas, situación que actualmente parece estar sucediendo en México.

Es claro entonces que en México, como en otros países en desarrollo, entretanto los gobiernos tienen que intervenir para proporcionar capacidad estructural para sus actuales sistemas de CTI, que son generalmente débiles. Al centrarse en áreas intensivas de ciencia y tecnología, puede crearse un círculo virtuoso dentro del sistema para estimular la

innovación. El primer paso hacia el desarrollo de una estrategia será entonces definir claramente objetivos dentro de sus condiciones estructurales.

Objetivos

Describir los sistemas nacionales de CTI de México y Corea del Sur con el fin de entender las características más importantes de cada uno. Explicar las ventajas de utilizar un enfoque holístico para el análisis de las capacidades estructurales de los países. Exponer las capacidades estructurales de Corea del Sur y México a partir del enfoque holístico, para demostrar el alcance del análisis.

1. Estrategias para el desarrollo de capacidades estructurales

Al revisar un sistema de innovación desde el punto de vista de la teoría occidental, en general pareciera que los sectores son maduros y capaces de funcionar por completo. Sin embargo, rara vez sucede en países en desarrollo, pues estos generalmente tienen fallas sistémicas, están desarticulados o no tienen una estrategia definida. En el impulso a la innovación y el desarrollo económico, no solo importan las capacidades y la acción individual de la empresa, también el entorno institucional, y las dinámicas de relacionamiento de los distintos agentes contribuyen a la generación de capacidades estructurales (Cimoli & Dosi, 1994; Cimoli, 2000).

La falta de capacidades puede ser considerada una falla del mercado; junto con el hecho de que los países en desarrollo tienen a menudo limitados recursos financieros. Estas razones apuntan a la necesidad de una intervención gubernamental estratégica, pues a pesar de que estos gobiernos tienen recursos limitados, resulta aún más importante utilizarlos estratégicamente en áreas que tendrán un mayor impacto económico.

Cuando un sistema de innovación tiene debilidad científica o debilidad industrial, puede ser necesario que el gobierno intervenga y tome medidas correctivas. En estos casos, el gobierno puede ser considerado como proveedor de "capacidad estructural" para estos sectores.

La capacidad estructural parte del supuesto de que el sistema de innovación nacional sólo se fortalece cuando se cuenta con entornos favorables, es decir, que tanto empresas, gobierno, universidades y otros agentes no sólo incrementan sus gastos en la generación de conocimientos sino que se incrementan las dinámicas de relacionamiento entre todos estos actores.

2. Sistemas Nacionales de CTI

2.1 México

El sistema de CTI en México ha avanzado significativamente los últimos años, pues ha logrado una estabilidad macroeconómica importante y ha estructurado importantes reformas estructurales para abrirse a mercados internacionales en términos de comercio e inversión. Con todo ello, es claro que está construyendo sus capacidades tecnológicas para poder competir en los mercados globales.

No obstante, la evolución de sus capacidades ha sido un proceso lento construido en el transcurso de diferentes períodos históricos, modelado por la interrelación del contexto macroeconómico político administrativo e institucional. Un ejemplo de ello, es la lentitud de los tomadores de decisiones en darse cuenta de la importancia de la innovación y el desarrollo de capacidades científicas y tecnológicas para incrementar el crecimiento y la competitividad.

Dentro de estas capacidades, puede decirse que se han logrado avances en la construcción del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación de México, el cual está compuesto por un considerable número de actores, entre los que destacan universidades, sector productivo, centros de investigación, instituciones gubernamentales, instituciones intermedias, los cuales no están bien articulados, pues muchos de los vínculos entre ellos son débiles o inestables y prevalece la falta del sector financiero.

Dentro de este conjunto de actores, uno de los principales es el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), el cual juega un papel central en el Sistema Nacional de CTI, ya que coordina el diseño y la implementación de las políticas nacionales de CTI, y es el intermediario entre el gobierno y los científicos, y entre el gobierno y las empresas.

Además de ellos, el entorno institucional alrededor de las actividades de CTI ha cambiado desde comienzos de este siglo. Las leyes de ciencia y Tecnología de 1999 y de 2002, y las reformas de 2009, junto con otras reformas relacionadas (e.g. un presupuesto de CTI integrado y una mayor autonomía y las posibilidades de auto financiamiento de los centros de investigación) han producido cambios institucionales favorables para la articulación del Sistema Nacional de CTI.

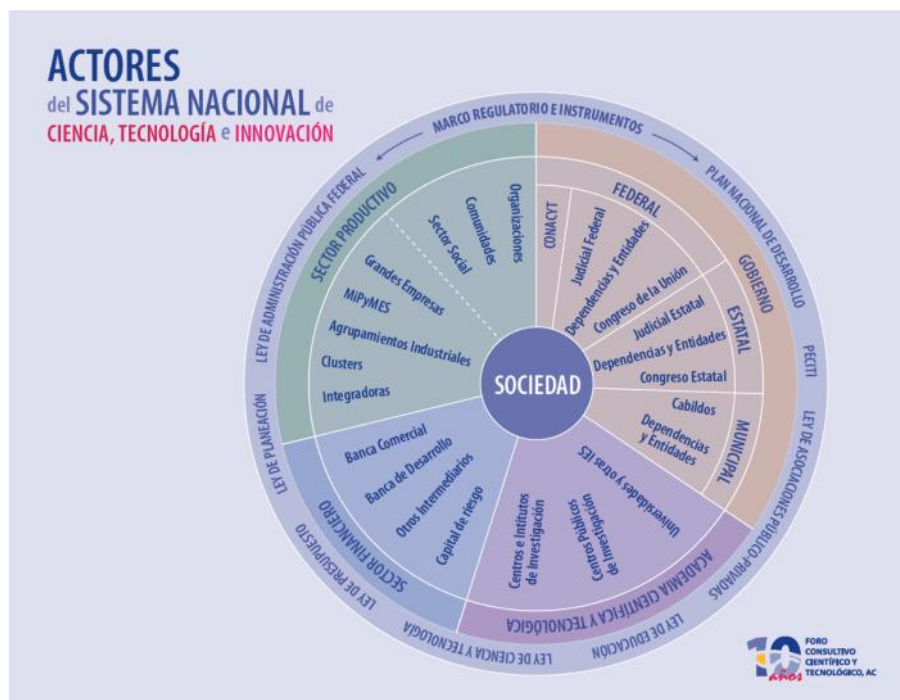
Aunado a ello, existió un Programa Especial de Ciencia y Tecnología 2001-2006 y posteriormente un Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación 2007-2012 que ha venido evolucionando hasta convertirse en el instrumento principal para el establecimiento de metas, y para el diseño e implementación de política pública. Actualmente se está trabajando en un PECITI a 25 años, orientado a fortalecer la capacidad del país para dar respuesta a problemas sociales y sectoriales prioritarios, con el fin de mejorar la calidad de vida de la sociedad; además de contribuir al incremento de la competitividad del sector productivo.

No obstante, el desarrollo de la CTI en México se ha enfrentado a diversos factores que frenan su avance, entre los que destacan (Dutrénit et al, 2010; OCDE, 2009).

- Baja asignación presupuestaria pública y privada, reflejada en un débil compromiso político con la CTI, ya que se asigna solamente el 0.46%¹ del PIB a actividades relacionadas con la CTI; y un lento crecimiento de la inversión privada en I+D+i.
- La desarticulación del sistema: los actores están poco coordinados.
- Históricamente, el valor social de las actividades de ciencia, tecnología e innovación han sido más bien bajo, y el cambio técnico basado en esfuerzos sistemáticos de CTI rara vez han sido identificados como conductores relevantes hacia un mejor desempeño económico.

¹ GIDE como proporción del PIB para 2013 (Foro Consultivo Científico y Tecnológico).

- Gobernanza débil del Sistema Nacional del CTI. Las formas de gobernar las actividades respectivas de CTI mediante acciones tomadas en concordancia con las leyes, reglamentos y otros ordenamientos de base jurídica, las formas que se dan el gobierno y los participantes en el sistema para ejercer autoridad respecto a lineamientos, orientaciones, programas y proyectos en curso, y el grado en que los individuos, las organizaciones, asociaciones, consorcios surgidos de la sociedad o de las diversas instancias del estado respetan las instituciones, son en general débiles. Bajos niveles de cooperación público-privada y baja movilidad de los recursos humanos.
- Infraestructura tecnológica insuficiente.
- Baja capacidad de absorción tecnológica por parte de la gran mayoría de las PyMES.
- Poca cultura de propiedad intelectual en todos los sectores.
- Mercados financieros mal adaptados a la inversión en innovación.



Elaboración propia para el Foro Consultivo Científico y Tecnológico.

No obstante lo anterior, también existen características favorables que tienen que ver con el surgimiento de nuevos actores clave, tales como el Comité Intersectorial de Innovación, el Foro Consultivo Científico y Tecnológico (FCCyT) y los consejos estatales de CTI. Los impactos de estos nuevos actores en el desempeño del sistema se han visto reflejados en el mejoramiento de la interacción entre los agentes para alcanzar una mejor coordinación entre las instancias tomadoras de decisiones, pero aún queda mucho camino por recorrer (OCDE, 2009a). Una opción es que las estrategias se basaran en los siguientes aspectos referentes a México:

- Conjunto de universidades, centros de investigación y científicos calificados.
- Mercado interno de gran tamaño.
- Clusters regionales y sectoriales avanzados.

- Capacidad de atracción de IED a sectores específicos.
- Recursos naturales disponibles.
- Población joven.
- Proximidad a Estados Unidos y tratados comerciales.
- Creciente demanda de productos sociales.
- Oportunidad de desarrollo de cadenas productivas ligadas a empresas establecidas en territorio nacional pertenecientes a sectores de alta tecnología.
- Estructuración del Programa Especial de Ciencia y Tecnología a 25 años.
- Presupuesto público para CTI creciente, aunque muy moderadamente.

El esfuerzo realizado en México para invertir en CTI ha sido reducido respecto a la potencialidad de la economía nacional, distribuido en forma desigual entre las entidades federativas e instituciones públicas, y falta de articulación al interior del gobierno en sus distintos niveles y dependencias, así como con relación al sector productivo, asimismo, se percibe cierta debilidad científica e industrial en tanto que no están articulados los actores del sistema. Es necesario entre otras cosas, elevar el nivel de inversión pública y privada en CTI, así como darle estabilidad y permanencia en el tiempo a los efectos de generar capacidades estructurales tecnológicas e innovadoras acumulativas con efectos sinérgicos sobre el conjunto de la actividad productiva (FCCyT, 2013).

2.2 Corea del Sur

La estructura dinámica del sistema coreano se inicia con la construcción de capacidades de ciencia, tecnología e innovación basadas en las empresas. La principal característica es que este sistema de innovación avanzado ha sido desarrollado después de pasar unos 40 años para construir las capacidades estructurales de CTI. En el proceso de desarrollo, dos factores jugaron un papel fundamental: i) la industrialización por el lado del estímulo de la demanda y ii) el desarrollo de ciencia y tecnología en el lado del empuje de la ciencia. Es importante señalar que tal capacidad en CTI fue iniciada y desarrollada en gran medida por el gobierno.

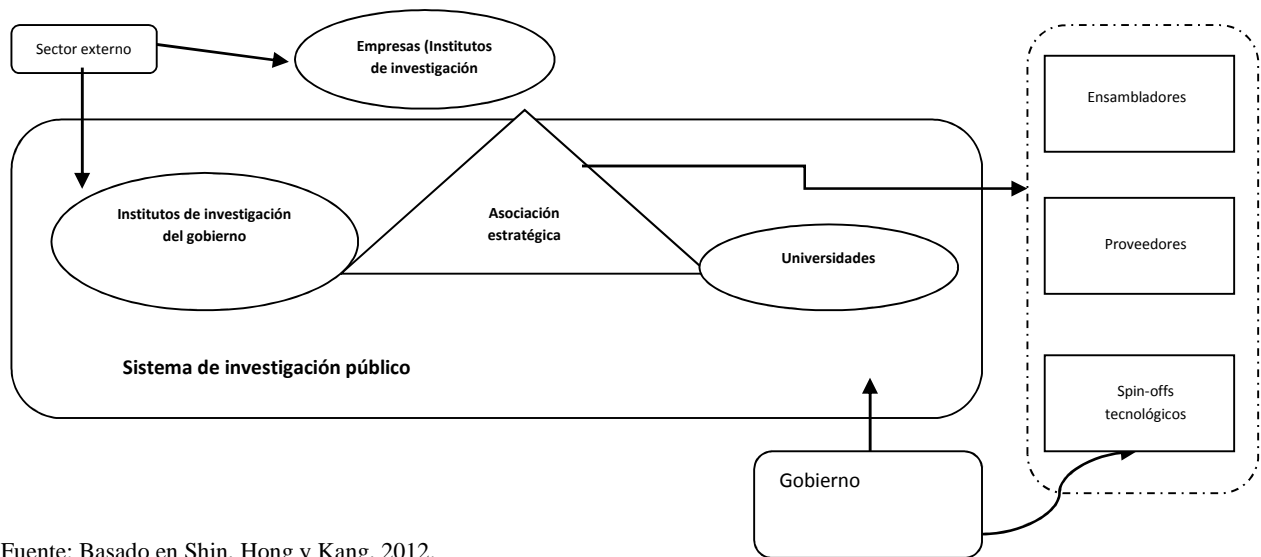
En general puede decirse que el sistema nacional de CTI en Corea del Sur está bien estructurado. Incluso en los últimos años, el gobierno aumentó la inversión en I&D de manera significativa en el sector público y estableció varias políticas de innovación para aumentar la interacción y los flujos de conocimiento entre empresas, universidades y centros públicos de investigación (Shin, Hong y Kang, 2012).

Dentro de las fortalezas del Sistema de CTI coreano es posible detectar:

- Una visión nacional de crecimiento y desarrollo a partir de la CTI.
- Firme apoyo del gobierno para la innovación y la I&D.
- Buenas condiciones estructurales para la innovación.
- Alta proporción del gasto en I&D (GIDE 3.4% del PIB).
- Fuerza de trabajo altamente calificada.
- Buena oferta de recursos humanos para la ciencia y la tecnología.
- Infraestructura en TICs bien desarrollada.
- Empresas sólidas y competitivas a nivel internacional.

- Sociedad del conocimiento, con una capacidad para aprender de los fracasos y las buenas prácticas internacionales.
- Sectores estratégicos bien definidos.

Fig. 2 Sistema de CTI de Corea del Sur.



Fuente: Basado en Shin, Hong y Kang, 2012.

No obstante lo anterior, el Sistema coreano aun presenta diversas fallas, entre las cuales se pueden mencionar (OCDE, 2009b):

- Baja productividad en el sector servicios.
- Sector de las PYMEs relativamente débil.
- Legado de dirigismo que obstaculiza el desarrollo de una política de innovación orientada a la difusión.
- Vínculos internacionales desbalanceados.
- Desarrollo desigual entre sectores y regiones.
- Mercado doméstico pequeño.
- Problemas de coordinación política entre los ministerios.

3. El enfoque holístico²

Diseñado recientemente por un grupo de investigadores de Corea del Sur adscritos al Science and Technology Policy Institute (STEPI), el enfoque holístico pretende ayudar a detectar a los problemas de todo el sistema de innovación, al analizar las condiciones estructurales y al identificar los cuellos de botella que existen y necesitan ser remediados, y es útil sobre todo para países que tienen poca capacidad para formular la política de CTI. Aunque carece de la precisión científica, este método tiene ventajas cuando se analizan sistemas aún más complejos. El enfoque conlleva implícitamente la visión de una intervención gubernamental estratégica para utilizar de manera más eficiente sus recursos (económicos, humanos, naturales, etc.).

² El enfoque fue presentado por investigadores del STEPI en el Programa de Investigación y Tecnología de los países de la APEC 2013 que se llevó a cabo en Yakarta, Indonesia.

En este modelo, el gobierno se considera como proveedor de "capacidad estructural" para la CTI. Esto es, cuando un sistema de CTI carece de un aparato de investigación, la creación de demanda puede no ser suficiente para establecer tal capacidad. También, si los agentes industriales son incapaces de cumplir con su función en la demanda, el gobierno puede intervenir para garantizar la creación de demanda de recursos humanos, bienes industriales y servicios.

El enfoque propone que lo primero que se debe considerar para el desarrollo de una estrategia de CTI, es definir claramente sus objetivos dadas sus condiciones estructurales. Para ello, es necesario tener una visión clara de las condiciones actuales del sistema de innovación, las cuales pueden ser evidenciadas a través de un estudio de indicadores estadísticos y de políticas actuales. Para refinar aún más este entendimiento, pueden llevarse a cabo encuestas o entrevistas de campo. A partir de ello, puede realizarse un "Diagnóstico en Tres Etapas" a través de la modularización, la contextualización y la conceptualización tal como se presenta en el Cuadro 1.

A partir del diagnóstico, puede hacerse una "Prescripción" la cual es una articulación de políticas orientadas por la acción y basadas en los actores. Esto pone de relieve la necesidad de definir claramente los objetivos y la estrategia a través de la articulación. La definición de los objetivos no debe basarse en la viabilidad económica, sino más bien en la necesidad estratégica. En lugar de definir proyectos por su viabilidad, la política debe establecer claramente las acciones que sean necesarias para alcanzar los objetivos a partir de las capacidades estructurales, con el fin de crear responsabilidades y rendición de cuentas, las políticas también deben identificar claramente que actores son responsables de completar las acciones necesarias.

Cuadro 1. Enfoque holístico

<i>Diagnóstico en Tres Etapas</i>	<i>Modularización</i>	Identificación de los principales componentes del sistema y sus debilidades correspondientes, los cuellos de botella con la descripción estadística y los síntomas revisados del sistema.
	<i>Contextualización</i>	Comprensión estructurada y heurística de los componentes identificados en el contexto de las dinámicas de los sistemas con varias rondas de profundización del proceso de diagnóstico.
	<i>Conceptualización</i>	Diagnóstico sintetizado que proporciona una explicación plausible de los problemas estructurales del sistema y da lugar a un consenso entre las partes interesadas al lograr un entendimiento común de las deficiencias del sistema y los cuellos de botella.
<i>Prescripción</i>		Articulación de las políticas orientadas por la acción y basadas en los actores.

Fuente: Elaboración propia.

En la práctica, antes de que se haga cualquier prescripción, es necesario identificar la forma en que se dirigirán los esfuerzos para lograr los objetivos, dadas las condiciones existentes. Al examinar estas condiciones y los objetivos deseados, se puede realizar un análisis de brecha a fin de determinar lo que es necesario para alcanzar estos objetivos. Además, al considerar escenarios posibles y las acciones potenciales, es posible hacer predicciones y asignar recursos limitados. A través de estos procesos, pueden diseñarse estrategias y programas (o acciones) para alcanzar las metas. Estos también deben especificar que

actores son responsables para cada elemento, así como definir la estructura de gobernanza, incluidos los marcos institucionales y legales que existen para su funcionamiento. A lo largo de este proceso, estos objetivos y estrategias deben estar claramente articulados para formar una prescripción eficaz.

4. Implicaciones del desarrollo de las capacidades estructurales para fomentar la innovación

A continuación se presenta una síntesis, mediante cuadros, de la experiencia Coreana y Mexicana que explican de manera resumida diferentes aspectos de sus economías a lo largo de 4 décadas, que han sido claves para desarrollar sus capacidades estructurales y, por tanto, para desarrollar capacidades de innovación.

Cuadro 2. Articulación de la experiencia Coreana 1970s-1980s

1970-1980s Ingeniería inversa y creación de industrias basadas en la tecnología		
Condiciones estructurales	Proteccionismo tecnológico después de la crisis del petróleo de finales de la década de 1970/ amplio reconocimiento de la inversión en I&D para la competitividad de las empresas privadas. Debilidad estructural en la promoción de exportaciones de una industria intensiva en trabajo, que busca mantener la competitividad industrial con la disminución de la asistencia del extranjero.	
Diagnostico basado en objetivos	Promoción de inversión privada en I&D e impulso tecnológico por parte del gobierno. Promoción de seis industrias, química y pesada, pero con ausencia de la tecnología, recursos humanos y con falta de financiamiento de inversiones para la profundización industrial	
Prescripción	Creación de Institutos de Investigación Gubernamentales (IIG) y repatriación de investigadores e ingenieros coreanos en el extranjero para la absorción y diseminación de tecnología del extranjero en beneficio de los sectores privados domésticos. Modelos operacionales basados en proyectos de los IIG para activar relaciones estrechas con el sector privado. Formación de ingenieros de alto calibre a través del establecimiento del Instituto Avanzado de Ciencia y Tecnología (KAIST). Fuerte compromiso gubernamental y esquemas de financiamiento para invertir en las principales industrias estratégicas, incluyendo compensaciones financieras. Consorcio de investigación de empresas privadas, IIG y universidades bajo un programa de I&D nacional, Programa de tecnologías de comunicación e información, Esquemas de promoción de la I&D privada: apoyo fiscal a la I&D, Centro de Investigación Privado de Certificación, Reducción de aranceles a materiales de investigación.	
Resultados	En 2010, la empresa POSCO fue clasificada como la compañía número 1 a nivel mundial de hierro y acero, la industria automotriz fue clasificada como la quinta a nivel mundial, la petroquímica representó el 7.6% de las exportaciones, maquinaria 7.7% y los electrónicos ascendieron a 25.1% de sus exportaciones. De menos del 20% de la inversión en I&D del sector privado en 1980 a más de 80% en 1990. En 2010, los semiconductores comprendieron 11% de las exportaciones, pantallas 6.4% y teléfonos móviles el 5.9%.	
Desarrollo industrial	Industrias objetivo	Industria química e industria pesada estratégica Fomento a empresas tecnológicas
	Principales productos de exportación	Vestidos, semiconductores, zapatos, aparatos de video, barcos, etc.
Política de CTI	Foco	Establecimiento de Institutos de Investigación Gubernamentales y absorción de tecnología y su diseminación. Promoción de la investigación privada, ingenieros y científicos altamente educados.
	Principales actividades	Instituto Avanzado de Ciencia y Tecnología (KAIST, 1971), Ley de Promoción de Desarrollo Tecnológico (1972), Ley de Asistencia para Institutos de Investigación Específicos para apoyar nuevos Institutos de Investigación Gubernamentales (1973). Programa de I&D nacional (1982), Programa de Desarrollo Tecnológico Industrial (1987), Programa de Tecnologías de Información y Comunicación (1988), Roadmap de largo plazo de de Ciencia y Tecnología para 2000 (1986), esquemas de promoción de la I&D privada: - apoyo fiscal a la I&D (1981), Centro de Investigación Privado de Certificación (1982), Reducción de aranceles a materiales de investigación (1983).- Programas de educación: -- escuelas de alta ciencia (1982), Instituto Coreano de Toxicología (1985), Universidad Pohang de Ciencia y Tecnología (1986).
Política espacial	Complejos industriales	Complejos industriales de química e industria pesada en Changwon, Geoje, Yecheon, Ulsan, Gumi y Pohang. Complejos industriales de tamaño pequeño y medio para un desarrollo balanceado, complejos industriales en áreas agrícolas.
	Principales estados industriales	Ciudad Científica de Daedeok (1973). Desarrollo de IIG e Institutos de Educación Superior desde 1978

Cuadro 3. Articulación de la experiencia Mexicana 1970s-1980s

1970s Creación de infraestructura industrial y científica—Crisis de los 1980s Apertura Comercial		
Condiciones estructurales	Desarrollo estabilizador 1970s— Industrialización y construcción de infraestructura técnica especializada	Crisis 1980s Caída de ingresos federales (crisis petrolera), incremento de inflación Reprivatización de la Banca comercial Entrada de México al GATT
Diagnostico basado en objetivos	Implementar un ámbito de conocimientos especializados para enfrentar problemas tecnológicos y sectoriales puntuales. Fortalecer e impulsar el desarrollo científico. Desarrollar la profesión académica y la expansión educativa.	
Prescripción	Fortalecer la infraestructura científica. Sistematizar la ciencia en México. Formar capital humano y desarrollar la investigación	
Resultados	Se empieza a formar una base científica Creación del Conacyt 1970 Creación del SNI 1984 El déficit social no permite muchos avances durante la “década perdida”	
Desarrollo industrial	Industrias objetivo	Sectores considerados básicos para el desarrollo: electricidad, agua, energético, alimenticio. Muchas de estas industrias eran propiedad del Estado.
	Comercio exterior	El petróleo era el principal bien de exportación Subsidios para la adquisición de tecnología Se construía un país manufacturero.
Política de CTI	Formar capital humano y desarrollo de la investigación. Se comienza a construir infraestructura científica. Plan indicativo de ciencia y Tecnología 1976-1982 Plan Nacional de Desarrollo Tecnológico y Científico 1984-1988	
Política espacial	Foco	Fomento a la formación de investigadores Aprovechamiento de tecnologías externas
	Principales avances	Se comienzan a levantar los Centros de investigación SEP-CONACyT: CICESE (1973), CISESAS (1973) ; Infotec (1974); CIES (1974) ; CIDE (1975); CIBNOR (1975); CIATEQ (1976); CIATEJ (1976); CIQA (1976); CIATEQ (1978); FLACSO (1976); Centro GEO (1979); CICYC (1979); CIMAT (1980); Instituto Mora (1981); CIAD (1982); COLEF (1982); CIDESI (1984). Creación del IMP, IIE, CFE

Cuadro 4. Articulación de la experiencia Coreana 1990s

1990s Desarrollo de nuevas industrias, preparación de la industria del futuro		
Condiciones estructurales	Desarrollo económico impulsado por la innovación con base en la inversión y la extensión local de las cadenas de suministro.	
Diagnostico basado en objetivos	Promoción de la investigación universitaria y vinculación universidades-industria-IIG.	
Prescripción	Expansión de programas de I&D nacionales a través del Proyecto Nacional de Avanzada (1992); creación de programas de I&D en las universidades tales como el Centro de Investigación Científica (1992), Centro de Investigación en Ingeniería (1992), la Iniciativa de Investigación Creativa (1997), el Laboratorio de Investigación Nacional (1999), etc.; desarrollo de la gestión de la investigación y sistema de evaluación a través del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (1991) y el Sistema de Consejo de Investigación (1998).	
Resultados	Incremento de los graduados de doctorado de 3503 (1981) a 76480 (2009), patentes en Estados Unidos de 236 (1981) a 23548 (2008) y artículos (Science Citation Index) de 17 (1981) a 7548 (2008).	
Desarrollo industrial	Industrias objetivo	Promoción de empresas de riesgo
	Principales productos de exportación	Semiconductores, computadoras, automóviles, productos petroquímicos, barcos, etc.
Política de CTI	Foco	Promoción de la investigación en las universidades, gestión de la I&D pública sistema de evaluación.
	Principales actividades	Programas de Investigación en las universidades, programas de I&D nacionales, Proyecto G7 (1992), proyecto de frontera del siglo XXI (1999), Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (1991), Ley Especial de Ciencia e Innovación Tecnológica (1997), Primer Plan a cinco años para el Desarrollo Tecnológico Industrial (1996-2000), Tercer Sistema de Consejo de Investigación (1999), Ley de IIG (1999), programas de educación, Desarrollo de cerebros en Corea 21 (1999).
Política espacial	Complejos industriales	Complejos industriales a lo largo de la costa occidental, complejos industriales de alta tecnología.
	Principales estados industriales	Finalización de la construcción de la Ciudad de la ciencia (1992), reestructuración masiva de los institutos de investigación (1997-1998). Programas de Innovación Regional (1995), Programa de Tecno-parque (1997), Programa piloto para impulsar industrias en 4 regiones (1999).

Cuadro 5. Articulación de la experiencia Mexicana 1990s

1990s Apertura comercial y estancamiento económico		
Condiciones estructurales	Nuevo marco regulatorio a nivel macroeconómico Privatización de empresas estatales Nueva gobernabilidad en el sector de ciencia y tecnología <ul style="list-style-type: none"> - Nueva legislación y estructura organizativa - Nueva estructura relacional basada en la evaluación de resultados - Interdisciplinariedad del conocimiento - Redes inter-institucionales regionales y nacionales 	
Diagnostico basado en objetivos	Reforzar sinergias de universidades y CPIs con el aparato productivo Ser potencia mundial exportadora Mayor presupuesto a Instituciones de educación superior y evaluación de investigadores y proyectos	
Prescripción	Programas de fomento a la investigación pero evaluando a los investigadores con esquemas del SNI más estricto.	
Resultados	Ingreso de conocimientos y tecnología del exterior como externalidad a la apertura (dependencia tecnológica) Baja inversión pública y privada en I&D Escasos resultados de los programas de apoyo al sector productivo Baja producción de conocimiento Déficit en la Balanza de Pagos Tecnológica de 1 a 4: por cada peso que ingresaba por compra y uso de patentes, marcas registradas, modelos de utilidad, etc. se pagaron 4 pesos al exterior por los mismos conceptos.	
Desarrollo industrial	Industria	Trataron de capitalizar patrones de especialización. Privatización de las empresas estatales. Programa industrial y comercio exterior 1996-2000
	Comercio exterior	Dependencia tecnológica con apertura comercial. Recesión de la producción interna de tecnologías: más barato adquirirlo del exterior. El foco era exportar, por lo que había organizaciones para promover la modernización empresarial.
Política de CTI	Programas: fondo de I&D para la modernización tecnológica FIDETEC Fondo para el fortalecimiento de las capacidades científicas y tecnológicas FORDECyT Programa Enlace Academia-Empresa PREAEM Programa de Incubadoras de empresa de base tecnológica	
Política espacial	Foco	Inicia la descentralización de la I&D Se crean Sistemas de Investigación Regionales que evolucionan a Consejos Estatales de Ciencia y Tecnología cuyas funciones son solucionar problemas y desarrollo regional, mediante el fomento a la vinculación y creación de programas.

Principales avances	Instituciones estatales, universidades públicas y autónomas en los estados. Tecnológicos en los estados reforzando los centros SEP-CONACyT con atención a las necesidades regionales. CIDETEQ (1990); COMIMSA (1991); CIMAV (1994); COLSAN (1997) Se crea la REDNACEyT
---------------------	--

Cuadro 6. Articulación de la experiencia Coreana 2000-2012

2000-2012 Nuevo motor de crecimiento		
Desarrollo industrial	Industrias objetivo	Nuevos motores de crecimiento y crecimiento verde.
	Principales productos de exportación	Barcos, aparatos de comunicación inalámbrica, automóviles, etc.
Política de CTI	Foco	Coordinación y gobernanza interministerial, promoción de la investigación básica y fundamental.
	Principales actividades	Ley Básica de Ciencia y Tecnología (2000), Sistema de Consejo de Investigación Dual (2008), Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología (2008), Comisión Nacional de Ciencia y Tecnología (2011), Programa de Desarrollo de Biotecnología (2001), Programa de I&D de Frontera Global (2010), Nuevo Motor de Crecimiento (2008), Programa de Desarrollo de Tecnología Verde (2008).
Política espacial	Complejos industriales	Programa de Clusters Innovadores para transformar complejos industriales; 7 (2005), 12 (2007), 193 (2010).
	Principales estados industriales	Valle Daedeok (2000), Innopolis Daedeok (2004), Programas de Promoción Industrial Estratégica Regional (2002), Gran Zona Económica Regional (2008).

Cuadro 7. Articulación de la experiencia Mexicana 2000-2012

2000-2012 Nuevo marco normativo		
Condiciones estructurales	Economía estable pero sin crecimiento Nueva estructura organizativa de CONACyT Consejo General de Investigación y Desarrollo Tecnológico Creación del Foro Consultivo Científico y Tecnológico Creación del Instituto Nacional del Emprendedor 2013	
Diagnostico basado en objetivos	Infraestructura Nacional para la Innovación Nueva institucionalización Mayor articulación de actores Incrementar la participación de las comunidades científicas y empresariales	
Prescripción	Reconocer al Sistema Nacional de CTI Crear programas de fomento a la CTI en diferentes niveles	
Resultados	Tema de la CTI comienza a estar en los discursos políticos Cada vez se genera más interés en los sectores empresariales PND 213-2018 al fin considera a la CTI como base para el desarrollo nacional Intensificación de financiamiento público y privado	
Desarrollo industrial	Industria	Apoyo a PyMES Se trabaja en la identificación de sectores estratégicos (TICs, automotriz, electrónico, textil, calzado, etc) Aún hoy los productos que se exportan tienen 40% de contenido externo (EUA)
Política de CTI	Financiamiento a la innovación mediante diferentes programas y diferentes instancias públicas (FIT, PEI, estímulos fiscales (2002-2007), Fondo PyME, Nafin, Bancomext, Fondos mixtos, Fondos sectoriales) Aun existe mucha desarticulación entre ellos Innovación va tomando un papel central Comienza a haber coordinación entre las políticas regionales y la política nacional de CTI Ley de fomento a la investigación científica y tecnológica 1999 Ley de Ciencia y Tecnología 2002 con modificaciones 2009 (se agrega la innovación) PECITI 2007-2012	
Política espacial	Foco	Heterogeneidad muy marcada en las regiones Capacidades regionales diferentes entre ellas y muchas regiones con rezagos Identificación de capacidades regionales Detección de los Sistemas Regionales de Innovación
	Principales avances	Elaboración PECITI a 25 años 2013-2037

5. Discusión.

El enfoque holístico es recomendado para analizar los sistemas de aquellos países que tienen escasa capacidad para formular la política de CTI. Este enfoque pretende dar respuesta a los problemas de todo el sistema al analizar las condiciones estructurales y al identificar los cuellos de botella que existen y necesitan ser remediados. Este método tiene ventajas cuando se analizan sistemas más complejos. Mediante la combinación del enfoque holístico y el enfoque científico, se pueden diagnosticar los sistemas de innovación y ofrecer recomendaciones de política específicas.

También es posible identificar algunas de las implicaciones para el desarrollo de la capacidad de innovación y las capacidades estructurales necesarias para el fomento a la innovación de los países en desarrollo, entre ellas:

- Comenzar a partir de objetivos identificados.
- Proveer soluciones prácticas para lograr objetivos simples.
- Movilización y asignación de recursos bajo el enfoque top-down.
- Arreglos institucionales apropiados y modelos de operación.
- Enfoques simples para desencadenar la transformación de sistemas complejos.
- Políticas colectivas y adaptativas.
- Políticas espaciales incorporadas para lograr el desarrollo industrial nacional y luego articularlas como programas de política independientes.

Corea del Sur puede ser considerado como un ejemplo, aunque en la actualidad la industria invierte la mayor cantidad en I&D en Corea del Sur, este no fue siempre el caso, ya que los actores coreanos no tenían capacidades desarrolladas. En realidad, la I&D industrial estuvo ausente al inicio del desarrollo de Corea del Sur. A partir de la creación del Instituto de Ciencia y Tecnología, se crearon institutos de investigación para proporcionar capacidades en I&D industriales. Del mismo modo se crearon escuelas técnicas y universidades, incluyendo el Instituto Avanzado de Ciencia y Tecnología de Corea, a través de las iniciativas gubernamentales para cumplir con la demanda de recursos humanos.

Asimismo, los gobiernos de los países en desarrollo podrían tener que intervenir para proporcionar capacidad estructural para sus actuales estructuras, ya que dicha capacidad es en general débil.

Finalmente, resumiendo lo anterior, es posible comentar que la construcción de capacidades de innovación y desarrollo tecnológico en Corea del Sur se basó en:

- *Identificación de metas/objetivos*: promoción de las exportaciones en la década de 1960, promoción de la industria química y la industria pesada en la década de 1970 y promoción de la inversión privada en I&D.
- *Arreglo organizacional apropiado*: institutos de investigación gubernamentales para la misión de investigación en la década de 1970, consorcios de investigación la década de 1980.
- *Modelo operacional*: modelo operacional de los IIG basado en proyectos en la década de 1970, gestión de la investigación y sistema de evaluación a mitad de la década de 1990.

- *Mecanismo de gobierno*: Proceso de arriba hacia abajo (Top-down) y jerárquico en la toma de decisiones y la implementación en las décadas de 1970 y 1980, coordinación inter-ministerial sofisticada sólo en la década de 2000.
- *Estructura legal y macro-institucional*: gestión macroeconómica, apoyo financiero y asistencia en préstamos bancarios para promoción de exportaciones en la década de 1960, varias leyes, planes y programas en las décadas de 1970 y 1980.

Por su parte, México a través de su historia no ha generado los incentivos suficientes para fortalecer su sistema de innovación debido a una falta de control de recursos públicos, falta de focalización y de continuidad de las políticas así como la falta de vinculación universidad-industria. Asimismo, el escaso compromiso del gobierno y de la iniciativa privada hacia la innovación observada en el nivel del gasto que han realizado históricamente estos actores, es una muestra de la falta de atención que el Estado Mexicano ha dado al tema de la ciencia, la tecnología y la innovación en las últimas décadas.

Cuadro 8. Áreas problema de las estrategias de innovación en México.

<p><i>1. No hay definición de prioridades</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Hay un enfoque estrecho, descuidando los desarrollos sociales • La dimensión política sólo es considerada en algunos casos
<p><i>2. La estrategia no es la adecuada.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Siempre hay ganadores y perdedores en el Sistema Nacional de CTI. • Las instituciones políticas juegan un papel importante. • Las instituciones federales y regionales no están alineadas. • La competencia entre entidades (académicos, consejos, etc.) federales limitan el desarrollo de una estrategia coherente. • Objetivos no coordinados.
<p><i>3. La implementación no es la adecuada.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Las mejores iniciativas de política funcionan como impulsores sólo por algún tiempo. • La implementación de medidas de política vía agencias subordinadas (más agencias lleva a menos rigor en la implementación). • Las estrategias por sí mismas no colocan los recursos o asignan responsabilidades e indicadores de éxito.

Sin embargo, es importante mencionar que, México ha tenido avances significativos en los últimos 10 años. Si comienza a enfocar sus esfuerzos a partir de una política de CTI que desarrolle sus capacidades estructurales, y construye una estrategia adecuada de manera similar a como Corea lo ha venido haciendo, probablemente tenga oportunidad de acelerar su desarrollo.

Comentarios finales

Con el enfoque holístico utilizado, se analizaron las capacidades estructurales necesarias para generar un sistema de CTI capaz de fomentar la CTI; y a partir de éstas, se implementó la base para la generación de políticas públicas de innovación adecuadas al contexto y a las características del sistema. El análisis permite identificar una serie de aspectos para el desarrollo de capacidades de innovación:

- Comenzar a partir de objetivos identificados.
- Soluciones prácticas para lograr objetivos simples.
- Movilización y asignación de recursos bajo el enfoque top-down.
- Arreglo organizacional apropiado
- Arreglos institucionales y estructura legal apropiada y modelos de operación.
- Enfoques simples para desencadenar la transformación de sistemas complejos.
- Políticas colectivas y adaptativas.
- Políticas espaciales incorporadas para lograr el desarrollo industrial nacional y luego articularlas como programas de política independientes.

Este enfoque puede ser un instrumento para entender y fortalecer los sistemas de CTI de países como México, ya que permite construir estrategias acorde a las capacidades estructurales y dar respuesta a los problemas de todo el sistema al analizar las condiciones estructurales y al identificar los cuellos de botella que existen y necesitan ser remediados. Sin embargo, todavía requiere mayor desarrollo, pues a pesar de que parte de las estructuras anteriores y actuales de los países, falta desarrollar la herramienta para poder determinar estrategias de innovación más precisas.

Referencias

- Chaminade, C. & Edquist, C., **From Theory to Practice: the use of systems of innovation approach in innovation policy**. Paper No. 2005/002. Centre for Innovation, Research and Competence in the Learning Economy (Circle), Lund University, Sweden, 2005.
- Choi, Y., Korean Innovation Model, Revisited, **Science Technology and Innovation Policy Review**, Vol. 1 No. 1, Korea. 2010
- Chung, S. & Ahn, H., From Capacity-building to Innovating: the Role of International Linkages in Korean Science and Technology Development, **Science Technology and Innovation Policy Review**, Vol. 2 No. 4, Korea, 2011.
- Cimoli, M. & Dosi, G., De los paradigmas tecnológicos a los sistemas nacionales de producción e innovación. **Comercio Exterior**, Bancomext, vol.44, num.8, México,1994.
- Cimoli, M., Developing Innovation Systems. En M. Cimoli (Ed.), **Developing Innovation Systems. México in a Global Context** (Primera ed., págs. 1-20). London, Great Britain: Continuum, 2000.
- Conacyt, **Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación 2008-2012**, México, 2008.
- Diario Oficial de la Federación, **Ley de Ciencia y Tecnología**, 5 de junio de 2002. Estados Unidos Mexicanos, 2002.
- Dutrénit, G. & Ramos, C., Towards building critical mass of science, technology and innovation: the Mexican experience in policy making, in Couto, Lastres and Matos (eds) **The New Generation of Policies for the Productive Development: Social and Environmental Sustainability**, CNI-BNDES-IADB: Rio de Janeiro, 2012.

- Dutrénit, G. Capdevielle, M., Corona, J., Puchet, M., Santiago, F. & Vera-Cruz, A., **El Sistema Nacional de Innovación Mexicano: Instituciones, Políticas, Desempeño y Desafíos**. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco, México, D.F. 2010.
- Foro Consultivo Científico y Tecnológico, **Invertir en conocimiento para el desarrollo y bienestar de México: Bases para una política de estado en ciencia, tecnología e innovación**. México, D.F., Documento de trabajo del FCCyT, 2006.
- _____, **Diagnóstico de la Política Científica, Tecnológica y de Fomento a la Innovación en México (2000-2006)**. México, D.F., 2006.
- _____, **Propuestas para contribuir al Diseño del PECiTI 2012-2037**, Documento de trabajo del FCCyT, México, 2013.
- Hwang, Y., Korean STI Policies in the Institutional building Stage, **Science Technology and Innovation Policy Review**, Vol. 2 No. 4, Korea, 2011.
- Hong, S., Korean STI Policies in Technology Catching-up Stage, **Science Technology and Innovation Policy Review**, Vol. 2 No. 4, Korea, 2011.
- Hyopp L., Issues and Policies in the STI Leadership Phase, **Science Technology and Innovation Policy Review**, Vol. 2 No. 4, Korea, 2011.
- Jang, Y., Evolution of Korean STI Policies, **Science Technology and Innovation Policy Review**, Vol. 2 No. 4, Korea, 2011.
- Nava, G. Análisis comparativo de las capacidades tecnológicas de México y Corea, en **Comercio Exterior**, Vol. 47, Num.2, México, 1997.
- OCDE, Mexico, OCDE Reviews of Innovation Policy, 2009a.
- _____, Korea, OCDE Reviews of Innovation Policy, 2009b.
- Orozco, C., Ciencia, Tecnología y Recursos Humanos en la Industrialización de Corea del Sur en **Comercio Exterior**, Vol. 42, Num.12, México, 1992.
- Seong, Jieun (2011), Evolution and Features of Korea's Science and Technology Policy Coordination System, **Science Technology and Innovation Policy Review**, Vol. 2 No. 1, 2011, Korea.
- Shin, T., Hong, S. & Kang, J. Korea's Strategy for Development of STI Capacity: A Historical Perspective, **Policy Reference** Vol. 01, Science and Technology Policy Institute (STEPI), Korea, 2012.