

## POLOS DE INNOVACIÓN EN MÉXICO: CARACTERIZACIÓN Y PERSPECTIVAS

Leonel Corona Treviño\*

### INTRODUCCIÓN

El estudio exploratorio Indico<sup>1</sup> de 100 empresas innovadoras muestra que se encuentran concentradas geográficamente en las grandes ciudades —México, Guadalajara y Monterrey— y en algunas ciudades medias —Ensenada, Cuernavaca, Querétaro.<sup>2</sup>

Se propone el término de polo de innovación para caracterizar las variables que explican la concentración espacial de empresas innovadoras.

La definición, que es la introducción al mercado de un nuevo producto o proceso en un espacio geográfico específico, permite calificar de nivel internacional, nacional o local las innovaciones referidas. Ello lleva a situar el desarrollo de los polos de innovación en México respecto a lo que sucede en otros países: Estados Unidos, Canadá, países europeos, Japón, Sudeste Asiático y Brasil.

Los resultados permiten caracterizar el perfil de los polos de innovación por ramas y cadenas de innovación y por etapas de desarrollo de los polos.

Se propone un método para evaluar la capacidad de innovación respecto a las nuevas tecnologías de acuerdo con un patrón institucional de presencia de empresas y redes económicas de base tecnológica (EBT), y su orientación hacia incubadoras.

\* Profesor-investigador de la División de Estudios de Posgrado, Facultad de Economía, UNAM.

<sup>1</sup> Indico (Innovación, Difusión y Competitividad), patrocinado por la DGAPA-UNAM, se realizó de julio de 1993 a junio de 1996 con objeto de detectar y caracterizar el perfil de 100 empresas innovadoras en México.

<sup>2</sup> Las poblaciones de las ciudades medias consideradas son: Ensenada (260 000), Tijuana (747 000), Mexicali (601 000), Querétaro (456 000), Cuernavaca (281 000). Para las ciudades grandes, Guadalajara (1 650 000) y Monterrey (1 069 000). Para el DF (8 235 000) al que se suman las áreas conurbadas del estado de México, *IX Censo General de Población y Vivienda*, INEGI, 1990.



parques científicos, centros de investigación, formación de capital de riesgo y mecanismos de financiamiento y de promoción de la innovación.

Los resultados permiten formular algunos criterios de política regional de innovación tecnológica y de apoyo a la creación y fortalecimiento de los polos de innovación.

### LAS TEORÍAS ECONÓMICAS DE LA INNOVACIÓN

Son recientes las propuestas de considerar endógena, la tecnología, es decir, explicada por las condiciones económicas de la producción. En efecto, las teorías económicas se limitan en dos sentidos: uno, enfocan algún aspecto de la tecnología: la maquinaria, la división del trabajo, el cambio técnico, el desarrollo tecnológico; y dos, dichos aspectos se consideran dados, es decir, externos al sistema económico. Así por ejemplo, las teorías neoclásicas explican el crecimiento económico en función de factores de producción y el residuo lo refieren al cambio técnico.

El interés por conocer las variables económicas que explican la tecnología radica en su creciente importancia en la competitividad a nivel de personas, empresas, regiones, países y áreas geográficas. Sin embargo, las formas y grados de explicación económica de la tecnología conllevan dificultades de definición y medición.

La aceleración contemporánea de la tecnología se expresa en innovaciones, las cuales se refieren a nuevos productos, procesos o servicios. Estos pueden incluso generar nuevas ramas productivas, como es el caso de los semiconductores dentro de la electrónica. Ello se debe a que dichas innovaciones se han difundido a tal grado que son ampliamente visibles en los mercados. Por tanto las innovaciones, aunque se definen por la primera vez que se introducen al mercado, su importancia radica en el grado de amplitud y cobertura que alcanzan con su difusión en él.

Las empresas son el agente principal para la difusión de los productos en el mercado. En este orden de ideas, las empresas innovadoras integran la tecnología con el mercado. Los elementos que integran son, por un lado, los resultados, es decir las innovaciones, las cuales pueden ser detectadas por las patentes o información que atestiguan sobre su novedad y la

importancia relativa de sus mercados, y por otro, el dominio tecnológico de la empresa que incluye, tanto el esfuerzo expresado por las redes y vínculos de investigación y el porcentaje de recursos asignados a la investigación y el desarrollo en porcentaje de sus ventas, como la capacidad en infraestructura para la investigación y desarrollo de la empresa.<sup>3</sup>

Un aspecto importante de la definición anterior es que el esfuerzo de investigación y desarrollo se sustenta en actividades internas y externas a la empresa mediante vínculos con otras empresas y centros de investigación.

Los vínculos externos se realizan en dos contextos: uno, respecto a la naturaleza de las tecnologías que define cadenas de innovación, es decir, las relaciones entre áreas de la ciencia con los conocimientos tecnológicos y las ramas productivas de aplicación. Así las nuevas tecnologías definen las cadenas de la microelectrónica, telecomunicaciones y, en general, de la informática, la biotecnología, los nuevos materiales y las fuentes energéticas. Otro, las cadenas evolucionan en trayectorias tecnológicas de acuerdo con los espacios que posibilitan el conocimiento a partir de un estado de desarrollo de los medios, instrumentos y equipos, y las restricciones que imponen las condiciones socioeconómicas vigentes. Es decir, la trayectoria evolutiva normalizando los espacios tecnológicos y con ello disminuyendo las ganancias extraordinarias de acuerdo con el ciclo de maduración del producto.<sup>4</sup>

En general, el incremento de productividad se apoya en *a*) la escala por el aumento de lotes, tamaño de planta y especialización de la producción y *b*) en externalidades originadas en el contexto de la empresa. La escala se corresponde con el paradigma de producción masiva e intensiva en energía (segunda evolución industrial). Las economías por externalidades adquieren una importancia creciente con el nuevo paradigma de producción

<sup>3</sup> Los resultados, medidos por las innovaciones y el dominio tecnológico que comprende el esfuerzo y la capacidad de investigación y desarrollo, se han integrado en escalas numéricas mediante la elaboración del índice "indico".

<sup>4</sup> Las trayectorias tecnológicas se han definido en diversos sentidos. Dosi la define en relación con la evolución tecnológica dentro de un paradigma tecnológico. Nelson y Winter aportan el concepto de trayectorias naturales, en el sentido de las direcciones posibles del progreso.



de uso intensivo en información (revolución científico-tecnológica), por lo que las nuevas fuentes de productividad provienen de externalidades, tales como la diversificación productiva (economías de alcance) y economías de aglomeración.

Las economías de aglomeración se logran a través de disponibilidades para las empresas en una región, de fuerza de trabajo, insumos, servicios, posibilidades de subcontratación, fuentes de financiamiento y subsidios.

La economía de aglomeración surge por:

- a) la concentración de empresas en una rama [localización],
- b) el grado de urbanización que da acceso a un conjunto diverso de servicios, infraestructura y mecanismos de fomento.
- c) redes que enlazan oportunidades regionales y globales con las condiciones locales de producción.<sup>5</sup> Las redes permiten que diferentes regiones interactúen propiciando las condiciones de acceso a la información tecnológica con lo que se establecen relaciones que complementan la aglomeración.

Las economías de aglomeración específicas para los polos de innovación se refieren, primero, al acceso a fuentes de información tecnológica, personal capacitado para la I y D (investigación y desarrollo), relaciones con instituciones de investigación que apoyan la investigación interna de las empresas, incubadoras y parques de empresas de base tecnológica y, segundo, a formas de canalización de recursos de acuerdo con los riesgos de desarrollo y la innovación tecnológica.

Teóricamente es posible plantear un ciclo de aglomeración con las etapas de despegue, crecimiento y maduración. En efecto, es necesario detectar las condiciones de inicio de las economías de aglomeración (localización, urbanización y redes) para la innovación que propician la creación o la atracción de las EBT. Conforme aumenta el número de empresas se fortalecen las economías de localización o concentración. Entonces se puede considerar que los polos de innovación pueden estar en su etapa de despegue, crecimiento, maduración (o decadencia) de acuerdo con el ritmo de incorporación (diferencia de entradas y salidas) de EBT al polo de innovación.

<sup>5</sup> Un resumen sobre los conceptos se encuentra en la reseña del artículo de Moulaert *et al.*, 1995, elaborada por Alfredo Álvarez.

Desde el punto de vista del perfil productivo del polo, éste puede basarse en nuevas industrias ligadas a cadenas de innovación, o bien encontrarse en un proceso de reconversión industrial, en ambos casos con distintos niveles de estandarización de las trayectorias tecnológicas de las ramas respectivas.

#### POLOS DE INNOVACIÓN EN MÉXICO

El término "polos de innovación" se refiere a un espacio geográfico donde existe un número importante de empresas de base tecnológica (EBT), las cuales pueden estar apoyadas por incubadoras de empresas, parques científicos, centros de investigación, universidades y un conjunto de diversas instituciones relacionadas con la formación tecnológica, consultoría, firmas de ingeniería, y con la producción industrial y de empresas de servicios, así como mecanismos de financiamiento, que participan de alguna manera en las actividades de investigación y desarrollo y en los procesos de invención, innovación y difusión de nuevos productos, servicios y procesos productivos.

Se han detectado dos tipos de polos de innovación: uno en las grandes ciudades (ZMCM, Guadalajara y Monterrey) y otro en algunas ciudades medias (de 200 000 habitantes) Ensenada, Querétaro y Cuernavaca.

Aunque los polos se definen por los lugares, su determinación incluye múltiples relaciones entre agentes e instituciones, algunas de las cuales son las partes complementarias de los procesos de innovación tecnológica y pueden estar fuera del espacio geográfico considerado.

#### LAS REDES, INSTITUCIONES DE INFORMACIÓN TECNOLÓGICA

Una de las causas principales para las redes tecnológicas desde las EBT es la división del trabajo de las actividades de investigación y desarrollo para la innovación entre las que se llevan a cabo interna y externamente entre la empresa. De manera general se puede considerar un mejor patrón cuando las actividades se llevan a cabo tanto interna como externamente. En el cuadro siguiente se observa que los polos de Ensenada,



Monterrey y ZMCM, tienen del orden del 20% de sus actividades compartidas. En otro extremo está Guadalajara con el 90% de las actividades internas a la empresa.

Para detectar los vínculos que apoyan las actividades de investigación y desarrollo de las EBT se consideran cuatro

CUADRO 1a

ACTIVIDAD DE I Y D. DISTRIBUCIÓN ENTRE ACTIVIDADES INTERNAS Y EXTERNAS A LA EBT PARA LA INNOVACIÓN.  
POLOS: CIUDADES GRANDES

Actividades de I y D	Guadalajara	Monterrey	ZMCM
1) Interna	0.90	0.61	0.60
2) Externa	0.03	0.18	0.20
12 Interna/externa	0.07	0.21	0.20
Total (núm.)	1(30)	1(28)	1(60)

CUADRO 1b

ACTIVIDAD DE I Y D. DISTRIBUCIÓN ENTRE ACTIVIDADES INTERNAS Y EXTERNAS A LA EBT PARA LA INNOVACIÓN.  
POLOS: CIUDADES MEDIAS

Actividades de I y D	Cuernavaca	Ensenada	Querétaro	Otras
1) Interna	0.69	0.73	0.72	0.80
2) Externa	0.18	0.05	0.22	0.40
12 Interna/externa	0.13	0.23	0.06	0.10
Total (núm.)	1(55)	1(22)	1(32)	1(10)

aspectos.<sup>6</sup> 1) los vínculos, 2) convenios institucionales de las EBT con centros de investigación, 3) sus niveles de intensidad de búsqueda de información tecnológica (se seleccionan los casos de búsqueda permanente) y 4) el nivel de formación del personal de investigación y desarrollo (se selecciona el personal que cuenta con posgrado).

<sup>6</sup> Cuestionario Índice sobre las características de las empresas innovadoras, DEPEF-UNAM, 1993.

El polo de Querétaro tiene los mejores indicadores, pues cuenta, en promedio, un vínculo y convenio con empresas. Respecto a la información científica y tecnológica y personal con posgrado, los mejores indicadores son para el polo de Ensenada.

Por instituciones de investigación, la UNAM representa 19 de los convenios reportados por las 110 EBT (197 en total), en

CUADRO 2

POLOS DE INNOVACIÓN EN MÉXICO.  
INTENSIDAD DE VINCULACIÓN DE LAS EBT POR EMPRESA DE BASE TECNOLÓGICA

	Vin	Con	Info	Posgrado
ZMCM	0.86	0.90	0.69	0.66
Guadalajara	0.77	0.85	0.69	0.38
Monterrey	1.00	0.83	0.92	0.58
Querétaro	1.00	1.00	0.85	0.62
Ensenada	0.82	0.73	1.00	1.00
Cuernavaca	0.93	0.79	0.66	0.72

Vin, Vinculación con centros de investigación  
Con, Convenios institucionales de I y D  
Info, Búsqueda permanente de información tecnológica  
Posgrado, personal con posgrado (maestría y doctorado) en I y D  
Fuente: Banco de datos Índice.

segundo lugar se encuentra el Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE) con 15 convenios, en tercero el ITESM con 9 y en cuarto el Cinvestav con seis.

Estas cuatro instituciones son las que protagonizan la incipiente creación de EBT en México.

En el polo de Cuernavaca el IIE es el centro principal de los convenios de las empresas, y en segundo la UNAM. Esto permite afirmar que la ZMCM es una área complementaria del polo de Cuernavaca.

Otros centros protagonistas en los polos de innovación son el ITESM para Monterrey, la Universidad Autónoma de Guadalajara para Guadalajara y el CICESE para Ensenada.

Considerando el índice de concentración relativo a las primeras cuatro instituciones protagonistas en cada polo, Monterrey es el más concentrado (68%), en segundo lugar Cuernavaca (48%)

CUADRO 3

POLOS DE INNOVACIÓN EN MÉXICO: CONVENIOS POR INSTITUCIONES  
INSTITUCIONES DE INVESTIGACIÓN

	UNAM	IE	ITESM	UAG	CINVESTAV	CICSE	UAM	INAP	UAEMOR	IPN
ZMCM	11	1		4		4				2
Guadalajara		1		4						
Monterrey			7				1	4		
Querétaro	3		2						3	
Ensenada					3					
Cuernavaca	5	13							3	2
Total	19	15	9	4	3	6	4	4	3	4

y Ensenada (47%). Los polos con una menor concentración son Querétaro y Guadalajara (30 por ciento).

CUADRO 4

CONCENTRACIÓN DE LOS CONVENIOS

	4 Inst. No.	Tot.	%4 Inst. No.
ZMCM	20	55	36
Guadalajara	7	23	30
Monterrey	13	19	68
Querétaro	10	34	29
Ensenada	7	15	47
Cuernavaca	23	48	48
Total	80	194	41

CADENAS Y EJES DE INNOVACIÓN

Las cien empresas innovadoras encuestadas se agrupan en cuatro cadenas de innovación: informática y biotecnología (70%) y con menor número de empresas, materiales y ecocenergía (30 por ciento).

La localización de las cadenas de innovación muestra una cierta orientación de acuerdo con ciertos ejes, los cuales relacionan los polos de innovación:

Primero el eje Cuernavaca Guadalajara abarca el 94% de las empresas de ecocenergía.

CUADRO 5

CADENAS DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA

	Ramas	Num.	Est.	%
1. Informática	Electrónica	16	42	37
	Telecomunicaciones	5		
	Software	4		
	biotecnología	5	39	34
2. Biotecnología	Agricultura	14		
	Farmacéutica	8		
	Química	12		
	Nuevos materiales	2	24	21
3. Materiales equipo	Instrumentos	2		
	Equipo	12		
	Servicios Tecnológicos	8		
	Energía	7	10	9
4. Ecocenergía	Ecología	3		
	Total		115	100

Fuente: Proyecto INCO UNAM.

Segundo, la ZMCM, Monterrey y Querétaro integran el eje de la biotecnología (80 por ciento).

Tercero, el eje de la informática que vincula Cuernavaca, ZMCM y Ensenada (74 por ciento).

Cuarto, con menor concentración el eje de materiales (62%) entre los polos de Guadalajara, Ensenada y ZMCM.

CUADRO 6

CADENAS DE INNOVACIÓN

	1º polo				2º polo				3º polo				Total
	EBT	%	ZMCM	Ensenada	EBT	%	Monterrey	Oro.	EBT	%	ZMCM		
1. Informática	Cuernavaca	18	38		9	2	Ensenada	6	1				74
2. Biotecnología	ZMCM	16	41		8	2	Oro.	7	2				80
3. Ecocenergía	Cuernavaca	10	63		5	3	Guadalajara						94
4. Materiales-Equipo	Guadalajara	5	24		4	2	ZMCM	7	2				62

Fuente: Proyecto INCO.



## BIBLIOGRAFÍA

- Castells, Manuel y Peter Hall [1994], "Technopoles: mines and foundations of information economy", en *Technopoles of the World. The making of the 21<sup>st</sup> century industrial complexes*, Londres, Routledge.
- Develar E.J. [1991], *Regional economic analysis of innovatios and incubatios*, Avebury, 337 pp.
- Moulaert Frank, Faridah Djellal [1995], "Information technology consultancy firms: economies of agglomeration from a wide-area perspective", *Urban Studies*, vol. 323, núm. 1, pp. 105-122.

# DESCENTRALIZACIÓN, RECENTRALIZACIÓN Y NUEVOS PROCESOS INDUSTRIALES EN LA ZONA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MÉXICO

**Raúl Rodarte García\***

A lo largo de la historia la industria, como un medio de producción de bienes manufacturados, se ha transformado y con ella el espacio geográfico en el que se desarrolla, es decir la ciudad. David Smith [1981] señala que desde que se inician las ciudades industriales el hombre va transformando tanto las bases físicas de la ciudad como las comunicaciones esenciales en lugares de gran concentración humana.

Según Scott [1982] las variables que más influyen en la localización intraurbana y su dinámica son: la disponibilidad de mano de obra, los salarios y la infraestructura, pero otros como Estall y Buchanan [1980] señalan que la tecnología moderna flexible es uno de los factores que alteran significativamente el arreglo espacial de la producción.

Detrás de los desplazamientos industriales se encuentra la rentabilidad que le interesa sólo al empresario; pero el desarrollo económico nacional influye directamente en la evolución de los mercados y de las demandas individuales que son en última instancia la fuente de la riqueza empresarial.

Se puede pensar que los desplazamientos industriales son siempre sobre espacios "nuevos", pero en realidad lo que existe es una sustitución gradual de lo viejo por lo nuevo, en donde lo viejo sirve como base a lo nuevo, como un fenómeno ascensional en el cual se encuentran etapas de estancamiento y retroceso, los cuales siempre tienen una temporalidad sobre el espacio. En este sentido la localización industrial presenta etapas de industrialización-desindustrialización y reindustrialización.

Actualmente la industria muestra cambios muy intensos, los cuales se presentan con mayor fuerza debido a que la

\*Estudiante de doctorado en Geografía, Facultad de Filosofía y Letras e Instituto de Geografía, UNAM. Miembro del Seminario de Economía de la Ciencia y la Tecnología, UNAM.