



**X Seminario Latino-Iberoamericano de Gestión
Tecnológica ALTEC 2003**
“Conocimiento, Innovación y Competitividad: Los Desafíos
de la Globalización”



**Sistemas Nacionales de Innovación: Proposición de Análisis de Capacidades
Basado en la Descripción de las Trayectorias Socioinstitucionales**

Alexis Mercado,
Centro del Estudios del Desarrollo de la
Universidad Central de Venezuela (UCV - CENDES)
amercado@cantv.net

Pablo Testa,
Centro del Estudios del Desarrollo de la
Universidad Central de Venezuela (UCV - CENDES).
ptesta@cantv.net

Resumen

El presente estudio, presenta una proposición de análisis de los Sistemas Nacionales de Innovación en una perspectiva comparada que, tomando en cuenta la diversidad y las especificidades locales, procure identificar los factores que determinan diferencias de desempeño. Para ello, se propone una descripción de las trayectorias socioinstitucionales y la consolidación de espacios generación y uso del conocimiento científico y tecnológico, prestando particular atención a tres elementos fundamentales. A saber: la continuidad, la solidez y la diversidad.

La descripción de las trayectorias institucionales considera una revisión histórica de la constitución de las comunidades científicas y de las estructuras de promoción del conocimiento, y la identificación de hitos de política. Ello permite estimar la continuidad de los esfuerzos del Estado por crear la institucionalidad para la ciencia y la tecnología y su capacidad para integrarles dentro de los proyectos nacionales de desarrollo. Para analizar la consolidación de los espacios de generación y uso del conocimiento se propone la elaboración de mapas de instituciones que permiten observar la “densidad” del tejido científico y tecnológico y, de allí, determinar su solidez y diversidad. A nuestro entender, estas dos aproximaciones al problema, ayudan a comprender el desarrollo de capacidades competitivas del Sistema Nacional de Innovación.

Palabras clave: sistema nacional de innovación, trayectorias socioinstitucionales.

Sistemas Nacionales de Innovación: Proposición de Análisis de Capacidades Basado en la Descripción de las Trayectorias Socioinstitucionales

Introducción

El creciente interés por conocer el papel de las especificidades locales en el desarrollo de mecanismos de estímulo a la generación de conocimiento científico y tecnológico que contribuya al desarrollo social, y de modo más específico, al desarrollo de capacidades competitivas, se ha constituido en un imperativo de los estados para responder a los desafíos impuestos por la globalización. Esto requiere conocer qué factores y actores desempeñan papeles clave en tales procesos. La noción de Sistema Nacional de Innovación constituye un marco de análisis apropiado, pues engloba toda la infraestructura nacional de desarrollo y uso de conocimiento, bienes y servicios, en una perspectiva amplia de productores y usuarios.

El presente estudio, presenta una proposición de análisis de los Sistemas Nacionales de Innovación (SNI) en una perspectiva comparada que, tomando en cuenta la diversidad y las especificidades locales, procure identificar los factores que determinan diferencias de desempeño. Para ello, se propone una descripción de las trayectorias socioinstitucionales y la consolidación de espacios generación y uso del conocimiento científico y tecnológico, prestando particular atención a tres elementos fundamentales. A saber: la continuidad, la solidez y la diversidad. La descripción de las trayectorias institucionales considera una revisión histórica de la constitución de las comunidades científicas y de las estructuras de promoción del conocimiento, y la identificación de hitos de política. Ello permite estimar la continuidad de los esfuerzos del Estado por crear la institucionalidad para la ciencia y la tecnología y su capacidad para integrarles dentro de los proyectos nacionales de desarrollo. Para analizar la consolidación de los espacios de generación y uso del conocimiento se propone la elaboración de mapas de instituciones que permiten observar la “densidad” del tejido científico y tecnológico y, de allí, determinar su solidez y diversidad. A nuestro entender, estas dos aproximaciones al problema, ayudan a comprender el desarrollo de capacidades competitivas del Sistema Nacional de Innovación.

Dicha proposición, se utilizó para realizar algunas comparaciones del Sistema Nacional de Innovación venezolano respecto al de dos países latinoamericanos - Brasil y Costa Rica - y

Corea (paradigma de país emergente en cuanto a logros de desarrollo tecnológico y capacidades competitivas). En el caso de las trayectorias institucionales, el análisis evidenció la importancia que puede tener la temprana implantación de algunas disciplinas científicas en el desarrollo de capacidad de investigación en áreas específicas y la continuidad en la formulación de políticas de desarrollo de la ciencia y la tecnología en la consolidación de capacidades sociales de innovación, en especial cuando se coordinan con acciones de política que apuntan al desarrollo de capacidades competitivas de la estructura productiva¹.

En el caso de la conformación de espacios de generación y uso del conocimiento, si bien en todos los casos prevaleció un enfoque ofertista, se advierten diferencias de orientación y fijación de prioridades. Por ejemplo, en las etapas iniciales de conformación de sus SNI, Corea, y en alguna medida Costa Rica, privilegiaron la generación de conocimiento tecnológico. Esto no quiere decir que no hayan estimulado también la investigación científica. Mientras, en el caso brasileño, se evidencia una preocupación temprana por crear capacidad científica y un esfuerzo posterior por consolidar capacidad tecnológica. Finalmente en el caso venezolano es notoria la ausencia de estímulo al desarrollo de tecnología. Históricamente, el esfuerzo se concentró en el desarrollo de capacidad de investigación científica, sin considerar su integración con la actividad productiva.

El estudio se estructura en dos secciones. La primera hace una breve revisión de la participación del Estado en la promoción de la actividad científica y tecnológica, mostrando una evolución de enfoque desde la noción de Modelo Lineal de Innovación Tecnológica hasta el de Sistema Nacional de Innovación. Esto sirve para entender la importancia que tuvo el ofertismo en las etapas cruciales de conformación de la estructura científica y tecnológica de los países analizados. En segundo lugar, se hace una breve presentación de la proposición de análisis y comparativo y se discuten algunos resultados.

La participación del Estado en la promoción de la ciencia, la tecnología y la innovación

Desde el inicio de la participación del Estado en la promoción y organización de la actividad científica y tecnológica a finales de los cuarenta, se ha procurado su caracterización y organización a fin de generar mecanismos de estímulo apropiados para su desarrollo. Durante los cincuenta, la atención se centró en desarrollar capacidades de producción de

conocimiento científico que soportara la producción de conocimiento aplicado y el desarrollo tecnológico – el conocido modelo lineal de innovación tecnológica (MLIT). En un segundo momento, a mediados de los sesenta, la adopción de un enfoque sistémico para la política científica y tecnológica, procuró organizar estas actividades en función de sus objetivos y determinar las relaciones entre los actores involucrados. A saber: la infraestructura de conocimiento científico y tecnológico, el gobierno y la estructura productiva (Sagasti, 1983). Esto adquirió cuerpo conceptual en la figura de Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología (SNCT). En el SNCT, se concebían estos espacios como ámbitos separados de la acción del Estado, existiendo una política científica, una política tecnológica y una política industrial. Las interacciones entre estas eran pocas o nulas.

La complejización de la actividad científica y tecnológica y las agudas transformaciones de la actividad productiva en los últimos treinta años redefinieron las relaciones entre estas actividades². La noción de SNCT se hizo insuficiente para entender las nuevas dinámicas y desarrollar instrumentos de estímulo efectivos. La cada vez más evidente relación entre conocimiento y competitividad imponía la necesidad de repensar la estructura de apoyo a la ciencia y la tecnología, estimular más que se generación. Esto llevó a que diversos estudiosos (i.e Freeman, 1987, Lundvall, 1988; Nelson, 1993) dirigieran su atención a elementos nacionales y/o locales que incidían sobre estas actividades y explorar los factores que determinaban diferencias en términos de desempeño innovador y crecimiento económico. Interrogantes acerca del papel de las instituciones, los actores del acontecer científico, tecnológico y productivo, y hasta elementos de la historia y la cultura comenzaron a ser indagados, demandando una redefinición conceptual que superara las limitaciones evidenciadas en la noción de SNCT. Se comenzó a desarrollar, entonces, el concepto del Sistema Nacional de Innovación (SNI).

Definido como "la red de instituciones públicas y privadas cuyas actividades e interacciones generan, modifican y difunden nuevas tecnologías" (Freeman, 1987), desplazará la atención hacia la innovación, prestando más atención a los actores vinculados a la producción. Este modelo, incorpora mayor número de actores, pues no sólo considera los que realizan investigación sino, también, a los usuarios. Esto implicó una revalorización de los elementos locales que inciden sobre la innovación: las instancias del Estado, que pueden y deben demandar conocimiento (i.e, los sistemas públicos de educación y salud entre otros), las

políticas que inciden en la demanda de conocimiento –establece, inclusive, la importancia del Estado como "cliente competente"– y las trayectorias industriales particulares. La consideración de la innovación como elemento clave del SNI incorpora dimensiones políticas, sociales, económicas y culturales. (Lundvall, 1988).

Desde entonces, muchos países vienen realizando esfuerzos por caracterizar sus SNI, desarrollando métodos de análisis, diagnóstico, clasificación y comparación. En la academia, los esfuerzos se orientan al desarrollo de marcos analíticos y fundamentos teóricos. Sin embargo, no hay unicidad de criterios, lo cual se advierte al observar las apreciables divergencias que presentan algunas definiciones conceptuales. Así, se consiguen algunas sesgadas por imperativos de competitividad, como la del Departamento de Industria, Ciencia y Tecnología de Australia que señala que “el SNI, considera todos los factores relevantes para la innovación y los negocios”. Mientras, otras proponen una visión más integral, con implicaciones sociales más allá de la economía: “es la red de organizaciones e instituciones de una nación que participan en la creación, difusión y utilización del conocimiento científico y tecnológico” (Lee y Song, 1999).

Diversidad de los SNI

Un estudio realizado por el TEKES (2002), es útil para nuestra proposición de análisis. Este considera la existencia de tres niveles en la organización del SNI: uno general, de diseño de política; uno intermedio, conformado por organismos de promoción de la actividad de ciencia, tecnología e innovación y la base o nivel de ejecución, conformado por las universidades, los centros de investigación públicos y privados y la industria. El mismo identificó tres modelos de SNI en países de alto desarrollo. A saber: el del actor dominante, más vinculado al concepto de competitividad, el de división de labores y el de pilares autónomos, los dos últimos más organizados en la corriente de la visión integral. Estos encajan de alguna manera con las definiciones de SNI anteriormente señaladas.

Un ejemplo del modelo del actor dominante, es el SNI Británico. En este, en el nivel general, un organismo de política –el Departamento de Comercio e Industria (DCI)– es responsable de diseñar las políticas vinculadas a la innovación, observándose una integración de la política científica y tecnológica con las políticas de desarrollo económico y comercial, ejecutadas por organismos intermedios.

El SNI alemán constituye un ejemplo del modelo de división de labores. En éste coexisten dos componentes que, si bien están muy próximos en cuanto al objetivo de apoyar la innovación, orientan su accionar a actividades e instituciones diferentes. En el nivel de diseño de política, se establece la responsabilidad clara del Estado en el desarrollo científico y tecnológico, a través del Ministerio de Educación e Investigación, mientras que las políticas destinadas al desarrollo de la competitividad están bajo la responsabilidad del Ministerio de Comercio, Industria y Energía y las unidades territoriales administrativas. La ejecución está bajo responsabilidad de una vasta red de instituciones públicas y privadas.

El caso coreano ilustra el modelo de pilares autónomos donde la coordinación y ejecución de actividades de ciencia tecnología e innovación se estructuran de forma independiente. En el nivel de diseño de política, esto se traduce en responsabilidades específicas de los diferentes ministerios relacionados con estos ámbitos. El pilar uno tiene en su ápice al Ministerio de Ciencia y Tecnología (MOST), organismo responsable de las directrices de política científica y tecnológica. En el pilar dos, le corresponde al Ministerio de Comercio, Industria y Energía (MOCIE), diseñar la política de desarrollo y competitividad industrial. El tercer pilar considera, diversos ministerios (de Educación y Desarrollo de Recursos Humanos, Ambiente, Información y Comunicaciones, entre otros). Estos tienen en el nivel de ejecución las universidades, las empresas y otros organismos públicos respectivamente (Ibid, ant).

Ahora bien ¿puede señalarse que uno u otro modelo sea más eficiente? El desarrollo de la estructura sociotécnica coreana en poco tiempo, dice de la eficacia de las políticas adoptadas. De igual forma, el mantenimiento de liderazgo tecnológico e industrial de Alemania en múltiples sectores, demuestra un SNI muy exitoso. Aquí, sin embargo, pesan factores de tradición en el apoyo a la investigación científica y tecnológica. Algo similar pasa con el SNI británico, basado en una arraigada experiencia industrial que, a pesar de haber sufrido profundos procesos de reconversión industrial mantiene liderazgo en el ámbito internacional. En otras palabras, los tres SNI descritos se caracterizan por ser exitosos, más allá de las diferencias conceptuales e ideológicas que configuran su diseño y determinan el grado de intervención de los respectivos Estados. Así, el éxito no parece radicar sólo en una acertada formulación de política, como tampoco únicamente en la trayectoria industrial y la conformación de mercados. Esto lleva a indagar en aspectos de carácter estructural,

consiguiéndose un elemento clave común para el buen desempeño: la solidez institucional. La eficiencia y éxito de un SNI parece radicar más en su solidez, definida por trayectorias estables, que en su concepción³. Estos ejemplos muestran cuan diferente puede llegar a ser la organización de la actividad científica, tecnológica y de innovación. Ello convalida el interés por analizar las particularidades locales que determinan diferencias de desempeño.

Elementos para una metodología de análisis de los SNI en países de medio desarrollo

A esta altura, conviene preguntar ¿hasta que punto las ideas prevalecientes en los diferentes momentos sobre desarrollo científico, tecnológico e industrial, influenciaron las acciones de los países en desarrollo para impulsar sus SNI? La conformación de las estructuras de promoción y desarrollo de conocimiento científico y tecnológico y los esfuerzos de industrialización de estos países siguieron muchos de los preceptos establecidos por los organismos multilaterales, por ello, es conveniente identificar hitos relevantes que permiten adelantar el análisis comparativo.

Como se indicó, la participación sistemática del Estado en la promoción de la ciencia y la tecnología se inicia en los cuarenta. La difusión del modelo MLIT corrió por cuenta de la UNESCO, creada en 1948. Durante los cincuenta y sesenta, este organismo promovió la institucionalidad de promoción de la ciencia y la tecnología. Paralelamente, en América Latina, se difundían el precepto de la industrialización vía sustitución de importaciones que se generalizó como modelo prescriptivo para los países en desarrollo. Estos dos elementos devendrían clave en la conformación de los pilares de los SNI de los países analizados. Ya en los setenta, la visión sistémica, influyó para que los países centraran su atención en el desarrollo de planes de ciencia y tecnología y en el papel de los diferentes actores (gobierno, sector productivo y sector productor de conocimiento científico y tecnológico).

En los ochenta, la crisis económica afectó severamente la inversión, con graves consecuencias sobre la estructura de ciencia, tecnología y producción de nuestros países. Mientras estos intentaban respuestas fundamentalmente en la esfera macroeconómica, descuidando la promoción del conocimiento, Corea respondió con políticas lo suficientemente acertadas para revertir situaciones recesivas y continuar el fortalecimiento de sus capacidades científico tecnológicas.

La década de los noventa se caracterizó por la desregulación económica y severas crisis en las economías en desarrollo. En las políticas científica, tecnológica e industrial, se acentuó la orientación hacia la innovación, surgiendo mecanismos de apoyo que consideran la participación de organismos multilaterales en el financiamiento. Paradójicamente, la agenda dominante, propuso el abandono de los esfuerzos de política industrial, lo cual trajo consecuencias negativas para la estructura productiva de América Latina.

Si bien el “*main stream*” de las ideas sobre política científica, tecnológica y de innovación permearon las decisiones y acciones de los estados a lo largo de estos años, el desempeño de los SNI en términos de conformación y evolución, ha dependido básicamente de los acuerdos entre actores y las políticas y adoptadas nacionalmente. Justamente son estos aspectos los que se trata de analizar en forma comparada.

Proposición de análisis de las trayectorias socioinstitucionales

Como se indicó, en primer lugar se propone una revisión de las trayectorias institucionales, lo cual considera una identificación de las etapas de conformación y consolidación de capacidades científicas (antecedentes, primeros pasos en la conformación de la comunidad de practicantes, desarrollo de la enseñanza universitaria en ciencia y tecnología) y de la forma en que el estado asume la dirección de la ciencia y la tecnología y la promoción de la industrialización. En otras palabras, se propone un seguimiento de la evolución de los diferentes componentes del SNI.

Para esto se propone el desarrollo de las siguientes actividades:

1. Análisis histórico de los diferentes componentes del SNI.
 - Conformación de espacios para hacer ciencia (institucionalización de la ciencia, desarrollo de la enseñanza científica y tecnológica en la educación superior y desarrollo de la investigación universitaria)
 - Análisis de la conformación de la estructura industrial: primeros pasos en la industrialización -identificación de los patrones de especialización industrial – formas de incorporación de las proposiciones de industrialización prevalecientes (i.e. sustitución de importaciones), evolución de la estructura industrial: integración o especialización.
2. Análisis evolutivo del SNI en términos de los hitos socio institucionales:

- Identificación y análisis de los hitos de política en el devenir del SNI (hechos tanto de *policy* como de *politics*) que permiten reconstruir el proceso de conformación de institucionalidad de la ciencia, la tecnología y la innovación.
- Identificación de la creación de organismos clave de promoción, generación y difusión de conocimiento científico y tecnológico, formas de incorporación de las proposiciones de la UNESCO y otros organismos multilaterales)
- Análisis de los esfuerzos de institucionalización de los sistemas analizados

Consolidación de espacios generación y uso del conocimiento científico y tecnológico

En segundo lugar, se propone analizar la diversidad y solidez de la estructura de generación y uso de conocimiento científico y tecnológico a partir de mapas de las instituciones, considerando separadamente las instituciones científicas y tecnológicas, lo que permite estimar la densidad del tramado de instituciones y, a partir de ello, establecer el impacto de las políticas de estímulo instrumentadas por los estados. Este análisis se complementa con una revisión de la importancia y relevancia de las instituciones.

1. Elaboración de mapas de organismos de producción de conocimiento científico y tecnológico
 - Mapa de organizaciones científicas
 - Estimación de la importancia de las instituciones identificadas
 - Mapa de organizaciones tecnológicas
 - estimación de la importancia de las instituciones identificadas
 - Comparación de la "densidad" de los mapas a fin de identificar las especificidades y la solidez de la conformación de capacidades científicas y tecnológicas en el SNI.
2. Análisis de los mapas considerando las trayectorias socioinstitucionales de cada país.
3. Análisis de interdependencias entre capacidades socioinstitucionales de generación de conocimiento en ciencia y tecnología y capacidades competitivas de la estructura productiva.

Discusión de algunos resultados del estudio.

Las trayectorias socioinstitucionales

Con la finalidad de simplificar el análisis se identificaron seis etapas: la de antecedentes, que considera la primera mitad del siglo XX, y otras cinco que coinciden con cada una de las décadas subsecuentes, caracterizadas por importantes procesos políticos y económicos. Se destacan algunos hechos importantes de cada país, observándose diferencias importantes en cuanto a continuidad y madurez de las trayectorias.

Antecedentes

En Brasil, este período se caracterizó por la institucionalización de la ciencia, siendo el país con mayor tradición entre los cuatro considerados. A inicios del siglo, se crearon institutos de investigación científica y se comenzó la enseñanza de las carreras científico-técnicas. En la parte industrial, el país presentaba una estructura básicamente agroindustrial. En Venezuela, la investigación se inicia a finales de los treinta. En términos industriales, desde los años veinte se desarrollaba una intensa actividad petrolera, pero por cuenta de empresas multinacionales. Esto determinaba que no se generara ninguna inducción en términos de desarrollo tecnológico en el ámbito local.

Corea mostraba mayor atraso que los casos anteriores. De hecho, las universidades se conforman en esta etapa. Desde el punto de vista productivo, esta nación presentaba un perfil agrícola de bajo nivel técnico. Costa Rica, en forma similar a Corea, institucionaliza la educación universitaria recientemente, pues no fue sino hasta 1941 cuando se fundó la Universidad de Costa Rica, siendo ¡el último país del continente en contar con una institución de educación superior! Su estructura productiva se basaba en actividades agrícolas y algunas actividades industriales en sectores muy tradicionales.

Lo anterior, evidencia "puntos de partida" diferentes en los cuatro países. Como se verá, una suerte de paradoja acompaña las trayectorias institucionales, pues los países que presentaban mayor atraso relativo demostraron dinamismo y desarrollaron experiencias importantes de consolidación de sus SNI.

Los cincuenta: el largo camino de consolidación de la ciencia y el inicio de la industrialización

En este período Brasil institucionaliza el apoyo a la ciencia con la creación del Conselho Nacional de Pesquisas (CNPq) en 1951. Entre las acciones tendientes a consolidar capacidad de investigación destacó la creación de diversos institutos. En el ámbito productivo se planteó la industrialización acelerada del país, instrumentándose políticas que impulsaron los sectores siderúrgico, químico, automotriz y de bienes de capital. La participación del Estado no sólo consideró la parte de incentivos, sino participación en la producción. Institucionalmente, destaca la creación de la compañía estatal de petróleo (PETROBRAS) en 1950 y de su Centro de investigaciones (CENPES) en 1952.

En Venezuela esta década fue clave para la institucionalización de la investigación. En 1958, se crean el Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC) y la Facultad de Ciencias de la Universidad Central de Venezuela, constituyendo ambas el núcleo original de las ciencias básicas del país. Desde el punto de vista industrial se inicia un acelerado proceso de industrialización dándose los primeros pasos en las industrias química y automotriz.

Corea comienza a diversificar su base productiva. Un hito de “*politics*” resultó clave para la industrialización: la reforma agraria. Esta introdujo cambios sociales importantes al propiciar una distribución del ingreso más equitativa; la introducción de técnicas modernas de cultivo y la ampliación de superficie cultivable, incrementó la producción, generando un proceso de acumulación de capital que conformó la base material que permitió comenzar la industrialización (Amsden, 1989). En el ámbito científico se experimentó una expansión de la educación superior creándose escuelas profesionales y centros de investigación que la institucionalizaron.

Los sesenta: la industrialización de bienes intermedios. Integración, aciertos y desaciertos

Brasil continuó su acelerada industrialización y consolidación de espacios de promoción de la ciencia y la tecnología. Hito importante fue el inicio de creación de estructuras regionales de apoyo a la investigación. En la segunda mitad de la década, los esfuerzos de política industrial, contemplaron la integración de diferentes sectores apoyándose en inversión extranjera directa y la incorporación de actores locales.

En Venezuela, se avanzó en la consolidación de la investigación y en los esfuerzos para crear la institucionalidad de apoyo a la ciencia. Esto último mediante la creación del Consejo

Venezolano de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT) en 1969. En la industria, se afianzaron algunos sectores industriales apoyados en una importante transferencia de recursos de la renta petrolera. A diferencia de Brasil, no existieron mayores incentivos para la incorporación de actores locales en el proceso de desarrollo tecnológico.

Mientras, Corea comenzó a impulsar su industrialización. Un hito de política, el primer plan de desarrollo económico en 1962, marca este período (Lee, 1991). Este planteaba la consolidación de la base industrial mediante el desarrollo de las ramas textil, cemento, fertilizantes, electricidad y refinación de petróleo. Ello mediante un proceso selectivo de sustitución de importaciones, pero a diferencia de los otros casos, hubo restricción a la inversión extranjera directa y al licenciamiento de tecnología (Bekerman y Sirlin, 1996). Establecido el desarrollo tecnológico como prioridad, hubo esfuerzos para conformar capacidad de I+D. En 1966, se crea el Instituto Coreano de Ciencia y Tecnología (KIST) organismo que se constituiría en el principal centro de desarrollo de conocimiento científico y tecnológico del país. Además, se crea el organismo rector de la política: el Ministerio de Ciencia y Tecnología (MOST).

En Costa Rica, si bien el grueso de la producción continuó siendo agropecuaria, se incentivó la industrialización vía sustitución de importaciones. Los mecanismos implantados auparon un crecimiento interanual de 10,6% entre 1960 y 1973 y, mostrando alguna similitud con el caso Coreano en la década precedente, la consolidación de la actividad agropecuaria permitió niveles de acumulación que ayudaron a impulsar la manufactura.

Los setenta: crisis y política industrial: diseñar acertadamente

Brasil, registró un ciclo de crecimiento extraordinario. De 1968 a 1975 - el período del “milagro brasileño” – registró una tasa de 13 % interanual, y desde ese año hasta 1980, 7%. La política de integración industrial alcanzó su apogeo, instrumentándose programas que abrieron la posibilidad de crear espacios endógenos de desarrollo tecnológico. En términos de política científica y tecnológica, esta fue la época del diseño de los planes nacionales, formulándose políticas de reserva de mercado en informática y medicamentos que impulsarían el desarrollo tecnológico en la década siguiente. Institucionalmente se experimentó una fuerte ampliación de la estructura de generación de conocimiento científico y Tecnológicos.

Venezuela también registró una importante expansión económica (5% interanual) pero debida al explosivo aumento de los precios del petróleo a raíz de la crisis de 1973. Esto permitió la expansión de otros sectores. La política industrial, si bien perseguía objetivos similares a la de Brasil, no fue más allá de acentuar medidas de corte fiscal. Así, el impulso a la actividad tecnológica fue más bien excepción. Los pocos esfuerzos en esta área se originaron en una importante decisión de “*Politics*”: la nacionalización del petróleo (1976). Esta decisión, sin proponérselo, planteó demandas de capacitación e investigación y propició la institución que ha generado los mayores esfuerzos tecnológicos: el Instituto Venezolano de Tecnología del Petróleo (INTEVEP).

Corea, guardando similitud con el proceso Brasileño en la década precedente, amplía la actividad industrial hacia sectores de la industria pesada (acero, química y petroquímica). Pero, inmediatamente, emprende procesos de integración aguas abajo con el desarrollo de la industria naval, especialidades de acero, y fibras electrónicas. La estrategia tecnológica centró su atención en el aprendizaje tecnológico, esto imponía la expansión de la educación en ciencia y tecnología y la creación de nuevos espacios institucionales para la I+D (Lim, 1995).

Costa Rica, a pesar de no mostrar el ritmo de los otros tres países, fue consolidando sus espacios de formación e investigación. En la década de los setenta, continuó fortalecimiento su sistema científico y tecnológico apoyándose en la cooperación internacional. En 1971 crea el Instituto Tecnológico de Costa Rica, segunda universidad pública, y en 1973 la Universidad Nacional de Heredia. También se conforma la estructura de apoyo a la ciencia con la creación del CONICIT en 1972. En el ámbito productivo se impulsa la actividad exportadora, pasando de 231 millones de dólares en 1970 a 1.032 millones en 1980 (CEPAL, 2001). El componente de bienes manufacturados pasó de 35% a 46%, porcentaje inusualmente alto en la región.

Los ochenta: el perogrullo de la década perdida

En Brasil, se evidenciaron grandes desaciertos en la política económica. La incapacidad de avizorar escenarios financieros, comprometió la actividad productiva. El endeudamiento que había sido palanca para la industrialización, se erigía en espada de Damocles. Diversos proyectos, se vieron estrangulados por el incremento de las tasas de interés en Estados Unidos. El bajo nivel de ahorro interno contribuyó a la disminución del ritmo de inversión, el cual

cayó no sólo en la industria, sino también en ciencia y tecnología. Pero a pesar de la crisis, producto de las políticas de reserva de mercado, sectores avanzados como fabricación de computadores, química fina y telecomunicaciones registraron un desarrollo significativo. (Suzigan y Villela, 1997).

La crisis afectó seriamente la estructura científica y tecnológica en Venezuela, desmantelándose importantes grupos de investigación. En términos productivos, se comenzó a experimentar una caída importante en la inversión privada. El modelo de industrialización por sustitución de importaciones, basado en la inyección de renta petrolera, evidenció sus grandes debilidades.

Corea experimentó los efectos de la crisis del segundo choque petrolero a inicio de los ochenta, lo que llevó a introducir medidas de liberalización de la economía y una revisión de los sectores favorecidos en las estrategias de industrialización. Se desplazaron las prioridades desde la industria pesada hacia las “industrias de ingeniería” (Lim, 1995). Esto contemplaba estímulos a los sectores de electrónica, semiconductores, automotriz, maquinaria y computadoras. Las estrategias para impulsarlos fueron: educación especializada para el desarrollo de actividades de ciencia y tecnología de alto nivel, mejoras y aplicación de tecnología importada y desarrollo de tecnologías de punta. Para ello, se creó otra serie de importantes institutos de investigación.

La crisis también obligó a introducir modificaciones estructurales en la economía costarricense, buscando consolidar una estructura productiva diversificada con vocación de exportación. Ello llevó a modificar los incentivos de exportación y la creación de zonas francas. Para 1990 estas alcanzaban 1.455 millones de dólares. En 1986 se crea el Ministerio de Ciencia y Tecnología y se establece el primer programa Nacional de Ciencia y Tecnología que contemplaba fortalecer el sistema científico y tecnológico y fomentar el desarrollo industrial. Las capacidades de I+D de las universidades, continuaron fortaleciéndose prestando atención a los sectores vinculados a agricultura y electrónica.

Los noventa: respuestas diferenciadas ante la nueva realidad global

Las economías de los países analizados, fueron severamente afectadas por las sucesivas crisis financieras de esta década. El abandono de los esfuerzos de generación de capacidades

tecnológicas hizo más vulnerables las estructuras industriales, perdiendo capacidad de respuesta en el nuevo escenario internacional. En Brasil, la desregulación se acentuó. En política industrial se eliminó la mayoría de los instrumentos de estímulo, prestando poca atención a la política tecnológica. Se dictaron leyes de propiedad intelectual e industrial que tornaron inviables muchos de los proyectos de industrialización en sectores de punta iniciados en los setenta.

En Venezuela, la aplicación de un programa de estabilización y ajuste generó una apreciable caída de la producción industrial. En las empresas se registró una disminución de los pocos esfuerzos de I&D, el cierre de líneas de producción y la pérdida de experiencias de aprendizaje tecnológico. En el ámbito de la promoción a la ciencia y la tecnología, se hizo un esfuerzo por revertir el deterioro de la estructura de generación de conocimientos. A inicios de la década, se negocia el programa para el primer préstamo del BID destinado a fortalecer la I+D en áreas tecnológicas de punta.

Corea, una vez consolidada una estructura industrial altamente competitiva volcada a la exportación, continuó su política de estímulo, siguiendo de cerca las tendencias tecnológicas de punta. El nuevo enfoque apuntaba a consolidar el país como una sociedad industrial avanzada. Para ello se profundizaron esfuerzos de formación de recursos humanos de alto nivel y la I+D y se orientó hacia tecnologías avanzadas. La crisis financiera de 1997, golpeó duramente la economía, pero la coordinación de política económica con instrumentos de política tecnológica e industrial permitió activar la extraordinaria capacidad de generación de conocimiento científico y tecnológico e innovación y orientarla al incremento de la productividad, permitiendo superar la situación recesiva.

Los noventa, fueron para Costa Rica un período de cambios significativos en su estructura científica, tecnológica e industrial. En 1990 se aprueba la ley de promoción del desarrollo científico y tecnológico, y se negocia el programa de préstamo del BID con rango de ley. Las acciones desarrolladas tuvieron impactos significativos en la generación de capacidades de I&D en las áreas de informática y microelectrónica. Estas capacidades fueron cruciales para la instalación de su planta productora de microprocesadores de INTEL en 1996.

Como puede apreciarse, el desarrollo de los SNI ocurre en momentos y ritmos diferentes. Corea, a pesar de comenzar a construir capacidades más tarde que Brasil y

Venezuela, instrumenta un enérgico enfoque ofertista que privilegia la creación de capacidades tecnológicas, que se hilvana con la política industrial y económica. Este, en forma mucho más discreta, es también el caso de Costa Rica. No ocurre así en los casos de Venezuela y Brasil, que en un primer momento, concentran sus esfuerzos en desarrollar capacidad científica, aunque la calidad de las políticas fue muy diferente. En un segundo momento, Brasil hace grandes esfuerzos por desarrollar capacidad tecnológica e industrial, pero, quizás, la falta de una eficiente integración de estas con la política económica impidió un desarrollo más exitoso. Ni que decir de Venezuela, donde ningún esfuerzo de política en estas áreas ha tenido alguna relación entre si.

Los mapas de instituciones.

Como se indicó, los mapas de instituciones sirven para analizar la consolidación de los espacios de generación del conocimiento, pues permiten observar la “densidad” del tejido científico y tecnológico. A título de ejemplo, contrastaremos apenas los mapas de instituciones científicas y tecnológicas de Corea y Venezuela

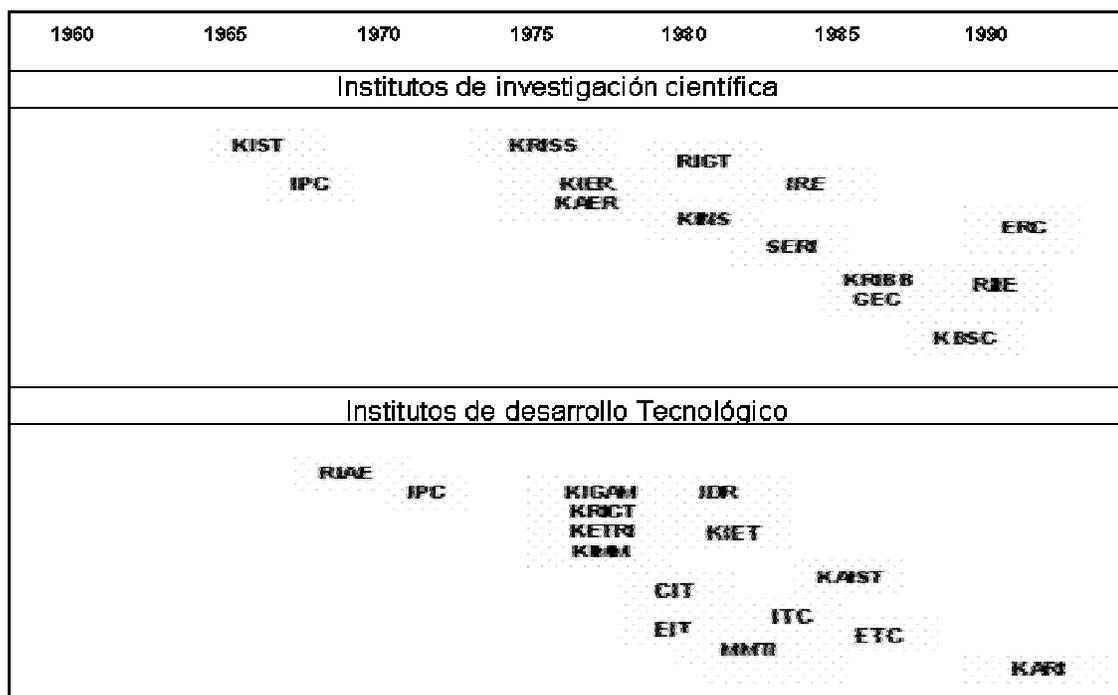
Corea: el ofertismo orientado a la generación de conocimiento y bienes tecnológicos.

Un rasgo que caracteriza al SNI coreano es la creación de importantes institutos de I+D “independientes”, que surgen simultáneamente a las instituciones para la promoción de esta actividad. La primera experiencia data apenas de 1966 cuando se crea el Instituto Coreano de Ciencia y Tecnología (KIST), organismo que habría de consolidarse como el “templo de la investigación y desarrollo” de este país. Desde entonces, estas instituciones han proliferado en gran número y a un ritmo muy superior al registrado en otros países que en ese momento demostraban similares niveles de desarrollo (Figura 1).

Una ojeada permite advertir el esfuerzo del Estado coreano en crear capacidad de ID, traducida en el apreciable número de instituciones que hoy día conforman uno de los tejidos de investigación y desarrollo más eficientes del mundo. En segundo, que aun al tratarse de centros de investigación científica y/o experimental (los ubicados en la parte superior del mapa), hubo preponderancia de aquellos orientados al desarrollo de investigación vinculada a

demandas tecnológicas y productivas. En otras palabras, se privilegió la creación de instituciones capaces de proveer el conocimiento de base necesario para los requerimientos de la industrialización. Así, durante los sesenta, se crea el instituto de investigaciones navieras para apuntalar a esta actividad industrial que estaba en ciernes, mientras que en el KIST, durante este período, se prestó particular atención al desarrollo de investigación en química y metalurgia, sectores contemplados en el primer plan de desarrollo de 1962.

Figura 1
Corea



En los setenta, surge una serie de institutos volcados a la ID en las áreas de eléctrica, electrónica, maquinaria y equipos; justamente los sectores prioritarios de la política industrial en ese momento. Además, avizorando las señales de la coyuntura internacional, caracterizada por restricciones de la oferta energética, se inician esfuerzos en esta área mediante la creación de tres institutos de investigación: el Instituto de Investigación en Energía (KIER), el Instituto de Investigación en Energías Avanzadas (KAER) y el Instituto de Investigación en Energía Solar. Evidentemente, Corea comenzaba a adecuar sus capacidades de ID, evolucionaba, para adaptarse a las exigencias implícitas en el nuevo paradigma tecnoeconómico.

En los ochenta, los primeros centros de investigación continuaban su consolidación. Para ese momento, se había incrementado significativamente tanto el número de investigadores como las líneas de investigación. No obstante, se crearon nuevas instituciones, tanto de investigación experimental (Ej. Centro de Tecnología Electrónica, el centro de Ingeniería Genética (GEC), el Instituto de Investigación en Biociencias y Biotecnología (KRIBB) y el Instituto de Investigación de Ciencias Espaciales) como de desarrollo tecnológico (el Instituto de Tecnología Electrónica, en Centro de Tecnología Industrial (ITC) y el Instituto de Investigación en Electrónica y Telecomunicaciones). Esto evidencia la conformación de capacidades de I+D en las áreas que los estudios sobre prospectiva, difundidos a inicios de los ochenta, habían identificado dentro del *cluster* de tecnologías de punta clave para el desarrollo competitivo de finales del siglo XX e inicios del XXI, lo cual demuestra las fortalezas de la estructura institucional de política Científica y Tecnológica, pues tuvo la capacidad de avizorar tendencias recientes de innovación y orientar los esfuerzos de promoción para desarrollarlas en el ámbito local ⁴.

Como se aprecia, en un período no mayor de cuarenta años se conformó una importante red de producción y uso de conocimiento científico y tecnológico y, si bien el énfasis se centró en la conformación de capacidades tecnológicas, una vez desarrollado suficiente aprendizaje para generar tecnología endógena, se propuso consolidar capacidad de generación de conocimiento científico, esencial para sustentar los desarrollos tecnológicos de punta. Así, en los noventa se intensificó el apoyo a la investigación. En 1989, se creó el Centro Coreano de Ciencias Básicas (KBSC) cuya función es la promoción y desarrollo de investigación básica vinculada a las tecnologías de la información, materiales avanzados y bioingeniería. Por otra parte, se ha incrementado el apoyo a la investigación en universidades y los centros de investigación independientes para que esta se ubique en las fronteras del conocimiento.

Venezuela: ofertismo limitado. Cuando las prioridades no se integran a necesidades nacionales

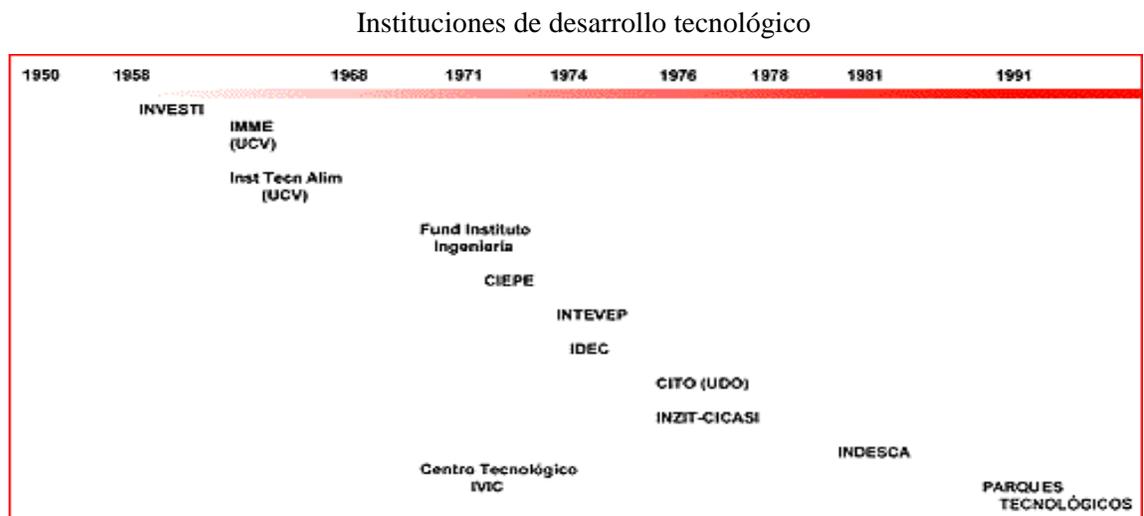
La implantación de las disciplinas científicas y tecnológicas en Venezuela, es reciente. Sin embargo, es algo anterior a la de Corea. Una revisión del proceso muestra que los esfuerzos se concentraron en el desarrollo de capacidad científica. Desde los cincuenta, hasta inicios de los ochenta, este sector registró un significativo crecimiento (Vessuri, 1983) (Figura 2)⁵. Uno de los logros fue la formación de profesionales y la realización de actividades

de investigación en prácticamente todas las disciplinas científicas, en un amplio espacio de la geografía nacional.

La revisión de los espacios institucionales para el desarrollo tecnológico, evidencia que su promoción fue mucho más precaria. Los esfuerzos iniciados en 1958 con la fundación de un pequeño instituto de investigaciones tecnológicas (INVESTI) han sido exiguos si se le compara con la creación de organismos de investigación científica. Desde esa fecha hasta 1990 se creó no más de una decena de centros cuya misión era desarrollar tecnología (figura 2).

Figura 2
Mapa de creación de Instituciones (Venezuela)

Instituciones en ciencias básicas y/o experimentales



Una revisión de las áreas de actuación de los centros creados en los primeros años revela que no existió vinculación alguna con las necesidades de las industrias que comenzaban a desarrollarse (petróleo, petroquímica, siderurgia). Esta es una diferencia importante respecto a la experiencia coreana, la creación de estos centros no se insertaba en plan alguno de desarrollo industrial. Estos surgían más como producto de decisiones particulares de algunos investigadores. En otras palabras: no eran creadas a partir de una política de Estado. Por esta razón, debían luchar por un espacio de legitimación, por lo que buena parte de sus esfuerzos, como lo es el de la mayoría de las instituciones venezolanas de generación de conocimiento, se orientaban a sobrevivir.

Estas condiciones ponían en duda su capacidad desarrollar efectivamente tecnología; actividad que, como se sabe, demanda cuantiosos recursos materiales y humanos. En esta perspectiva, más que espacios para desarrollo tecnológico, la mayoría de estos organismos consiguió alcanzar, apenas, cierta capacidad de asistencia técnica y prestación de servicios.

En las décadas de los ochenta y noventa se presenciaron cambios importantes en la estructura científico técnica. La crisis no solo se tradujo en la descapitalización de recursos humanos, sino en la ausencia de creación de nuevas instituciones, mientras que los pocos esfuerzos se caracterizaron por mantener, nuevamente, escasa sintonía con las demandas de la estructura tecnoproductiva que ahora se veía sometida a las presiones de una creciente competencia derivada de la apertura económica.

Conclusiones.

El “*main stream*” de las ideas sobre política científica, tecnológica y de innovación permearon las acciones de los estados para impulsar las estructuras de promoción y desarrollo de conocimiento científico y tecnológico. No obstante, la conformación y evolución de sus SNI, ha dependido de los acuerdos entre actores y las políticas y adoptadas nacionalmente.

Para conocer estas especificidades, se desarrolla una proposición de análisis que considera una revisión de las trayectorias institucionales y de la diversidad y solidez de la estructura de generación y uso de conocimiento científico y tecnológico. El mismo se empleó para realizar una comparación entre los SNI de Brasil, Corea, Costa Rica y Venezuela. En el primer caso, se identificaron seis etapas que permiten determinar observar que el desarrollo de

los SNI ocurrió en momentos y ritmos diferentes. Corea con un enérgico enfoque ofertista, fue más exitoso que el resto, pues logró consolidar una espectacular estructura conocimiento científico y tecnológico. Costa Rica en forma mucho más discreta, avanzó positivamente en esta dirección. No ocurrió así Venezuela y Brasil que tendieron a concentrar sus esfuerzos en desarrollar capacidad científica, aunque la calidad de las políticas del segundo y su tradición fueron superiores. Brasil, además, realizó esfuerzos importantes en el área tecnológica e industrial, pero estos no se integraron dentro de los planes nacionales de la forma tan efectiva en que lo hizo el Estado Coreano. En tal virtud, los esfuerzos fueron menos destacados.

La comparación de los mapas de organismos de desarrollo tecnológico de Corea y Venezuela muestra la importancia de integrar el apoyo a la investigación con las demandas de industrialización. Corea, apoyada en la estructuración de una estructura de promoción muy eficiente, alinea todo el tiempo las políticas de estímulo a la ciencia y la tecnología, a las demandas de la estructura tecnoproductiva. Caso contrario se observa en la experiencia venezolana, donde el ofertismo se orientó al desarrollo de capacidad de investigación sin ninguna capacidad de articulación y coordinación.

Notas

¹ Para ver el estudio “in extenso” ver: Mercado *et al* (2002).

²La irrupción de la biotecnología, la microelectrónica y la informática modificó la noción de conocimiento básico, aplicado y desarrollo tecnológico, su desarrollo en estas áreas, desdibujó las fronteras diseñadas en el MLIT.

³ Traducida en la conformación de redes interactivas, continuidad de las políticas y coordinación entre los diferentes organismos.

⁴ Un hito institucional en este ámbito fue la creación del Center for Science & Technology Policy en el año de 1987.

⁵ Durante esta etapa se acogió de manera amplia las recomendaciones provenientes de la UNESCO que propugnaban la formación y consolidación de capacidades en ciencias básicas como requisito para el desarrollo de capacidades tecnológicas e industriales.

Bibliografía

- Amsden, A. (1989) *Asia`s Next Giant. South Korea and late industrialization*. Oxford University Press, New York.
- Bekerman, M. Sirlin, P. (1996) “La estrategia exportadora de Corea del Sur”. *Comercio Exterior*, 46, 6. México.
- CEPAL (2002). *La inversión extranjera en América Latina y El Caribe*. CEPAL, Santiago de Chile.
- Freeman, C. (1988) “Japan: a new national system of innovation”. En Dosi, G. (ed.) *Technical change and economic theory*. Pinter Publishers, London.
- Lee, C. (1991) “Stages of economic development and technology policy: the experience of Korea”. *Science & Public Policy*, 18, 4.

-
- Lee, K.; Song, W.; eds. (1998) *National innovation system of Korea*. STEPI, Seoul.
- Lim, Y (1995) "Industrial policy for technological learning: a hypothesis and korean evidence". Working Papers, Institute of Social Studies. Seoul.
- Lundvall, B. (1988) "Innovation as an Interactive Process: From User - Producer Interaction to the National System of Innovation". En Dosi, G. (ed.) *Technical Change and Economic Theory*. Pinter Publishers, London.
- Mercado, A.; Sanchez-Rose, I.; Testa, P.; Vessuri, H (2002) "Sistemas nacionales de ciencia y tecnología. Experiencia y aprendizaje de cuatro países de medio desarrollo". *Boletín AsoVAC*, N° 41, Caracas.
- Nelson, R. (1993) *National innovation systems: a comparative analysis*. Oxford University Press, New York.
- Sagasti, F. (1983) *La política científica y tecnológica en América Latina: Un estudio del enfoque de sistemas*. El Colegio de México.
- TEKES (2002) *benchmarking innovation systems: government funding for R&D*. TEKES, National Technology Agency.
- Vessuri, H. (comp) (1984). *Ciencia Académica en la Venezuela Moderna*. Editorial Acta Científica Venezolana, Caracas.