

México: geografía económica de la innovación

CLEMENTE RUIZ
DURÁN*



En los últimos decenios, el proceso de cambio tecnológico se ha acelerado con la evolución de los patrones de vida, lo que obliga a reestructurar las capacidades productivas, y promueve cambios en la forma de organización política, económica y social. Lo anterior obedece a los rápidos avances de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), que han aumentado la capacidad de procesamiento computacional y de las redes electrónicas. Costos accesibles han propiciado el uso de la computación y las redes electrónicas, lo que ha redundado en una mejor difusión del conocimiento. Las TIC modernas también permiten trabajar juntos a los investigadores que se encuentran en diferentes partes del mundo, lo cual incrementa su productividad y rinde avances en la investigación y el desarrollo (ID) y en la generación de nuevo conocimiento y tecnologías. La mayor rapidez en la creación y la difusión de nuevo conocimiento ha llevado a una acelerada propagación de técnicas de producción modernas y eficientes, y también a una mayor probabilidad de avanzar a pasos acelerados y, por tanto, a una economía mundial más competitiva. Asimismo, ha cambiado el fundamento de la competencia, que se basaba sólo en los costos y que ahora ha

* Profesor e investigador de la Facultad de Economía de la UNAM. En este artículo, contribuyeron de manera activa Juan José Li, Marco Merino Navarro y José Segura, quienes participan en el proyecto de investigación de PAPIIT, "Nuevos nichos de industrialización" (IN306908-1), financiado por la Dirección General de Apoyos al Personal Académico de la UNAM. Sin embargo, toda la responsabilidad de su contenido recae sobre el autor.



evolucionado de modo que la velocidad y la innovación son también esenciales. Por lo general, la producción de bienes básicos se basa en economías de bajos costos; pero la intensa competencia resultante de la mundialización tiende a minimizar sus beneficios a casi cero. Por tanto, se ha vuelto crucial generar valor agregado para diferenciar productos, incluyendo el diseño innovador, el mercadeo eficaz, la distribución eficiente y las marcas comerciales acreditadas. De este modo, para prosperar, la industria debe ser capaz de contribuir de manera productiva a cadenas de valor mundiales y generar nuevas cadenas de valor, de las cuales la parte clave no es necesariamente la producción, sino la innovación y los servicios de alto valor. Por eso, el crecimiento económico sostenido en la era de esta nueva economía mundial depende de estrategias exitosas que implican el uso sostenido del conocimiento y su creación en el centro de los procesos de desarrollo. Sin embargo, este proceso no ha sido homogéneo, sino que ha profundizado las diferencias y generado tensiones entre grupos sociales, entre regiones y entre naciones. En esta perspectiva se puede argumentar que la innovación se ha producido en una dimensión espacial, lo que se refleja en una geografía económica de la innovación.

El reto es transformar la economía nacional a partir de un cambio del paradigma de costos por uno de innovación



El propósito de este artículo es explorar aquellos elementos que han contribuido a esta diferenciación espacial en México. El referente teórico proviene de la discusión de Ratanawaraha y Polenske,¹ quienes realizan un recuento de la bibliografía sobre innovación en escala regional, en la que han identificado factores esenciales para el proceso de innovación: insumos, productos, agentes y redes innovativas. Esta perspectiva espacial de la innovación se ha explorado para otros países; sin embargo, en México el análisis ha sido limitado. Rozga Luter es el primero que define una visión de los factores innovadores en una perspectiva espacial.² En su discusión, identifica como factores del desempeño inventivo

1. A. Ratanawaraha y K. Polenske, "Measuring the Geography of Innovation: A Literature Review", en Karen R. Polenske (ed.), *The Economic Geography of Innovation*, Cambridge University Press, Nueva York, 2007.

2. Luter Ryszard Rozga, "Hacia una geografía de la innovación en México", *Nueva Antropología. Revista de Ciencias Sociales*, vol. XVIII, núm. 60, febrero de 2002, pp. 29-46.

e innovador regional las capacidades inventivas, los factores estructurales y el ambiente de innovación, la infraestructura industrial y el carácter de los empresarios y de la creación de conocimientos. En este ensayo se pretende profundizar sobre los elementos de Rozga, desde la perspectiva de que el país ha construido de manera progresiva capacidades productivas que le han permitido crear las bases tecnológicas para la innovación, a lo que se ha sumado un esfuerzo por parte del Estado para construir un ambiente de innovación por medio de la calificación progresiva del capital humano, de un sistema nacional de investigadores, de un presupuesto para inducir la actividad innovadora y de una legislación para proteger la propiedad intelectual. A ello se ha sumado la decisión de México de integrarse a la globalidad, lo que le ha permitido entrar en las redes mundiales del conocimiento.

En la primera parte del artículo se analiza la manera en que se ha desarrollado el ambiente innovador por medio de la construcción de capacidades productivas, de la decidida acción del Estado y de vincular los ambientes regionales a redes de innovación internacional mediante la inversión extranjera. En la segunda parte se hace una propuesta para construir un índice potencial de innovación en el ámbito regional. Por último, se exponen algunos elementos para una agenda destinada a inducir una mayor innovación en el entorno nacional.

LA CREACIÓN DE CAPACIDADES PRODUCTIVAS DE MEDIA Y ALTA TECNOLOGÍA

Para un país como México, la tarea de construcción de un entorno para la innovación ha sido muy difícil, dada su entrada tardía al proceso de desarrollo capitalista, que supone rezagos no sólo en el ámbito productivo, sino también en el marco institucional. Sin embargo, es necesario reconocer que a lo largo del proceso de desarrollo de los últimos 50 años, México ha construido las bases de una sociedad del conocimiento, de manera pausada y con diferentes ritmos. Esta construcción se ha ligado al ímpetu industrializador que caracterizó a la segunda posguerra, y que alentó la creación de capacidades productivas a lo ancho y largo del país. El proceso de acumulación industrial ha sido de grandes magnitudes; de acuerdo con los datos censales de 2004, cuenta con activos fijos por 117 000 millones de dólares, con una relación producto a capital (P/k) de 0.7, un empleo de 4.2 millones de personas (E), una productividad por

hombre ocupado de 20 486 dólares (P/E), sueldos y salarios promedio de 4 000 dólares (SS/E) y una productividad por establecimiento de 275 000 dólares (P/N).

Esta construcción se realizó de manera dispersa en el territorio; en la información censal de 2004 se observa que la entidad con mayor concentración de activos fijos fue Nuevo León, seguida del Estado de México, Veracruz, Puebla y el Distrito Federal, que de modo conjunto concentraron 46% de los activos. Si a las anteriores se agregan las siguientes cinco (Coahuila, Jalisco, Guanajuato, Hidalgo y San Luis Potosí), se explica 72% de la creación de capacidades productivas en el país. Esta concentración espacial no sólo se observa en los activos, sino también en la generación de valor agregado y en el empleo (véase el cuadro 1). Asociado a este proceso de generación de capacidades productivas concentradas, se ha dado lugar a un proceso de aprendizaje regional, con la formación de cúmulos de diversa índole que han acelerado la innovación en las diversas regiones. En este sentido, la formación de concentraciones aparece como un requisito de los procesos de innovación, tal como lo describen Harrison, Kelley y Gant.³

A lo anterior se suma que la acumulación de capacidades productivas tiene una diferenciación tecnológica, por lo que es necesario identificar las concentraciones espaciales por su perfil tecnológico, para lo cual se utilizó la clasificación de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), que identifica cuatro categorías: a] baja tecnología; b] media-baja tecnología; c] media-alta tecnología, y d] alta tecnología. Esta clasificación se refiere al nivel tecnológico del producto industrial y no a la tecnología empleada en el proceso de produc-

ción. El cuadro 2 sintetiza las industrias que pertenecen a cada una de estas categorías.

Una vez que se clasificaron por tecnologías, se correlacionó el nivel de aglomeración con la prevalencia de empresas de media-alta y alta tecnología en cada entidad federativa (medido por la participación del valor agregado de estas industrias en el valor agregado industrial de la entidad federativa), observándose que hay una relación positiva significativa entre ambas, tal como se observa en la gráfica 1.

En este sentido, se puede argumentar que la aglomeración industrial ha estado ligada al desarrollo de

| C U A D R O 1 | | | | |
|--|--------------|--------------------|-------------|-------------------|
| MÉXICO: CONCENTRACIÓN DE LA FORMACIÓN DE CAPACIDADES PRODUCTIVAS (MILLONES DE DÓLARES Y PORCENTAJES) | | | | |
| Entidad | Unidades (U) | Valor agregado (P) | Empleo (E) | Activos fijos (K) |
| Nacional | 313 262.0 | 86 012.4 | 4 198 579.0 | 116 640.6 |
| | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |
| Nuevo León | 3.4 | 9.8 | 7.7 | 11.8 |
| Estado de México | 10.9 | 13.3 | 10.8 | 10.8 |
| Veracruz | 6.1 | 4.1 | 3.0 | 8.7 |
| Puebla | 8.4 | 5.7 | 5.0 | 7.7 |
| Distrito Federal | 8.6 | 8.2 | 10.7 | 7.0 |
| Coahuila | 1.8 | 5.3 | 5.1 | 6.8 |
| Jalisco | 7.6 | 6.9 | 7.8 | 6.3 |
| Guanajuato | 5.7 | 5.8 | 5.3 | 5.3 |
| Hidalgo | 2.1 | 2.4 | 1.7 | 4.3 |
| San Luis Potosí | 2.0 | 2.2 | 2.1 | 3.3 |
| Tamaulipas | 2.1 | 4.0 | 5.0 | 3.0 |
| Chihuahua | 2.2 | 7.5 | 8.4 | 3.0 |
| Sonora | 1.8 | 2.5 | 3.0 | 2.9 |
| Querétaro | 1.1 | 2.6 | 2.2 | 2.7 |
| Aguascalientes | 1.1 | 1.8 | 1.6 | 2.4 |
| Oaxaca | 5.3 | 2.3 | 1.2 | 2.2 |
| Baja California | 1.3 | 4.1 | 6.0 | 1.9 |
| Michoacán | 6.7 | 1.1 | 2.0 | 1.7 |
| Tabasco | 1.0 | 1.8 | 0.5 | 1.2 |
| Durango | 1.2 | 0.9 | 1.7 | 1.1 |
| Tlaxcala | 1.6 | 1.1 | 1.2 | 0.9 |
| Morelos | 1.9 | 2.0 | 1.1 | 0.9 |
| Sinaloa | 1.6 | 0.7 | 1.1 | 0.9 |
| Zacatecas | 1.1 | 0.6 | 0.6 | 0.8 |
| Chiapas | 2.9 | 1.4 | 0.8 | 0.8 |
| Yucatán | 3.4 | 0.9 | 2.0 | 0.7 |
| Guerrero | 4.2 | 0.3 | 1.0 | 0.4 |
| Colima | 0.6 | 0.3 | 0.3 | 0.4 |
| Nayarit | 0.8 | 0.1 | 0.3 | 0.2 |
| Baja California Sur | 0.4 | 0.1 | 0.2 | 0.1 |
| Quintana Roo | 0.5 | 0.1 | 0.2 | 0.1 |
| Campeche | 0.5 | 0.1 | 0.3 | 0.1 |

Fuente: elaboración propia con base en INEGI, *Censos Económicos 2004*.

3. B. Harrison, M. Kelley y J. Gant, "Innovative Firm Behavior and Local Milieu: Exploring the Intersection of Agglomeration, Firm Effects, and Technological Change", *Economic Geography*, vol. 72, núm. 3, julio de 1996.

CLASIFICACIÓN DE LA INDUSTRIA POR INTENSIDAD TECNOLÓGICA

| Tipo de industria | Participación porcentual en el PIB manufacturero | Industrias | Fuentes de innovación |
|-----------------------|--|---|---|
| Baja tecnología | 41.2 | Comestibles, productos de la madera, tabaco, textiles, zapatos y prendas de vestir, entre otros. | Proveedores de la siguiente cadena (maquinaria, química, etcétera), y de normas o de reglas de calidad. |
| Media-baja tecnología | 14.4 | Industria básica del metal y productos metálicos, muebles, petróleo y carbón y sus derivados. | La innovación centrada en procesos de insumo-producto, con un incremento en la orientación en diseño. |
| Media-alta tecnología | 40.4 | Industria automovilística y de transportes, industria química, maquinaria y equipo. | Diseño, proceso, sistemas de producción complejos, cadena de valor, investigación y desarrollo a nivel de la empresa. |
| Alta tecnología | 12.7 | Industria electrónica, farmacéutica, informática y computación, equipo de precisión y aeroespacial. | Alto grado de investigación y desarrollo en la empresa, vinculada con centros de investigación y con universidades. |

Fuente: elaboración propia con base en la clasificación de la industria por la intensidad de la tecnología, de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos.

capacidades innovativas en el territorio y que esto ha dado lugar a un patrón complejo de generación de productos diferenciados en ciertas regiones del país, ligados a industrias como la automovilística (en Coahuila, Guanajuato y Puebla), la electrónica (Jalisco), la pesada (Hidalgo), la petroquímica (Veracruz), y a una visión más integral (Nuevo León y el Distrito Federal).

LA CONTRIBUCIÓN DEL ESTADO PARA CREAR INSUMOS INNOVADORES

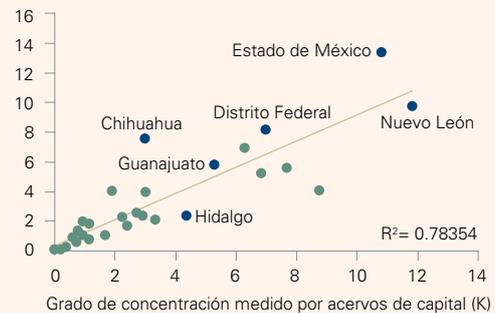
La construcción física se acompañó por una visión estratégica desde el Estado para erigir un entorno innovador, se propuso elevar la calificación de la fuerza laboral, se creó un sistema nacional de investigadores y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, así como un sistema de protección a la propiedad industrial. Cada uno de estos factores ha contribuido a complementar la construcción de capacidades productivas en escala territorial. En retrospectiva, los logros son notables: en 1960 el país contaba con una población de sólo 600 000 graduados de educación media superior y superior, y para 2005 ya es de 22 millones. Esta situación ha permitido establecer un nivel diferente de diálogo en la sociedad y ha alentado una mayor participación ciudadana, que hoy puede discutir los problemas de transición a la democracia de manera diferente, con una visión menos autoritaria y más participativa. Este logro ha estado alentado por una descentralización de la educación superior del centro hacia el territorio. En 2008 se cuenta con más de 2 771 instituciones de educación superior, de las cuales

2 402 se encuentran fuera del Distrito Federal, sobre todo en las entidades federativas que han logrado una mayor acumulación de capacidades productivas: Estado de México, Puebla, Jalisco, Veracruz, Guanajuato, Tamaulipas, Nuevo León y Sonora.

Además, en julio de 1984 se creó el Sistema Nacional de Investigadores, para reconocer la labor de las personas dedicadas a producir conocimiento científico y tecnológico. El reconocimiento se da por medio de la evaluación por sus pares y consiste en otorgar el nombramiento de investigador nacional. El número de investigadores nacionales es aún reducido, ya que apenas se cuenta con 14 599 personas, pero si se suman los

MÉXICO: CORRELACIÓN ENTRE CONCENTRACIÓN DE CAPACIDADES PRODUCTIVAS E INDUSTRIAS DE MEDIA Y ALTA TECNOLOGÍA (PORCENTAJES)

Participación del valor agregado nacional de industrias de media-alta y alta tecnología



Fuente: elaboración propia con base en datos de INEGI, Censos Económicos 2004.

investigadores en instituciones de educación superior no reconocidos por el sistema y aquellos en empresas públicas y privadas, podrían ser alrededor de 48 000.⁴ México está en desventaja con algunos de sus principales competidores, como Corea, que cuenta con 199 990; China, con 1 223 756; Taiwan, con 95 176, y Estados Unidos, con 1 332 397. La meta debería ser alcanzar el mismo número de investigadores por millón de personas de sus principales competidores, que de acuerdo con los datos del Banco Mundial en 2006 sería de 460 para Brasil y México, de 833 para Chile, de 926 para China y de 4 162 para Corea.⁵ En escala territorial, la base de investigadores se ha concentrado en el Distrito Federal; sin embargo, poco a poco se ha dispersado y el número de investigadores de las entidades federativas se ha elevado. En la gráfica 2 se observa cómo se realizó esta dispersión de 2002 a 2008.

Otro elemento central en la construcción de insumos innovadores por parte del Estado ha sido el gasto en investigación y desarrollo que el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) ejerció en escala territorial. El crecimiento de este presupuesto fue lento, derivado de la necesidad de construir acuerdos interinstitucionales que permitieran complementar el restringido presupuesto destinado a la ciencia y a la tecnología en el país. Además de las tareas que realizaba el Conacyt,

como eran el otorgamiento de las becas y los estímulos a los investigadores nacionales, en el presente decenio se pusieron en marcha varios programas específicos:

- Programa Avance. Su objetivo es promover la identificación de oportunidades y la creación de negocios basados en la explotación de desarrollos científicos o tecnológicos, con nueve modalidades diferentes. De 2003 a 2006 se formalizaron 126 proyectos, con un apoyo total de 302 millones de pesos.

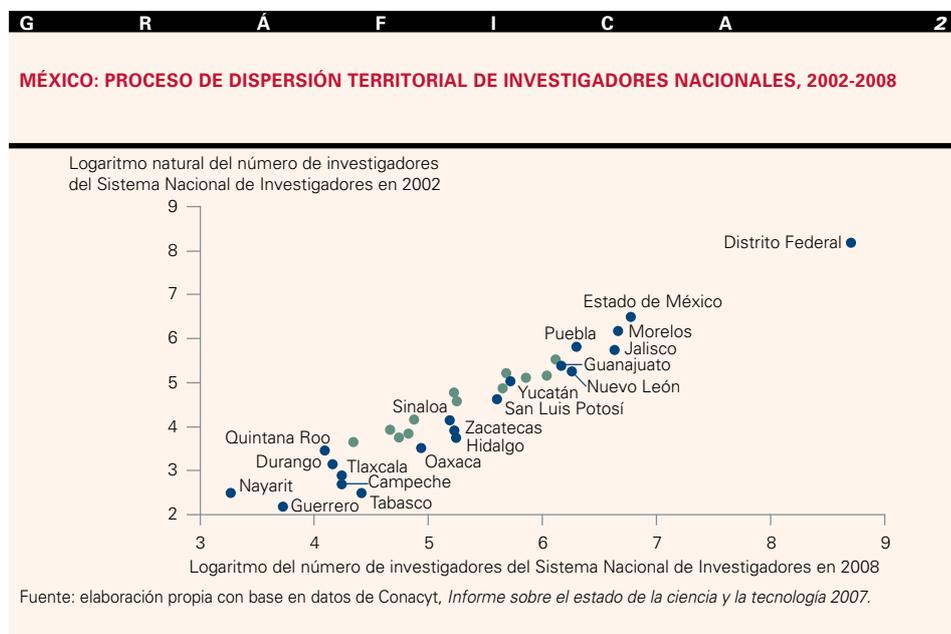
- Fondos mixtos. Creados como un instrumento de apoyo para el desarrollo científico y tecnológico estatal y municipal, por medio de un fideicomiso constituido con aportaciones del gobierno del estado o municipio y el gobierno federal. En el periodo de 2002 a 2007, los montos fideicomitados sumaron 2 252 millones de pesos y las aportaciones comprometidas, 2 312 millones, lo que en conjunto dio un total de 4 564 millones de pesos, con un promedio anual de 760 millones.

- Programas sectoriales. A este esfuerzo se sumó el acuerdo para formar fideicomisos con las entidades de la administración pública federal para destinar recursos a la investigación científica y al desarrollo tecnológico en el ámbito sectorial correspondiente. Los fideicomisos se tienen con las siguientes instituciones: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat), Comisión Nacional Forestal (Conafor), Comisión Nacional de Fomento a la Vivienda (Conafovi), Comisión Federal de Electricidad (CFE), Comisión Nacional del Agua (CNA), Aeropuertos y Servicios Auxiliares (ASA), Secretaría de Marina (Semar), Secretaría de Agricultura, Ganadería,

Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa), Secretaría de Desarrollo Social (Sedesol), Secretaría de Salud, Instituto Nacional de las Mujeres (Inmujeres), Secretaría de Gobernación (Segob), el Fondo de Innovación Tecnológica con la Secretaría de Economía y el Fondo de Ciencia Básica con la Secretaría de Educación. Desde 2002 hasta mediados de 2008 se han comprometido recursos por 5 744 millones de pesos, se han aportado 5 013 millones y se han aprobado

4. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, *Main Science and Technology Indicators 2008-1*, 2008.

5. Banco Mundial "World Development Indicators" <<http://ddp-ext.worldbank.org/ext/DDPQQ/report.do?method=showReport>>.





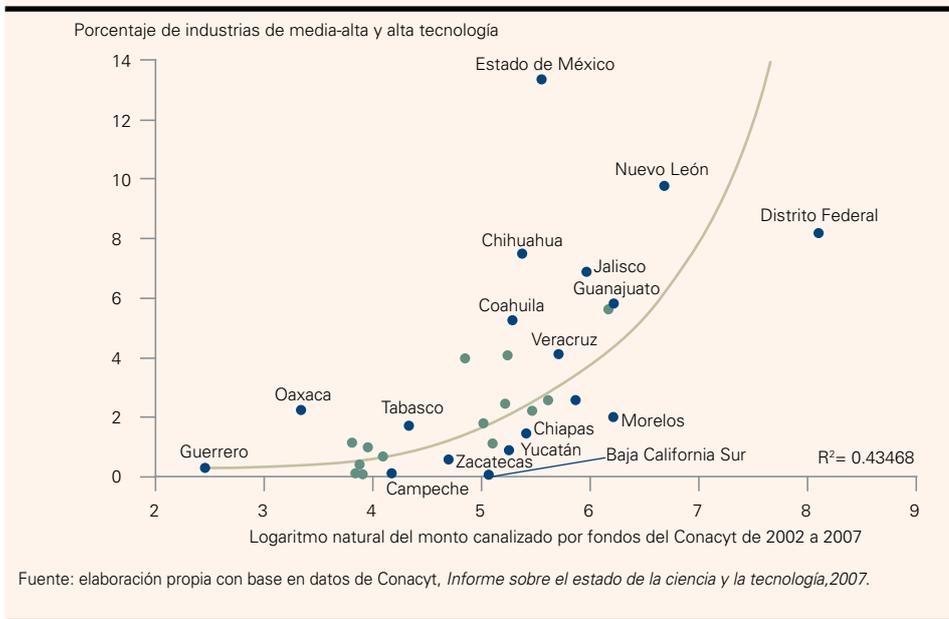
ciones y Marcas, y en 1991 se publicó la Ley de Fomento y Protección de la Propiedad Industrial, en cuyo séptimo artículo se establece la creación de una institución especializada que brindará apoyo técnico a la Secretaría de Economía en la administración del sistema de propiedad industrial. El 10 de diciembre de 1993 se publicó en el *Diario Oficial de la Federación* el decreto por el que se crea el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI). A partir de ese decreto y durante los casi cuatro años y medio siguientes de operación del Instituto, se registraron importantes avances, así como diversas modificaciones en su operación, ya que desde agosto de 1994, en virtud de las reformas a la Ley de Fomento y Protección de la Propiedad Industrial, el Instituto es la autoridad administrativa en la materia. Además, en la Ley Federal de Derechos de Autor, publicada en el *Diario Oficial de la Federación* el 24 de diciembre de 1996, hay un capítulo denominado “De las infracciones administrativas en materia de comercio”, que señala al IMPI como autoridad administrativa en la materia. Todo esto indica un modelo de propiedad industrial que sin lugar a dudas ha llevado a un incremento de la innovación.

4 768 millones de pesos. En total, los recursos aportados por estos fondos desde su constitución han sido de 10 000 millones de pesos y han contribuido a reforzar las tendencias geográficas hacia aglomeraciones de media-alta y alta tecnología, tal como se muestra en la gráfica 3.

A lo anterior se suma la construcción de un sistema de protección de la propiedad industrial. En 1942 se publicó la primera ley que contiene en un solo ordenamiento disposiciones de patentes y marcas; en 1987 se reformó y adicionó la Ley de Inven-

G R Á F I C A 3

MÉXICO: CORRELACIÓN ENTRE RECURSOS OTORGADOS E INTENSIDAD TECNOLÓGICA



El esfuerzo del sector público ha sido clave para reconfigurar la geografía de la innovación en México. Su acción ha transformado la calidad del capital humano, ha constituido un sistema nacional de investigadores, por medio de sus recursos, ha ampliado la cantidad de proyectos asociados a la ciencia y la tecnología y ha incentivado a los agentes económicos a un mayor registro de patentes en el territorio.



LA MUNDIALIDAD Y LA CREACIÓN DE REDES INNOVATIVAS

Un elemento clave en la creación de núcleos de innovación en México ha sido, sin lugar a dudas, el efecto que ha tenido la inversión extranjera para crear regiones de aprendizaje vinculadas a la economía mundial. Esta generación de redes mundiales se ha concentrado en ciertas entidades federativas en el periodo de 2004 a mediados de 2008: el Distrito Federal y su entorno (el Estado de México y Puebla), las entidades fronterizas (Baja California, Sonora, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas) y Jalisco. Los flujos acumulados de inversión extranjera en manufacturas en estas entidades federativas explican 95% del total, y 50% se orienta a la media-alta y alta tecnología. Hay una alta correlación entre los flujos de inversión y la conformación de industria de media-alta y alta tecnología, lo que muestra que la formación de redes mundiales contribuye a la cons-

trucción, en el territorio, de capacidades productivas con alto contenido tecnológico.

Las redes de innovación en escala regional se han conocido gracias al Registro Nacional de Instituciones y Empresas Científicas y Tecnológicas, que constituye el padrón nacional de instituciones y empresas vinculadas a la investigación científica, el desarrollo tecnológico, la innovación y la formación de recursos humanos de alto nivel en el país. El registro es de carácter autodeclarativo, es decir, son las instituciones y empresas las que aportan su información; a su vez forma parte del Sistema Integrado de Información sobre Investigación Científica y Tecnológica (SIICYT), con el cual se conoce el estado de la ciencia y la tecnología en escala nacional para la toma de decisiones, tanto de inversión como del desarrollo del país. En la actualidad se cuenta con un registro de 4 107 entidades, de las cuales 71.5% son empresas, 11.6% instituciones privadas no lucrativas, 9.8% instituciones de enseñanza superior, 2.4% instituciones y dependencias de la administración pública y 1.9% centros de investigación. Aun cuando la cantidad de instituciones registradas es amplia, se concentran en 10 entidades federativas, que absorben tres cuartas partes del total (Distrito Federal, Nuevo León, Guanajuato, Jalisco, Estado de México, Sonora, Querétaro y Puebla). Esto refuerza la hipótesis de que el proceso de la innovación se vincula a procesos de concentración espacial.



**LOS PILARES DE LA INNOVACIÓN:
ÍNDICE PARA MONITOREAR LA GEOGRAFÍA
DE LA INNOVACIÓN**

De la discusión anterior se desprende que los pilares de la innovación a escala regional pueden sintetizarse en: la construcción de capacidades productivas, la contribución del Estado al avance de insumos innovadores y la creación de redes de innovación.

A partir de estos pilares se propuso construir un índice que permitiera monitorear el potencial de innovación de las entidades federativas. Se describen las variables seleccionadas en cada uno de los pilares:

- *Construcción de capacidades productivas (CCP)*. En este caso se consideró que la variable que refleja mejor el desempeño del perfil tecnológico de la acumulación de capital de las entidades federativas es el porcentaje de valor agregado de las industrias de tecnología media-alta y alta.

- *Contribución del Estado al avance de insumos innovadores (CEDIN)*. Las variables clave que se consideraron en este grupo fueron: las instituciones de educación superior, los investigadores nacionales, los desembolsos de los fondos del Conacyt y las patentes por entidad federativa.

Para medir el efecto se consideró a las instituciones de educación superior registradas por el Sistema Integrado de Información sobre Investigación Científica y Tecnológica por entidad federativa en 2007.

Respecto a los investigadores nacionales, se consideró la distribución territorial después de darse a conocer los resultados de la convocatoria del Sistema Nacional de Investigadores de 2008; en este caso se tuvo en cuenta que, aunque la cantidad en números absolutos de investigadores es importante, conviene identificar las sinergias que hay o que se puedan dar dentro de las entidades. La concentración de investigadores en una zona geográfica relativamente cercana (una misma ciudad) potencializa las capacidades individuales al haber más posibilidades de interacción y de comunicación directa entre ellos, en comparación con las que tendrían si estuvieran dispersos. De igual modo, los efectos positivos son mayores si en esta misma área geográfica los investigadores son de la misma área de conocimiento, en comparación con los que tendrían si pertenecieran a distintas disciplinas. Así, el indicador de concentración de investigadores tiene en cuenta el número de ellos en una entidad federativa, potencializado por la cercanía geográfica de éstos y la mayor especialización en una misma área de conocimiento.

En materia de promoción al crecimiento de proyectos de ciencia y tecnología, se consideró el monto acumulado de recursos aprobados en el estado, desde la creación de los fondos Conacyt en 2002 y hasta 2008.

Por último, en este apartado se incorporó la tarea de protección de la propiedad industrial por medio del monto acumulado de patentes otorgadas en escala territorial de 1996 a 2007.

- *Creación de redes innovadoras (RI)*. Para este caso se consideró el peso de la inversión extranjera en la formación de redes mundiales de valor agregado, para lo cual se clasificaron los flujos de inversión extranjera por tipo de tecnología, se seleccionaron los dirigidos a sectores de alta y media-alta tecnología y se ponderaron por el peso relativo que representan en escala nacional, para el periodo de 2004 a 2008. También se consideraron aquellas empresas registradas en el Reniecyt (Registro Nacional de Instituciones y Empresas Científicas y Tecnológicas), que constituye el padrón nacional de instituciones y empresas vinculadas a la investigación científica, el desarrollo tecnológico, la innovación y la formación de recursos humanos de alto nivel en el país.

A partir de estas variables se procedió a calcular un índice de potencial de innovación por entidad federativa, para lo cual se partió del concepto de que se requieren ambientes innovadores y, por lo mismo, era necesario combinar los efectos de los pilares anteriores. Para calcular el índice de competitividad basada en la innovación,





se siguió la metodología de medias recortadas, normalizando los valores de las variables por la diferencia entre el valor máximo y el mínimo.⁶ Una vez que se normalizaron todas las variables se elaboró un promedio, del cual se derivó el índice potencial de innovación a nivel estatal (IPINE); de acuerdo con este índice se dio un rango a cada una de las entidades federativas. Para cada una de estas variables se tomó un valor de 0 (en caso de tener un nivel nulo) y un valor de 1 (cuando su concentración es muy elevada). Así, el IPINE es el resultado de un promedio simple de estas características:

$$\text{IPINE} = \frac{1}{3}(\text{CCP}) + \frac{1}{3}(\text{CEDIN}) + \frac{1}{3}(\text{RI})$$

6. El valor máximo tomado como referencia para el método de medias recortadas fue el resultante de eliminar el valor superior para evitar problemas de subvaloración en el resto de los datos. Así, el valor máximo de referencia es el segundo mayor de los datos.

Un IPINE muy cercano a 1 indica que cierta región o área geográfica tiene una concentración importante de empresas, un alto número de investigadores y que su promedio de patentes otorgadas es elevado. En cambio, cuando el índice es muy pequeño o cercano a 0, indica la carencia o disponibilidad limitada de alguna de estas características. El cuadro 3 resume la posición que ocupa cada entidad en cada una de las tres características anteriores e indica el resultado obtenido en el índice.

Los resultados muestran que las entidades con mayor capacidad de innovación han sido aquellas en donde se observan economías de aglomeración, lo que les ha permitido generar economías de escala y con ello abrir un espacio para la innovación. Asimismo, los estados con un potencial más importante han sido aquellos donde la contribución del Estado a la formación de insumos innovadores ha sido más relevante, lo que ha correspondido a un patrón de vinculación con redes internacionales de innovación por medio de la inversión extranjera.

MÉXICO: ELEMENTOS DEL ÍNDICE DE POTENCIAL DE INNOVACION A NIVEL ESTATAL (IPINE)

| Entidad | 1) Construcción de capacidades productivas | 2) Contribución del Estado a la creación de insumos innovadores | 3) Redes innovativas | Lugar | Índice potencial de innovación en escala estatal |
|---------------------|--|---|----------------------|-------|--|
| Distrito Federal | 3 | 1 | 1 | 1 | 0.7944 |
| Estado de México | 1 | 2 | 5 | 2 | 0.7352 |
| Nuevo León | 2 | 3 | 2 | 3 | 0.6553 |
| Jalisco | 5 | 5 | 3 | 4 | 0.5384 |
| Guanajuato | 6 | 8 | 4 | 5 | 0.4230 |
| Puebla | 7 | 4 | 10 | 6 | 0.4028 |
| Chihuahua | 4 | 16 | 6 | 7 | 0.3884 |
| Coahuila | 8 | 11 | 7 | 8 | 0.2938 |
| Morelos | 17 | 6 | 13 | 9 | 0.2739 |
| Veracruz | 10 | 7 | 14 | 10 | 0.2659 |
| Baja California | 9 | 10 | 9 | 11 | 0.2589 |
| Querétaro | 12 | 9 | 11 | 12 | 0.2137 |
| Sonora | 13 | 14 | 8 | 13 | 0.2107 |
| Tamaulipas | 11 | 17 | 15 | 14 | 0.2046 |
| San Luis Potosí | 16 | 15 | 17 | 15 | 0.1562 |
| Hidalgo | 14 | 23 | 16 | 16 | 0.1355 |
| Michoacán | 21 | 13 | 18 | 17 | 0.1348 |
| Aguascalientes | 19 | 27 | 12 | 18 | 0.1208 |
| Chiapas | 20 | 19 | 23 | 19 | 0.1118 |
| Yucatán | 24 | 18 | 20 | 20 | 0.1094 |
| Oaxaca | 15 | 26 | 24 | 21 | 0.0999 |
| Tabasco | 18 | 22 | 22 | 22 | 0.0971 |
| Sinaloa | 25 | 20 | 19 | 23 | 0.0925 |
| Guerrero | 28 | 12 | 31 | 24 | 0.0888 |
| Durango | 23 | 28 | 21 | 25 | 0.0675 |
| Tlaxcala | 22 | 32 | 27 | 26 | 0.0519 |
| Zacatecas | 26 | 25 | 28 | 27 | 0.0515 |
| Colima | 27 | 24 | 25 | 28 | 0.0514 |
| Baja California Sur | 32 | 21 | 30 | 29 | 0.0439 |
| Quintana Roo | 30 | 30 | 26 | 30 | 0.0341 |
| Campeche | 31 | 29 | 29 | 31 | 0.0319 |
| Nayarit | 29 | 31 | 32 | 32 | 0.0221 |

Fuente: elaboración propia con base en INEGI, *Censos Económicos 2004*.

ELEMENTOS PARA UNA AGENDA DE INNOVACIÓN ESTATAL

El índice de potencial de innovación en escala estatal puede tener diferentes aplicaciones, entre otras, definir las regiones de acuerdo con su grado de innovación, con lo cual se puede determinar el tipo de intervención que debe realizar la política pública para apoyar una agenda de innovación tecnológica. En el mapa se establece un

esquema de las diversas regiones de México, el cual define desde las regiones críticas donde se requiere la promoción por parte del Estado, hasta las regiones que son de alto potencial de innovación, donde los indicadores utilizados tienen una mayor representatividad, por lo mismo, se pueden considerar regiones donde la intervención pública puede desempeñar un papel de coordinación con menor apoyo presupuestario.

Esta geografía de la innovación da cuenta de las disparidades entre las diversas regiones del país y la necesidad de cambiar el paradigma de competitividad basado en costos, por uno de innovación mediante una agenda público-privada. La agenda podría tener como punto de partida los pilares de la innovación. A continuación se discuten algunos puntos que podrían considerarse en esta perspectiva.

En primer lugar, el proceso de innovación se asocia con la ampliación de capacidades productivas, para lo que se requiere avanzar en dos direcciones. Con este fin se debe estructurar una política industrial que dirija la inversión hacia sectores clave, de modo que se promuevan estructuras económicas de mayor valor agregado —como es

el caso de ciertas aglomeraciones promovidas desde principios de siglo, como son: autopartes, electrónica, programas de computadora, biotecnología y aeronáutica—. Para lograr este propósito se debe establecer una área de prospectiva industrial en alguna parte del gobierno federal, la cual permita orientar la inversión del sector privado hacia nuevos nichos de industrialización. A su vez, se debe alentar que el sector privado

establezca sus propios centros de investigación y desarrollo para realizar innovaciones de proceso y de producto, de manera que esto les permita aumentar su rentabilidad. Sin embargo, se debe estar consciente de que esta tarea requiere de inversión adicional, por lo que para apoyar este esfuerzo se podría pensar en establecer centros de investigación y desarrollo (ID) conjuntos en ciertas aglomeraciones (parques industriales) clave del país. En este sentido, lo que se requiere es promover en el sector privado la idea de que es rentable contar con un centro propio de ID. En palabras de Pietrobelli y Rabellotti, la intención es elevar la eficiencia colectiva del sector industrial.⁷

El acompañamiento que debe realizar el Estado en este impulso de la inversión privada es clave, ya que en la primera fase de ingreso a la sociedad del conocimiento es necesario contar con una amplia infraestructura que potencie la inversión privada, por lo cual se debe considerar una alianza estratégica entre ambos sectores. La tarea pública es clave en varias áreas; la primera de ellas es, tal vez, continuar ampliando la formación de capital humano para la investigación; para ello es necesario incrementar el porcentaje de la población con estudios de educación media superior y superior, para lograr al menos que en el segundo decenio del siglo se cuente con la mitad de la población mayor de 15 años en esa condición. También se requiere que en este horizonte haya al menos 4 000 investigadores por cada millón de habitantes, tal como acontece en Corea, que ha logrado acercarse a los niveles prevaletentes en Estados Unidos.

En materia de inversión en investigación y desarrollo, es necesario llegar a la meta de inversión pública de al menos 1% del producto interno bruto (PIB), lo que garantizará recursos suficientes para una permanente promoción de la innovación, por medio del apoyo de proyectos estratégicos. Ante la escasez de recursos del sector público, es prioritario que el sistema de pro-

MÉXICO: POTENCIAL DE INNOVACIÓN POR REGIONES



Fuente: elaboración propia con base en datos de INEGI, *Censos Económicos 2004*.

moción sea eficaz en la vinculación de sistemas estatales y regionales de innovación, además de evitar que se continúen dispersando los apoyos en proyectos aislados. Los proyectos estratégicos requieren, en esta perspectiva, ser compatibles con un modelo de política industrial que permita tener una visión de largo plazo. En este sentido, es necesario plantear panoramas de al menos 20 o 30 años, ya que los procesos necesitan madurarse poco a poco. Esta perspectiva de largo plazo es lo que ha permitido a las economías del este asiático dar un brinco cualitativo en su planeación industrial; el caso más paradigmático ha sido la República de Corea, que ha establecido un sistema nacional de innovación, con la promoción de sectores estratégicos como los de los astilleros, los semiconductores, la electrónica y la telefonía celular, entre otros. En esta prospectiva será necesario identificar con exactitud el momento en que se requiere de apoyos adicionales y cuándo se deben retirar, cuestión que no ha sido analizada en el modelo actual. Todo esto permitirá estructurar un marco de planeación estratégica para la ciencia y la tecnología fundamentado en un incremento dirigido de las capacidades productivas en el sector manufacturero.

Otro punto clave de apoyo del sector público es el financiamiento de los proyectos de corte tecnológico; en este sentido, es necesario superar las modalidades tradicionales para promover el fondeo de las empresas. En el resto del mundo se han establecido instrumentos de

7. C. Pietrobelli y R. Rabellotti, *Upgrading to Compete. Global Value Chains, Clusters, and SMEs in Latin America*, Harvard University Press, Cambridge, Mass., 2006.



mercado muy complejos, como son los fondos de capital de riesgo que han permitido un financiamiento adecuado de este tipo de proyectos. Estos instrumentos no son nuevos, ya que en diferentes modalidades a lo largo del siglo XX financiaron el surgimiento de proyectos innovadores en diferentes industrias, como la automovilística, de telecomunicaciones, eléctrica-electrónica, de computación y programas de computadora, aeroespacial y biotecnología, entre otras. Un punto clave en este debate es sustituir con lentitud los viejos instrumentos por aquellos que permitan una fácil expansión de las industrias innovadoras.

Por último, en la construcción de una visión estratégica es necesario que el esquema de redes se lleve a cabo de manera más amplia, además de negociar con la inversión extranjera proyectos que contribuyan a las metas más amplias de la innovación, y no sólo dejar que el proceso sea dominado por el mercado. La clave para la innovación es, en definitiva, el establecimiento de diálogos entre todos los agentes, para que se imaginen los espacios de rentabilidad que darán lugar a la innovación. El reto es transformar la economía nacional a partir de un cambio del paradigma de costos por uno de innovación. ◀CE

De igual manera, el sector público requiere un proceso interactivo de las capacidades productivas con el sistema de investigación y desarrollo, mediante la vinculación universidad-empresa, que hasta la fecha es muy débil, sobre todo en el ámbito local. Por ello es necesario inducir desde el Estado este tipo de vinculaciones, por medio de la creación de mesas de diálogo entre todos los agentes involucrados en investigación y desarrollo en escala regional. La propuesta fundamental radica en acelerar el proceso de difusión del conocimiento, pero en un marco eficaz de protección de la propiedad industrial, ya que es necesario que los inventores gocen de un periodo de explotación de su innovación, que les genere una renta para asegurar la recuperación de la inversión y que haga rentable la invención. Por tanto, se requiere reforzar el sistema de propiedad intelectual en el país en cada una de las regiones.