

Estructura funcional de la red de ciudades de México



Consejo Nacional de Población

Dr. Alejandro Poiré Romero
*Secretario de Gobernación
y Presidente del Consejo Nacional de Población*

Emb. Patricia Espinosa Cantellano
Secretaria de Relaciones Exteriores

Dr. José Antonio Meade Kuribreña
Secretario de Hacienda y Crédito Público

Lic. Heriberto Félix Guerra
Secretario de Desarrollo Social

Lic. Juan Rafael Elvira Quesada
Secretario de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Lic. Francisco Mayorga Castañeda
*Secretario de Agricultura, Ganadería,
Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación*

Lic. Bruno Ferrari García De Alba
Secretario de Economía

Lic. Alonso Lujambio Irazábal
Secretario de Educación Pública

Mtro. Salomón Chertorivski Woldenberg
Secretario de Salud

Lic. Rosalinda Vélez Juárez
Secretaria del Trabajo y Previsión Social

Lic. Abelardo Escobar Prieto
Secretario de la Reforma Agraria

Mtro. Sergio Hidalgo Monroy Portillo
*Director General del Instituto de Seguridad
y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado*

Lic. Daniel Karam Toumeh
*Director General del Instituto Mexicano
del Seguro Social*

C. María Del Rocío García Gaytán
Presidenta del Instituto Nacional de las Mujeres

Dr. Eduardo Sojo Garza-Aldape
*Presidente del Instituto Nacional de Estadística
y Geografía*

Lic. Xavier Antonio Abreu Sierra
*Director General de la Comisión Nacional
para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas*

Lic. María Cecilia Landerreche Gómez-Morin
*Titular del Sistema Nacional
para el Desarrollo Integral de la Familia*

Lic. Gustavo Mohar Betancourt
*Subsecretario de Población, Migración
y Asuntos Religiosos*

Mtro. Félix Vélez Fernández Varela
*Secretario General del Consejo Nacional
de Población*

Secretaría de Gobernación

Dr. Alejandro Poiré Romero
Secretario de Gobernación

Lic. Obdulio Ávila Mayo
Subsecretario de Gobierno

Lic. Jorge Alberto Lara Rivera
Titular de la Unidad de Desarrollo Político

Mtro. Rubén Alfonso Fernández Aceves
Subsecretario de Enlace Legislativo

Lic. Felipe de Jesús Zamora Castro
Subsecretario de Asuntos Jurídicos y Derechos Humanos

Lic. Gustavo Mohar Betancourt
Subsecretario de Población, Migración y Asuntos Religiosos

Lic. Álvaro Luis Lozano González
Subsecretario de Normatividad de Medios

Lic. José Oscar Vega Marín
Oficial Mayor

Lic. Laura Gurza Jaidar
Coordinadora General de Protección Civil

Lic. Octavio Díaz García de León
Titular del Órgano Interno de Control

Secretaría General del Consejo Nacional de Población

Mtro. Félix Vélez Fernández Varela
Secretario General

Dra. Liliana Meza González
*Directora General de Planeación
en Población y Desarrollo*

Mtro. Víctor García Vilchis
*Director General de Estudios
Sociodemográficos y Prospectiva*

Mtra. María Antonieta Ugalde Uribe
*Directora General de Programas de Población
y Asuntos Internacionales*

Dr. Telésforo Ramírez García
*Director de Estudios Socioeconómicos
y Migración Internacional*

Mtro. Raúl Romo Viramontes
*Director de Poblamiento
y Desarrollo Regional Sustentable*

Mtro. Jorge A. Valencia Rodríguez
Director de Estudios Sociodemográficos

Mtro. Rafael López Vega
Director de Análisis Estadístico e Informática

Lic. María Silvia González Arellano
Directora de Cultura Demográfica

Mtro. Javier Arrambide Olvera
*Director de Coordinación Interinstitucional
e Intergubernamental*

Lic. Flavio Gutiérrez Reyes
Director de Administración

El Colegio Mexiquense, A.C.

José Alejandro Vargas Castro
Presidente

José Antonio Álvarez Lobato
Secretario General

María del Carmen Salinas Sandoval
Coordinadora de Investigación

Estructura funcional de la red de ciudades de México

■ —————
Carlos Garrocho Rangel



307.767207 Garrocho Rangel, Carlos
G2431e Estructura funcional de la red de ciudades de México / Carlos
Garrocho Rangel.--Zinacantepec, Estado de México: El
Colegio Mexiquense, A.C.: Consejo Nacional de Población:
Fondo de Población de las Naciones Unidas, 2012.
246 p.: il.
Incluye referencias bibliográficas

ISBN: 978-607-427-127-0

1. Red de Ciudades--México 2. Sistemas de ciudades--México
3. Ciudades--México--Investigación I. Consejo Nacional de
Población II Fondo de Población de las Naciones Unidas I. t.



Edición y corrección: Cynthia Godoy Hernández
Diseño y cuidado de la edición: Luis Alberto Martínez López
Formación y tipografía: Fernando Cantinca Cornejo, Xiomara Espinoza Velázquez
Ilustración de portada: *Oscuridad*, óleo s/tela, 120 x 100cm, 2000; autor: Manuel de Cisneros Soto (1970-).
Primera edición: 2012

D.R. © de la edición
El Colegio Mexiquense, A.C.
Ex hacienda Santa Cruz de los Patos s/n,
Col. Cerro del Murciélago,
Zinacantepec C.P. 51350, México, MÉXICO
Ventas: <ventas@cmq.edu.mx>
www.cmq.edu.mx

D.R. © propiedad de derechos de autor
Secretaría de Gobernación y/o Consejo Nacional de Población
Hamburgo núm. 135, Colonia Juárez
C.P. 06600, Delegación Cuauhtémoc, México, D.F.
www.conapo.gob.mx

Esta publicación contó con el apoyo
del Fondo de Población de las Naciones Unidas



Para fines de lucro queda prohibida la reproducción parcial o total del contenido de la presente obra por cualquier medio, sin contar previamente con la autorización del CONAPO titular de los derechos patrimoniales, en términos de la Ley Federal de Derechos de Autor, de los Tratados Internacionales de los que es México miembro. La persona que infrinja esta disposición se hará acreedora a las sanciones legales correspondientes.

Impreso y hecho en México/Printed and made in Mexico

ISBN: 978-607-427-127-0

Índice

Introducción	11
Capítulo 1. Elementos teóricos básicos	15
Introducción	17
1.1. Elementos teóricos básicos	19
1.1.1. Sistemas de ciudades: la visión tradicional	19
1.1.2. De los sistemas de ciudades a las redes de ciudades	25
1.1.3. La ciudad-región	36
1.1.4. Relación entre redes de ciudades e infraestructura	39
1.1.5. Definición de red de ciudades utilizada en este trabajo	41
1.1.6. Redes de ciudades: tipos principales	41
1.2. Propuesta técnica para develar la red de ciudades de México	48
1.2.1. Teoría de interacción espacial	48
1.2.2. Un modelo de interacción espacial para develar la estructura funcional de la red de ciudades de México	50
Conclusiones	53
Capítulo 2. La teoría de interacción espacial: fusión de enfoques teóricos para identificar la estructura funcional de redes de ciudades	57
Introducción	59

2.1. Premisas centrales y premisas subsidiarias	60
2.1.1. Premisas centrales	60
2.1.2. Premisas subsidiarias	63
2.2. Teoría espacial de la conducta del consumidor: el enfoque microeconómico	65
2.2.1. Utilidad, patrones de viaje y curvas de indiferencia	65
2.2.2. Patrones de viajes considerando ingresos limitados	67
2.2.3. Lo deseable y lo posible	69
2.2.4. Considerando cambios de precios	71
2.2.5. Precio de mercado y precio real: economía y espacio	74
2.3. Teoría de lugar central: el enfoque de la geografía clásica	76
2.3.1. Principales argumentos	76
2.4. Teoría de interacción espacial	81
2.4.1. Principales argumentos	81
2.4.2. Ventajas operativas	84
2.5. Conclusiones: la TIE, fusión de enfoques teóricos	87
2.5.1. Integración de la teoría del consumidor a la TIE	87
2.5.2. Integración de la TLC a la TIE	89
Capítulo 3. Un modelo de interacción espacial para identificar la estructura funcional de la red de ciudades de México: diseño, instrumentación y conclusiones experimentales	97
Introducción: una red de ciudades para cada propósito	99
3.1. Método general para definir la estructura funcional de las redes de ciudades	104
3.1.1. La singularidad de los indicadores de interacciones urbanas	105
3.1.2. La región funcional (o nodal)	105
3.1.3. Algunas características de los grafos lineales	106
3.1.4. Notación de matrices	107
3.1.5. Propiedades de las relaciones nodales entre ciudades	107
3.1.6. Dos teoremas	108
3.1.7. Asociaciones indirectas	109
3.1.8. Calculando asociaciones indirectas con la matriz adyacente	109
3.2. Jerarquía urbana: elemento central para definir la estructura funcional de las redes de ciudades	110
3.2.1. Jerarquía de ciudades según su población total en 2005	111

3.2.2. Jerarquía de ciudades según su población ocupada en 2003	111
3.2.3. Jerarquía de ciudades según el valor agregado de la producción en 2003	114
3.2.4. Comparación de las jerarquías de ciudades con los métodos de correlación de rangos de <i>Spearman</i> y de <i>Kendall</i>	116
3.2.5. Las ventajas de utilizar la población total como variable para definir la jerarquía urbana	118
3.3. Componentes para construir el modelo de interacción espacial	119
3.3.1. Atractividad de los destinos	119
3.3.2. Población que se puede mover desde los orígenes	121
3.3.3. Costos de transporte	122
3.3.4. Parámetro de la fricción de la distancia	124
3.4. Corridos experimentales para definir operativamente cada componente del modelo de interacción espacial	128
3.4.1. Correlación entre los resultados del modelo utilizando cuatro indicadores <i>proxy</i> de costos de transporte	128
3.4.2. La influencia del parámetro de la fricción de la distancia	130
3.4.3. Intento de mejora del indicador de atractividad	130
3.5. Aplicación experimental de la metodología de Nyusten y Dacey	134
3.5.1. Resultados	135
Conclusiones	140
Capítulo 4. Estructura funcional de la red y las subredes de ciudades de México	141
Introducción	143
4.1. Marco general para interpretar los resultados	145
4.1.1. ¿Qué son las ciudades en México?: Unikel, Ruiz y Garza en la segunda década del siglo <i>xxi</i>	145
4.1.2. Ventajas, limitaciones y áreas de oportunidad de mejora del estudio empírico	150
4.2. Principales rasgos del conjunto de ciudades de México	156
4.2.1. Diversidad de la magnitud de la población	156
4.2.2. Primacía y concentración en el conjunto urbano nacional	157
4.3. El modelo de interacción espacial	159
4.4. La Red Urbana Nacional con la <i>ZMVM</i>	161

4.5. La Red Urbana Nacional sin la ZMVM	166
4.5.1. Resultados del análisis sin el efecto eclipsante de la ZMVM	167
4.5.2. Población vinculada secundaria	171
Conclusiones	173
Conclusiones generales	177
Anexos	185
Anexo 1: Cuadros de resultados	187
Anexo 2: Cómo instrumentar “paso a paso” un modelo de interacción espacial restringido en el origen como el que se utiliza en este trabajo	227
Fuentes consultadas	233

Introducción

EL OBJETIVO DE este trabajo es develar la estructura funcional de la red de ciudades de México, con el propósito de impulsar el desarrollo social. Esto es, revelar una red orientada a la distribución socioespacial más eficiente y equitativa de bienes y servicios públicos y privados, fundamentales para ampliar las oportunidades de desarrollo social de la población del país.

Este trabajo parte de una premisa central: no existe una red de ciudades *única*, sino una red de ciudades para *cada propósito* de planeación o de política tanto pública como privada. Esto es claro si se entiende que una red de ciudades es tan sólo una clase de región nodal (o funcional) y que no existe una regionalización única, sino que se regionaliza en función de objetivos de planeación y política previamente establecidos. La definición de una red de ciudades no es un fin en sí mismo, sino un *medio* para apoyar el logro de ciertos *objetivos* de políticas públicas y privadas.

Así, la red de ciudades que aquí se devela no es la única que existe en el país, sino una que puede mejorar la distribución de bienes y servicios públicos y privados básicos para el desarrollo social del país. En este sentido, la red de ciudades de México que muestra este trabajo puede ser de utilidad para: *i.* apoyar decisiones de inversiones públicas y privadas, en términos de su *escala* y *localización* espacial, sectorial y temporal (en otras palabras: responder a la pregunta de dónde, en qué y cuándo realizar una cierta inversión); *ii.* diseñar estrategias para ajustar la distribución espacial de la población de acuerdo con

determinados objetivos de política (por ejemplo: fortalecer ciertas ciudades, reducir desequilibrios demográficos regionales o incluir determinados asentamientos en una red, entre muchos otros); *iii*. integrar más eficazmente el territorio (esto es: fortalecer ciertos vínculos interurbanos para generar efectos multiplicadores o mejorar el funcionamiento de mercados regionales), y *iv*. ofrecer elementos que permitan simular escenarios para evaluar *ex ante* decisiones de política e inversión (es decir: anticipar los efectos de políticas o inversiones públicas o privadas en la red de ciudades, antes de que efectivamente sean implementadas en la realidad).

En consecuencia, las interacciones urbanas fundamentales para este trabajo son las relacionadas con la *movilidad espacial de los consumidores* en el territorio nacional y en sus regiones. En este contexto, una mejor planeación de las redes de ciudades a escala nacional y regional podría:

- i*. *Aprovechar mejor las redes de ciudades* para ofrecer a la población bienes y servicios fundamentales para el desarrollo social, tanto públicos como privados (esto se asocia con la *localización espacial* de la oferta de bienes y servicios, de acuerdo con la cambiante distribución territorial de la demanda).
- ii*. Generar información estratégica para identificar las subredes de ciudades a escala regional, lo que es un insumo central para estimar la oferta y la demanda de bienes y servicios públicos y privados a esa desagregación espacial (esto permite definir la *escala* y la *localización sectorial* de las inversiones públicas y privadas que se requieren en cada subred de asentamientos).
- iii*. *Monitorear la evolución* de la red y las subredes de ciudades para reaccionar a tiempo (e incluso con anticipación) en función de los objetivos de política que se tengan establecidos (esto se asocia con la *oportunidad* de llevar a cabo inversiones públicas y privadas en el territorio; es decir, con la *localización temporal* de las inversiones).
- iv*. Generar insumos clave para *planear y ajustar la distribución espacial de la población* de acuerdo con las *posibilidades* de las subredes de asentamientos y con los *objetivos* de desarrollo nacional, regional y urbano (es decir, para apoyar el diseño de estrategias orientadas a *modificar la distribución espacial de la demanda*, de tal forma que sea *menos costoso* satisfacer sus necesidades y aspiraciones de bienes y servicios públicos y privados).
- v*. Fortalecer la *integración funcional del territorio*, que es imprescindible para generar efectos multiplicadores en toda la red, elevar la especialización de las ciudades, producir ventajas diversas entre los integrantes de la red, re-

ducir los costos de transacción, impulsar los intercambios tangibles (bienes y servicios) e intangibles (nuevas ideas, mejores prácticas) y, finalmente, incrementar la competitividad regional y urbana.

- vi. Ofrecer una imagen sistemática de la manera como se organizan funcionalmente las redes de ciudades del país y, por tanto, abrir oportunidades para intentar mejorar ese funcionamiento a partir de objetivos claros de política pública.

Estrategia de presentación

El texto se articula a partir de la siguiente estrategia: primero se recolectan los conceptos básicos más útiles para el análisis de las redes de ciudades y se define el concepto de red de ciudades que se utilizará en este trabajo, marcando con claridad sus ventajas respecto del concepto tradicional de sistemas de ciudades (Capítulo 1). Ésta es la plataforma más amplia en la que se sustenta el trabajo, porque es su soporte conceptual.

Luego se enfrenta el problema de traducir los conceptos en términos teóricos y operativos, que apoyen el diseño metodológico del análisis empírico (Capítulo 2). Esto se logra al descubrir cómo la teoría de interacción espacial (TIE) permite fusionar los enfoques teóricos más importantes para identificar la estructura funcional de redes de ciudades con propósitos de desarrollo social, y explicando cómo se pueden aprovechar los modelos derivados de la TIE para identificar, cuantificar y simular interacciones urbanas. Así, la suma de los argumentos presentados hasta ese punto del trabajo (capítulos 1 y 2) constituye el fundamento conceptual, teórico y operativo de este texto.

Lo siguiente es probar la fortaleza de este fundamento y traducirlo en un método viable para analizar empíricamente la red de ciudades de México (Capítulo 3). Para esto se diseña una metodología detallada que se somete de manera integral a múltiples pruebas experimentales con una muestra de 87 ciudades. Esto permitió identificar áreas de mejora, anticipar problemas, aclarar las limitaciones y ventajas del método, y justificar cada decisión metodológica y operativa. Este ejercicio tiene el objetivo adicional, que no es menor, de *transparentar* el método que se utilizó para develar la estructura funcional de la red de ciudades de México, con el fin de que pueda ser más fácilmente discutido, evaluado y, seguramente, mejorado en aplicaciones futuras.

Con esto se completa el soporte básico del trabajo, porque están disponibles los instrumentos necesarios, y ya probados, para identificar empíricamente la estructura funcional de la red de ciudades de México: *i.* conceptos, *ii.* teoría, *iii.* herramientas operativas y *iv.* método de análisis empírico (es decir, la suma de los capítulos 1, 2 y 3).

Finalmente, sobre la base de los capítulos anteriores, se devela la estructura funcional de la red de ciudades de México (Capítulo 4). Se identifican 69 redes de ciudades que articulan funcionalmente el territorio nacional y se estima la escala demográfica de cada una de ellas. Adicionalmente, al analizar las ventajas y las limitaciones del análisis empírico, se perfila una agenda de investigación que abre importantes líneas de trabajo de corto, mediano y largo plazos.

En todo este proceso surgieron conceptos e ideas interesantes y útiles para la mejor planeación de las redes de ciudades de México. Entre otras, destacan: las ventajas de considerar las ciudades en forma de red y no de manera individual (como algo aislado del entorno); lo relevante que resulta entender que los mercados funcionan en espacios continuos y no en espacios fragmentados por límites imaginarios (y con frecuencia arbitrarios); la urgencia de investigar las especificaciones que debe cumplir un asentamiento para ser considerado como ciudad en México, en la segunda década del siglo XXI; lo perentorio que resulta contar con información sobre la movilidad de la población en las diversas regiones del país; la potencia del efecto eclipsante de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México que oculta la importancia regional de ciudades muy relevantes tanto para el país como para sus regiones; o lo estratégico que resulta considerar en el análisis de redes de ciudades a la población vinculada con cada uno de los centros nodales de la red, lo que genera otra realidad acerca de la jerarquía urbana nacional. Los hallazgos a lo largo del trabajo son diversos.

Así, el estudio que aquí se presenta intenta cubrir las aristas básicas de cualquier trabajo de investigación aplicada en cuestiones urbanas y regionales: ofrecer estructuras conceptuales, teóricas y operativas coherentes y sólidas; diseñar herramientas ejecutivas prácticas y útiles; dibujar métodos de análisis viables y eficientes, apropiados a la realidad de nuestro país; generar resultados empíricos provechosos para la mejor planeación del desarrollo, y producir algunas innovaciones conceptuales, teóricas, metodológicas y analíticas que impulsen el análisis de las redes de ciudades.

El trabajo cierra con una sección de conclusiones que rescata los puntos más significativos del estudio y con un listado de la bibliografía consultada para su manufactura.

Elementos teóricos básicos



Introducción

EL MUNDO DEL siglo XXI es predominantemente urbano. Según las Naciones Unidas (1996), desde 2005 más de la mitad de la población mundial vivía en ciudades, y la proporción de población urbana llegará a 52.8% en 2015, liderada por América Latina, que llegará a un sorprendente 80.6% (UN, 2007: 246). Esta situación se acentúa más en países desarrollados y es aún más evidente en países en proceso de desarrollo altamente urbanizados (como México). Se espera que para 2015 existan en el mundo 21 *megaciudades* mayores de 10 millones de habitantes (en 1950 había sólo una *megaciudad*: Nueva York, en los Estados Unidos, y había 15 *megaciudades* en el mundo en 1995), y que sean 37 las ciudades alrededor del mundo que estén en el rango de población que va de 5.0 a 10.0 millones de personas (Abdel-Rahman y Anas, 2003). Este crecimiento explosivo de las ciudades se va a registrar principalmente en países en desarrollo, que son los menos preparados para ofrecer servicios y satisfactores públicos y privados de *calidad*, como transporte, vivienda, agua potable, empleo, salud y educación, entre muchos otros (UN, 2007).

El proceso de urbanización parece irreversible. Lo que interesa ahora es cómo *modularlo* de tal manera que se aprovechen mejor sus ventajas y se minimicen sus efectos negativos, en materia tanto de crecimiento y desarrollo económico, como de desarrollo social y cuidado y restauración del medio ambiente. Es un

hecho que la mayor parte del PIB no agrícola de los países industrializados se genera en las ciudades, donde se desarrollan prácticamente todas las innovaciones (técnicas y organizativas) y los nuevos productos que llegan al mercado. Esto se produce en un entorno económico cada vez más globalizado en el que los gobiernos nacionales juegan un papel cada vez menos importante en materia de comercio internacional.

El resultado es que el mundo del siglo XXI está organizado a partir de una *red de ciudades* con atributos diferentes (tamaño, especialización económica y competitividad, por mencionar algunos) que interactúan en el tiempo y en el espacio definiendo la estructura funcional de la economía global. Esta visión compite con la perspectiva tradicional de entender la economía internacional en términos de regiones (áreas) y no de puntos (ciudades) interconectados en forma de red (UN, 2007).

El futuro de los países se está decidiendo en las ciudades. Las ciudades son los motores del crecimiento económico de largo plazo (Lucas, 1988). Esto no debe ser sorpresivo, ya que desde los trabajos de Marshall en el siglo XIX se ha aceptado que la aglomeración espacial de los agentes del mercado, que alcanza su máxima expresión en las ciudades, reduce los costos de consumo, producción, búsqueda de bienes y servicios, y favorece la conexión entre la oferta y la demanda, el aprendizaje continuo, la difusión del conocimiento y la acumulación de capital humano (O'Sullivan, 2007). Por esto, contar con una teoría bien acabada de las redes de ciudades es esencial para entender y modelar el crecimiento económico y el comercio regional e internacional a diversas escalas espaciales (Van Oort, Burger y Raspe, 2010).

El objetivo de este capítulo es explicar los *elementos teóricos y operativos clave* para identificar *redes de ciudades*. Para alcanzarlo, primero se revisa la visión tradicional de los sistemas de ciudades, fundamentada especialmente en la teoría de lugar central (Christaller, 1966). Luego, se explora la *transición* de la perspectiva de los sistemas de ciudades a las redes de ciudades, subrayando sus diferencias y similitudes. Posteriormente se analiza la idea de *ciudad-región* y se vincula con el concepto de red de ciudades, con el fin de identificar sus conexiones y lo provechoso que puede ser entender y aplicar ambos conceptos de manera complementaria. Una vez establecidos los principales conceptos que articulan este trabajo, se establece la *definición de red de ciudades* que se utiliza en este documento y se identifican los principales *tipos de redes de ciudades* que pueden encontrarse en el trabajo empírico. Con esta subsección acaba la parte más teórica del capítulo. Lo que corresponde, entonces, es utilizarla para

diseñar la propuesta técnica que se va a instrumentar con el fin de develar la red de ciudades de México. Éste es el tema de la segunda parte del capítulo, que se inicia explicando la *teoría de interacción espacial*, para, posteriormente, presentar en detalle el *modelo de interacción espacial* que se utilizará para identificar la red de ciudades de México. El capítulo termina con una sección de conclusiones, donde se rescatan los elementos más importantes que apoyarán la investigación empírica.

1.1. Elementos teóricos básicos

1.1.1. Sistemas de ciudades: la visión tradicional

La visión tradicional de los sistemas de ciudades se puede sintetizar en lo que propone la teoría de lugar central (TLC) (Christaller, 1966). En este apartado se hace una breve revisión de la TLC para luego contrastarla con la perspectiva de las *redes urbanas* y así identificar sus *diferencias* y las *ventajas* de este segundo enfoque sobre lo que propone la TLC.

Teoría de lugar central: el enfoque de la geografía clásica

La TLC, elaborada por Walter Christaller en los años treinta, intenta explicar el número, la distribución espacial y el tamaño de los asentamientos a partir de la lógica de localización de las actividades terciarias. Es, sin duda, una de las teorías más elegantes de la geografía socioeconómica y ha ofrecido sustento a numerosas políticas de planeación regional (Rondinelli y Cheema, 1988). Algunos autores han trasladado los argumentos de la TLC a contextos intraurbanos para explicar la organización espacial de las actividades comerciales en las ciudades (Verduzco, 1990), aunque, por sus supuestos y argumentos, la TLC tiene un carácter eminentemente regional.

Principales argumentos

Una de las suposiciones más importantes de la TLC es que las ciudades actúan como centros proveedores de bienes y servicios de sus regiones circundantes (los llamados *hinterland* en la literatura especializada). La intensidad con la que una ciudad sirve a su región como *proveedora de bienes y servicios* fue llamada por

Christaller *centralidad*: una ciudad es más central, en tanto ofrezca más bienes y servicios a su región circundante (Graizbord y Garrocho, 1987). Dos conceptos resultan básicos para explicar la distribución, el número y la centralidad de los asentamientos como puntos de oferta de bienes y servicios: *umbral* y *alcance*. Por umbral o, mejor dicho, *población de umbral*, se entiende la demanda mínima que se requiere para hacer viable la oferta de un bien o un servicio. Por ejemplo, la población mínima que se requiere para sostener un cine, una escuela, un hospital o un centro comercial. El *alcance* de un bien o servicio, por su parte, es la distancia máxima (o costo máximo de transporte) que los consumidores están dispuestos a recorrer (pagar) para adquirir un bien o recibir un servicio.

A diferencia de la microeconomía, la TLC sí considera los *precios reales* de los bienes y los servicios, es decir: la suma de su *precio de mercado* más el *costo de transporte* que enfrenta el consumidor para alcanzar el punto de oferta. Entonces, dado un precio de mercado, el precio real variará en el espacio en función directa de los costos de transporte que enfrente el consumidor para llegar al establecimiento de su interés. Como el *precio real* de los bienes y los servicios aumenta conforme se incrementa el costo de poner en contacto a la oferta y a la demanda, los consumidores elegirán adquirir sus bienes y servicios en los puntos de oferta *más próximos*. Es decir, en los que *minimizan sus costos de transporte*. A su vez, los oferentes (los proveedores, por ejemplo: los empresarios) decidirán localizarse en los puntos *más accesibles* a los consumidores, con la finalidad de ser más competitivos en términos de los precios reales de sus productos, atraer más clientes y asegurar mayores ventas.

El concepto de *alcance* es particularmente relevante porque establece una conexión directa entre la TLC y la teoría microeconómica. Como los bienes y los servicios se encarecen para el consumidor conforme se incrementan los costos de transporte al punto de oferta, su *precio real* varía en el espacio: el más bajo se localiza en el punto de oferta mismo, y el más alto, en el límite del *área de mercado* (o en el límite del alcance del bien o el servicio en cuestión, que es su *área de mercado*). Por lo tanto, si el ingreso disponible de la población es homogéneo, los consumidores próximos al punto de oferta podrán consumir mayor cantidad de bienes y servicios que los que se encuentren en la periferia del área de mercado, porque enfrentan precios reales más bajos. Exactamente éste es el comportamiento de la demanda que prevé la microeconomía, sólo que la TLC lo ubica en un entorno espacial (Figura 1.1).

Combinando los poderosos conceptos de *umbral* y *alcance*, y suponiendo una *demanda homogénea* (en términos de ingreso, valores, gustos y distribución

espacial) localizada en una *superficie isotrópica* (es decir, en una llanura uniforme y plana), es posible establecer dos límites de cobertura espacial para cada bien o servicio: uno –el *límite inferior*– delimita la demanda mínima necesaria para hacer viable la oferta en términos económicos; el otro –el *límite superior*– define el área de mercado o la participación máxima del mercado de un bien o servicio (Figura 1.2). Rebasando este segundo límite, el costo de transporte al punto

Figura 1.1
La curva espacial de la demanda

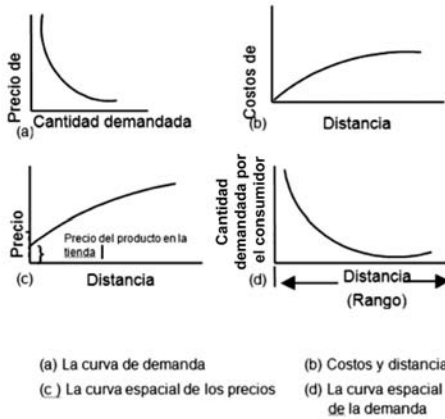
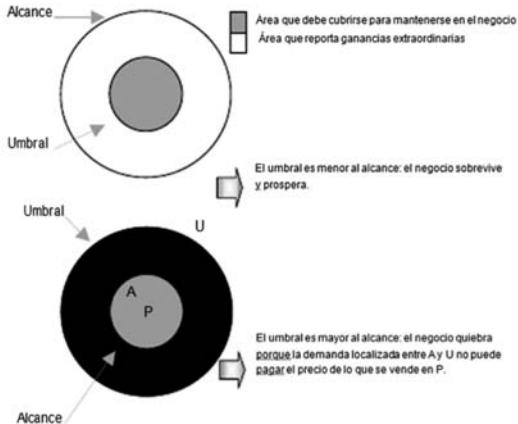


Figura 1.2
Relación entre rango y umbral



de oferta que enfrentan los consumidores es tan elevado, que el precio real del bien o servicio no les resulta viable o atractivo. En consecuencia, los consumidores buscarán acceder a otro punto de oferta que implique menores costos de transporte y, en consecuencia, precios reales más bajos. Se debe recordar que Christaller asumió que el comportamiento de los consumidores era *racional en términos económicos*. Por lo tanto, los consumidores toman sus decisiones de *dónde comprar*, en función de maximizar su *utilidad* (es decir: su *satisfacción*).

Este planteamiento de la TLC abre la posibilidad para que nuevos jugadores (empresarios) *entren al mercado*, siempre y cuando identifiquen localizaciones que les reporten dos ventajas básicas: *i.* ganarle mercado (consumidores) a la competencia, y *ii.* alcanzar umbrales suficientes para hacer viables sus propios negocios. Si en este contexto (una demanda homogénea localizada en una superficie isotrópica) suponemos que compradores y vendedores son económicamente racionales (es decir, que buscan maximizar su utilidad), los primeros acudirán a la unidad comercial más cercana (la que implique menores costos de transporte), y los segundos se localizarán lo más cerca posible de los consumidores. Así, este comportamiento espacial generará una distribución territorial de puntos de oferta que maximizará –en términos agregados– tanto la accesibilidad de los consumidores (lo que redundará en precios reales más bajos) como los beneficios de los empresarios (Figura 1.3).¹ El resultado es un patrón espacial de áreas de mercado circulares que cubre todo el territorio y que, al traslaparse, adoptan una forma hexagonal (figuras 1.4 y 1.5)² y una jerarquía de puntos de oferta definida por la centralidad de cada uno de ellos. Las diferencias de *centralidad* de cada punto de oferta son consecuencia de que –en el proceso de conformación espacial del sistema urbano o comercial– algunas localizaciones reportan ventajas estratégicas y permiten cubrir una mayor proporción del mercado.³

¹ Ninguna otra distribución espacial de los puntos de oferta le garantiza a los empresarios –entendidos como grupo– mayores ventas y cobertura del mercado. Sin embargo, debido a su localización espacial *relativa*, las participaciones del mercado de los empresarios individuales –entendidos como unidades comerciales específicas– serán distintas.

² Recordar que los consumidores actúan de manera *racional* (minimizan los *costos de transporte*). Por lo tanto, los consumidores localizados en las zonas de traslape, al acudir a la unidad comercial que les resulta más cercana, dividen en dos partes iguales las “zonas que se traslapan” de las áreas de mercado circulares, generando automáticamente áreas de mercado hexagonales (Figura 1.3).

³ A pesar de que la TLC supone una superficie isotrópica y una demanda homogénea, algunos puntos de oferta logran *ventajas de localización iniciales* en el proceso de formación del sistema urbano o comercial. La explicación del proceso sería demasiado larga para presentarla en este espacio, pero pueden revisarse los detalles en: Lloyd y Dicken, 1990; Kaplan, 2008, y, en general, en prácticamente todos los textos de geografía urbana.

Figura 1.3
Conformación de áreas de mercado hexagonales, según la
lógica de la teoría de lugar central

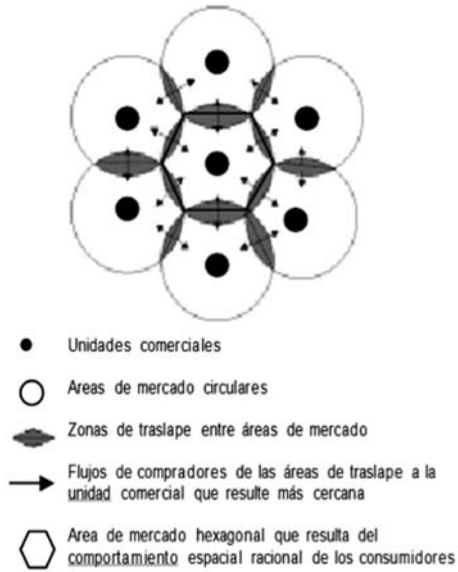


Figura 1.4
Patrón final de las áreas de mercado

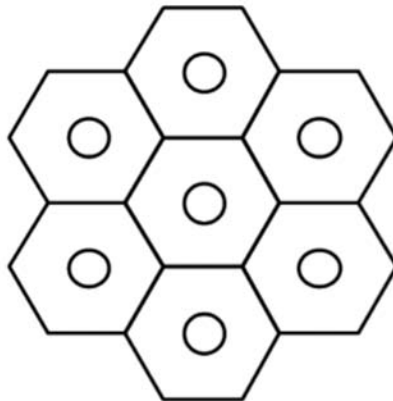
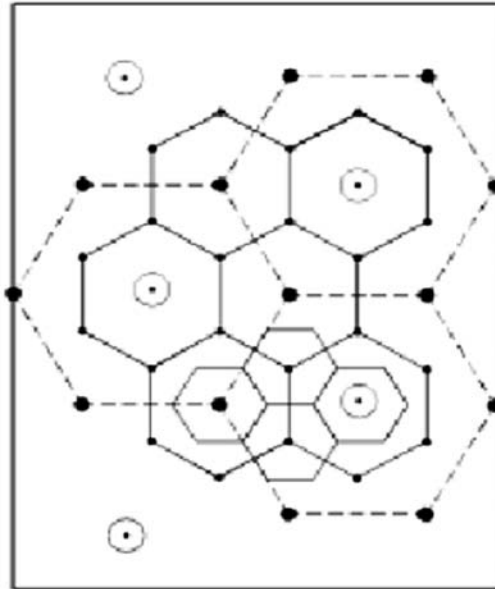


Figura 1.5
Áreas de mercado y jerarquía de centros de oferta



De acuerdo con los supuestos de Christaller, no existe otra distribución espacial que genere mayores *ventajas agregadas* (tanto a los *consumidores* como a los *oferentes*). En parte por esto, la TLC ha resultado muy atractiva y ampliamente utilizada en la planeación regional para definir y normar la distribución espacial de *servicios públicos* (Rondinelli y Cheema, 1988). No obstante, ha sido menos usada para explicar o planear patrones comerciales a nivel intraurbano, dado que el apoyo que puede ofrecer para tomar decisiones locacionales de unidades comerciales específicas –en ambientes comerciales altamente competitivos y dinámicos– es limitado.

El poder analítico de la TLC se reduce aún más cuando se le enfrenta a paisajes comerciales tan complejos como los de las ciudades actuales. Sin embargo, al deducir algunas consecuencias espaciales de la teoría microeconómica, Christaller generó los conceptos fundamentales de *umbral* y *alcance*, que son, tal vez, la contribución más importante de la TLC a la planeación espacial de la oferta de bienes y servicios públicos y privados.

1.1.2. De los sistemas de ciudades a las redes de ciudades

La perspectiva tradicional de la economía urbana y la geografía económica concibe la estructura de los sistemas de ciudades de acuerdo con la TLC. Desde este punto de vista, el sistema se organiza jerárquicamente y existe un lugar o ciudad central que *domina* su región circundante (*hinterland*), donde se localizan ciudades de menor centralidad a la de la *ciudad dominante*. La organización jerárquica del sistema urbano implica que las interacciones entre los asentamientos siguen un *patrón escalonado* en el que las relaciones entre los asentamientos de la misma importancia (del mismo *orden en la jerarquía* según su centralidad) son inexistentes. Sin embargo, desde la década de los años sesenta y setenta se reconoce la existencia (e importancia) de las *relaciones horizontales* (no jerárquicas) entre las ciudades (Carter, 1966), lo que genera sistemas de ciudades aún más complejos que lo propuesto por la TLC y que han recibido el nombre de *redes de ciudades* (Batten, 1995; Capello, 2000).

Redes de ciudades

Una *red* está integrada por un conjunto de *nodos interrelacionados* mediante una gran diversidad de *vínculos* (llamados *links* en la literatura anglosajona). La economía urbana y la geografía económica utilizan el término *redes de ciudades* para interpretar la *economía en el espacio*, donde los nodos son ciudades interconectadas por *vínculos socioeconómicos (links)*, mediante los cuales intercambian flujos de muy distintos tipos (desde los más *abstractos* como las ideas, hasta los más *concretos* como las mercancías), apoyados en infraestructuras de transportes y comunicaciones (Bourne, Sinclair y Dziewonsky, 1985; Conapo, 1991; Klaasen, Rooij y Van Schaick, 2007).

La idea de *redes de ciudades* ha generado un nuevo paradigma analítico, alternativo a las perspectivas tradicionales que consideran las ciudades aisladas de su entorno (es decir, como entidades *individuales*) o como áreas urbanas finitas que mantienen *relaciones jerárquicas* con los asentamientos localizados en su área de influencia (en la lógica de la TLC). Entender las ciudades en forma de *red* se fundamenta en la lógica *competitiva* y en la lógica de *malla*, que contrastan con la lógica *territorial* que se sustenta en la TLC (Camagni, 1994; Serrano, 2000; Van Oort, Burger y Raspe, 2010). Veamos.

Lógicas territorial, competitiva y en red

Los principales elementos de la *lógica territorial* son los principios de *jerarquía* y *dominación*. Estos principios generan sistemas urbanos articulados por centros de diverso orden jerárquico de acuerdo con su *centralidad* (funciones y capacidad exportadora a su región circundante) y *nodalidad* (dimensión de su población y actividades). Las empresas localizadas en cada nodo (en cada ciudad) por lo regular son empresas con una sola planta, donde las externalidades dominantes (que definen la aglomeración de procesos de trabajo) son derivadas de la escala o dimensión de la producción. En este entorno, los costos de transporte y el tipo de competencia (empresas monoplanta *versus* empresas multiplanta) determinan la localización de las empresas, que tratan de optimizar sus áreas de mercado. Hotelling (1929) explica con sencillez y claridad esta compleja situación de *competencia espacial* entre empresas.

Trasladando esta lógica al sistema de ciudades, el modelo de la TLC muestra cómo los asentamientos (entendidos como *oferentes* de bienes y servicios) se articulan en el territorio produciendo una determinada *jerarquía* de ciudades. Como se explicó en la sección anterior, la TLC ordena los asentamientos en una jerarquía en función de la *centralidad* de cada asentamiento (es decir, de su *capacidad exportadora* a escala de su región circundante: *hinterland*), lo que supone que existe también una jerarquía de bienes y servicios. Por ejemplo, un hospital de especialidades es un servicio de mayor jerarquía que una clínica o que un consultorio rural. La jerarquía de los bienes y los servicios se asocia con *áreas de mercado* de tamaños diversos (asumiendo una densidad de población uniforme, y consumidores también uniformes en términos de su ingreso, gustos y necesidades) que reflejan el *alcance espacial* de cada bien o servicio, o del *área de influencia* de una cierta ciudad, si se considera la suma de los bienes y los servicios que un área urbana ofrece a su región. Las áreas de mercado de los asentamientos toman una forma hexagonal para cubrir todo el territorio y evitar empalmes espaciales de áreas de mercado que generarían ineficiencias económicas (Kaplan, 2008; Garrocho, Chávez y Álvarez, 2002).

Por su parte, la *lógica competitiva* se basa en los principios de *especialización* y *competitividad* (más que en el de *escala*), y permite explicar arreglos territoriales complejos de las empresas, como, por ejemplo, los parques industriales. En este caso, la empresa es exportadora más allá de su región circundante (por ejemplo: el modelo de base exportadora) y trata de especializarse para aumentar su productividad y competitividad. Como las empresas compiten en mercados de

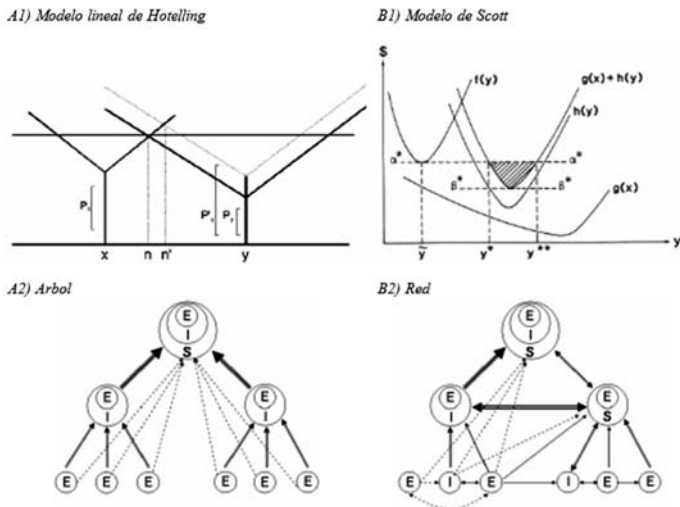
competencia imperfecta, diseñan estrategias de *marketing* y tratan de encontrar nichos especializados de mercado. Las *economías de escala* se consideran fuentes complementarias de externalidades positivas y ventajas diferenciales estratégicas, como las *economías de variedad (scope)* y los ahorros en los costos de *transacción* (Camagni, 1994). El modelo de Scott (1988a y 1988b) explica detalladamente la lógica de este tipo de empresa. Si estas premisas se trasladan a los conjuntos urbanos, resulta claro que las ciudades (como aglomeraciones espaciales de población y actividades con atributos diversos) conforman *redes* en las que simultáneamente *compiten* y *complementan* sus funciones entre sí (Klaasen, Rooij y Van Schaick, 2007; Neal, 2010).

Por el otro lado, la *lógica de malla* (o red) se fundamenta, sobre todo, en el conocimiento y la generación de innovaciones (Trullén y Boix, 2005). La competencia entre ciudades y empresas debe aprovecharse como un mecanismo de retroalimentación (*feedback*) que beneficie a todos en términos de difusión de innovaciones, mejores prácticas, flujos de información (principalmente información tácita no estandarizada), entre otros, que finalmente eleve la competitividad de todas las ciudades y empresas que interactúan en *la red*. La competencia *coexiste* con la cooperación, porque es el arreglo organizativo y territorial que más beneficios netos (tangibles e intangibles) *agregados* genera a los integrantes de la red. Esto no garantiza que todos los integrantes ganen, sino que el saldo a escala *agregada* sea positivo, aunque algunos integrantes puedan perder en lo individual e incluso desaparecer de la escena económica (Johansson y Quigley, 2004; Klaasen, Rooij y Van Schaick, 2007).

En términos visuales, la estructura urbana de la TLC puede representarse mediante un *gráfico de árbol*, donde cada asentamiento de orden jerárquico superior proporciona todos los bienes y servicios de los asentamientos de nivel inferior, más los propios de su nivel jerárquico. Por su parte, la idea de *redes de ciudades* podría seguir la forma de un *grafo en forma de red*, que integra relaciones no jerárquicas, bidireccionales y asimétricas (Figura 1.6).

En la Figura 1.6 se observa cómo cada *nodo* (ciudad) sólo puede establecer vínculos funcionales con ciudades de rango diferente. La TLC propone que todas las ciudades del mismo nivel jerárquico (rango) ofrecen la misma dotación de bienes y servicios (funciones) más las de los asentamientos de los niveles inferiores. Por tanto, si la población de un asentamiento necesita un bien o un servicio que no ofrece la ciudad en la que radica, sólo lo puede obtener en un asentamiento de rango superior. Así, no hay posibilidad de interacciones entre ciudades del mismo rango. Adicionalmente, los costos de transporte actúan como barreras

Figura 1.6
Modelo lineal de Hotelling (paradigma de lugar central) y
modelo de Scott (paradigma de las redes)



Fuente: Camagni, 1994.

a las interacciones, y junto con la oferta de bienes y servicios que ofrece cada asentamiento, definen la extensión de las áreas de mercado.

Así como el modelo de Hotelling explica la localización (y aglomeración) de las empresas en un espacio lineal, el de Scott (1988a y 1988b) ilustra la lógica de la organización funcional de las *redes de ciudades* a partir del comportamiento de las empresas. El modelo de Scott se apoya en curvas de producción derivadas de la microeconomía e incorpora las economías de *escala* y *variedad* (o *alcance*) y los *costos de transacción* (incluyendo los *costos de transporte*), con lo que integra la dimensión espacial. Permite, además, la existencia de procesos productivos en *localizaciones múltiples* (de la misma empresa o de empresas distintas) y puede incorporar la generación y difusión de *conocimiento*. Esto último es muy relevante puesto que la interacción entre ciudades se debe no sólo a aspectos *tangibles* como el intercambio de mercancías o productos, sino también a los intercambios *intangibles* de información tácita, conocimientos nuevos o mejores prácticas, lo que impacta positivamente en la organización de la producción y la *competitividad* (mediante efectos de retroalimentación o *feedback*).

Mientras el modelo de Hotelling es un modelo de *demanda*, donde la empresa intenta maximizar el área de mercado de un bien final producido en una

única planta, y donde los costos de transporte son *clave*, el modelo de Scott es un modelo de *oferta*, en el que los costos de transacción tienen importancias diferenciadas dependiendo del proceso productivo o de la planta de la que formen parte. De acuerdo con los *costos de transacción*, los procesos productivos pueden llevarse a cabo en una o varias plantas (de la misma empresa o de empresas distintas), localizadas en un mismo lugar o en diferentes sitios. De esta manera, mejorando la organización interna y espacial de la empresa, es posible reducir los costos de producción, porque se generan y aprovechan mejor las economías de escala y variedad (*scope*), se reducen los costos de transacción y se incrementa la generación de conocimiento que mejora sistemáticamente los procesos productivos y organizativos (Emanuel, 1990).

Cuando se reducen los costos de transporte, se debilita también la *barrera del espacio*. Si además se generan *economías de escala y variedad* (mediante estrategias multilocacionales) y efectos de difusión de conocimiento, se reduce la tendencia a la organización funcional de sistemas urbanos jerárquicos articulados por *áreas de mercado discretas* (es decir: áreas continuas en el territorio con límites espaciales claros y definidos), tal como lo propone la TLC. La existencia de relaciones entre asentamientos del mismo rango jerárquico modifica la jerarquía rígida del modelo de Christaller, y la estructura funcional urbana se flexibiliza y acerca más a lo que ocurre en la realidad: deja de tener forma de *árbol* (definida por relaciones jerárquicas unidireccionales: de los asentamientos de menor centralidad a los de mayor centralidad) para adoptar la forma de una *red* (que integra las interrelaciones bidireccionales entre asentamientos de diferentes centralidades que se observan en el mundo real) (Boix, 2003).

Esto no significa la desaparición de las organizaciones funcionales jerárquicas de asentamientos, sino la coexistencia de estructuras *jerárquicas* y en *red*. Las relaciones entre un asentamiento rural muy pequeño y una gran ciudad tenderán a ser jerárquicas, pero entre asentamientos que superen cierta escala las relaciones podrán ser bidireccionales y no necesariamente jerárquicas. Conforme se *deslocalizan* las empresas y se reducen los costos de transporte, las interacciones entre ciudades se hacen más intensas, frecuentes, densas y complejas (Taylor y Lang, 2005; Rozenblat y Pumain, 2007).

La estructura funcional en forma de *red* se caracteriza porque prácticamente todos los *nodos* (las ciudades o asentamientos) registran vínculos con más de un nodo (ciudad o asentamiento), y porque los *flujos interurbanos* pueden ser bidireccionales y simétricos. El concepto de *red* es más amplio e incluye al de la TLC (que sigue una forma de *árbol*) porque incorpora *estructuras funcionales*

en el territorio nuevas y más realistas, incluyendo las que genera el modelo de Christaller. La perspectiva de las redes de ciudades permite explicar la estructura funcional de las ciudades en términos jerárquicos, pero también explica nuevos fenómenos como las ciudades *policéntricas*, las *edge cities*, las *regiones urbanas policéntricas* o las *redes horizontales* (Boix, 2003).

Definición conceptual de las redes de ciudades

La economía urbana y la geografía económica se han apoyado en la imagen de una red para describir un conjunto de asentamientos interrelacionados. Así, la teoría general de sistemas define una *red* como un conjunto de elementos interconectados, lo que es sinónimo de *sistema* (Ahuja, Magnati y Orlin, 1993; Barabási, 2002). Aplicados estos conceptos a las *redes urbanas*, se dice que el proceso que genera una red de ciudades puede ser reducido a tres elementos básicos (Klaasen, Rooij y Van Schaick, 2007): *i. nodos de actividad humana*, que articulan la red; *ii. conexiones*, que se apoyan en infraestructuras diversas y que permiten la interacción espacial de los nodos de actividad, y *iii. jerarquía*, tanto de nodos de actividad como de conexiones a diferentes escalas funcionales y espaciales (Salingaros, 2005).

La idea de red de ciudades está alineada con las propuestas de la *Nueva Carta de Atenas (New Charter of Athens)*, publicada por el Consejo Europeo de Planificadores de Asentamientos (The European Council of Town Planners, 2003). Esta *Carta* declara que la ciudad europea del futuro es la *ciudad conectada*. Es decir, una ciudad inmersa en múltiples mecanismos de conectividad actuando a diversas escalas espaciales. Estos mecanismos incluyen infraestructuras construidas y conexiones intangibles derivadas de nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones. Por lo tanto, los atributos de una *ciudad exitosa* serán la *conectividad social*, la *conectividad económica* y la *conectividad medioambiental* (Klaasen, Rooij y Van Schaick, 2007).

Desde esta perspectiva, tanto un sistema de relaciones jerárquicas como un sistema articulado por *relaciones no jerárquicas* forman una *red*, y la diferencia es, simplemente, la dirección de los flujos, que en el primer caso son verticales y unidireccionales, mientras que en el segundo caso pueden ser horizontales, bidireccionales y asimétricos.

Más recientemente, Westlund (1999: 100) definió una red como un número de nodos con la misma función, conectados por vínculos con la misma función. Esta definición también se apoya en los elementos básicos de la red:

nodos y vínculos. Sin embargo, no especifica ni la intensidad (¿hay un mínimo de intensidad?) ni la dirección (¿puede ser bidireccional o debe ser jerárquica?) de las relaciones.

Los argumentos revisados muestran que una red se genera en el momento mismo en que se establece un flujo entre dos o más nodos, y que se puede añadir otro nodo con sólo conectarse a uno de los nodos que ya integran la red. No obstante, mientras mayores sean el número y la intensidad de los vínculos que conectan los nodos, mayores serán la conectividad y la integración funcional de la red (Johansson y Westin, 1994: 244 y 247).

Los vínculos en las redes económicas (como las integradas por empresas o ciudades) se han definido como “inversiones en capacidad de interacción con un contrato implícito o explícito”, y, por tanto, como “estructuras intangibles de capital” (Westlund, 1999: 95). De esta manera, las redes económicas deben ser entendidas como un tipo especial de infraestructura, que a menudo puede ser *inmaterial*. Sin embargo, no se debe olvidar que, con frecuencia, para que se conformen las redes económicas también deben estructurarse redes tangibles como las de infraestructuras físicas (carreteras, líneas de ferrocarril, etc.), que pueden ser determinantes para la constitución y el funcionamiento de las redes de ciudades (Camagni y Salone, 1993: 1054).

La red de ciudades

Lo primero que habría que reconocer es que *no existe* en la literatura una definición única de *red de ciudades* que sea plena y generalmente aceptada. Lo que existe es una diversidad de definiciones, más o menos parecidas, pero que ponen énfasis en unos aspectos u otros, dependiendo, con frecuencia, de los objetivos de investigación y de los intereses de los investigadores.

El antecedente más directo de lo que se ha dado en llamar *redes de ciudades* es el concepto de *sistemas de ciudades*. Alan Pred (1977) denomina *city-systems* (que se ha traducido en México como sistema de ciudades) al conjunto de ciudades que son interdependientes, principalmente en términos económicos, en una misma región. Esta idea luego se ha aplicado a una diversidad de escalas espaciales, poniendo énfasis en cierto tipo de asentamientos.⁴ En su trabajo clásico de 1977, Pred utiliza como indicador de interacción urbana los *flujos*

⁴ Por ejemplo, a escala *microrregional*: sistema de asentamientos rurales; a escala *subnacional*: sistema de asentamientos rurales y urbanos; a escala *nacional*: sistema de ciudades; a escala *global*: sistema de ciudades mundiales.

de *información especializada*, y descubre que este tipo de información es más abundante en las grandes ciudades y que fluye más entre ellas, lo que incide positivamente en la producción de *innovaciones* de las empresas que se localizan en esas ciudades. Por el contrario, las empresas localizadas en ciudades menos interconectadas disponen de menos información especializada y su tasa de innovación es menor, lo que afecta negativamente su productividad y su competitividad (Pred, 1977).

Un punto muy interesante que destaca Pred, es que la capacidad de innovación de las ciudades más interconectadas a la red de flujos de información especializada *se autorrefuerza* en el tiempo, lo que genera un *circulo virtuoso*, y que lo contrario ocurre con las ciudades que están aisladas de la red (lo que recuerda el principio básico de los *procesos autorreforzadores* de la economía urbana: O'Sullivan, 2007). Otros resultados del análisis de Pred muestran la hegemonía de ciertas ciudades a lo largo del tiempo. Esto significa que las interacciones multidireccionales, no jerárquicas, horizontales y asimétricas generan sistemas de ciudades a partir de procesos de difusión/concentración de información especializada (Houtum y Lagendijk, 2000). El resultado es un patrón de organización espacial mucho más complejo y realista que el modelo jerárquico y unidireccional de la TLC. Pred desarrolla entonces el concepto de redes urbanas (*urban networks*) para dar cabida a todas las interacciones no jerárquicas; por ejemplo: de las ciudades de mayor rango en la jerarquía a las de menor rango o las que se establecen entre ciudades del mismo rango, que no tienen cabida en la TLC (Pred, 1977).

Otros autores también desarrollan definiciones de redes de ciudades capaces de considerar la coexistencia de estructuras funcionales *jerárquicas* y *no-jerárquicas* (Dematteis, 1990: 29). Esta característica es clave cuando se utiliza el término *redes de ciudades*. En otras palabras, el término *redes de ciudades* subraya la posibilidad de la coexistencia de diversos tipos de estructuras de interrelaciones urbanas: redes jerárquicas, redes policéntricas y redes equipotenciales (Dematteis, 1991: 421; 1990: 29).⁵

Una definición más completa de redes de ciudades es la que ofrecen Camagni (1992: 141) y Camagni y Salone (1993: 1057), que las definen como un conjunto de relaciones, no necesariamente jerárquicas, entre centros complementarios o incluso similares, que impulsan la división del trabajo, su especialización,

⁵ En cambio, en términos discursivos, la definición textual de redes urbanas de Dematteis no aporta nada nuevo: una red urbana es "*un conjunto de centros urbanos (o de sistemas urbanos), interrelacionados*" (Dematteis, 1990: 29).

la formación de sinergias y la cooperación, que se traducen en economías, externalidades positivas, mayor capacidad de generación de innovaciones y aumento de la competitividad (véase también: Duranton y Puga, 1999). En el fondo, esta definición incluye los mismos elementos básicos de otras que reporta la literatura: nodos y vínculos, que integran un sistema, más otros elementos positivos (especialización, cooperación, relaciones multidireccionales no jerárquicas) que se derivan de la intensidad y la frecuencia de las interacciones, y que terminan favoreciendo la generación de innovaciones, la productividad y la competitividad de las ciudades.

Las redes de ciudades también se han definido como “un conjunto de ciudades (dos o más) *previamente* independientes, pero *potencialmente complementarias* en sus funciones, que se esfuerzan por cooperar y lograr economías de escala importantes, apoyadas por corredores de transporte y canales de comunicación rápidos y confiables” (Batten, 1995: 313). De esta definición vale la pena rescatar tres conceptos básicos para analizar y entender una red de ciudades: *i.* la *cooperación* entre ciudades (derivada de la especialización; véase: Duranton y Puga, 1999); *ii.* la eficiencia de los *corredores de transporte* y la *infraestructura de telecomunicaciones*, y *iii.* las *economías* que generan las redes de ciudades (economías de *escala*, de *variedad* y de *red*, principalmente) por el hecho de formar parte de una *red urbana* (Johansson y Quigley, 2004; Boix, 2004).

Así, la *competencia cooperativa* es un elemento central de la idea de redes de ciudades (Priemus, 2006; Klaasen, Rooij y Van Schaick, 2007). En cambio, la visión tradicional de los sistemas de ciudades se fundamenta en una lógica de especialización para competir con mayores probabilidades de éxito *contra* las demás ciudades. De aquí la preocupación específica de algunos autores en la *competitividad urbana* (Cabreró, 2009; Sobrino, 2002).

Sin embargo, en la visión de *red*, la colaboración entre ciudades es crucial, usualmente espontánea, y genera ventajas y economías muy poderosas de diversos tipos que se incorporan a la función de producción urbana, sólo cuando las ciudades operan en red (estas ventajas y economías no existen para las ciudades aisladas de la red) (Johansson y Quigley, 2004; Klaasen, Rooij y Van Schaick, 2007). A mayor integración a la red, mayores ventajas y economías, y viceversa. Los medios que permiten la conectividad urbana son las conexiones de transporte y las infraestructuras de telecomunicaciones. Para algunos autores, esta generación de *ventajas* y *economías de red* (derivadas de una *competencia*

cooperativa) son la *diferencia clave* entre la visión tradicional de los sistemas de ciudades y la perspectiva de las *redes de ciudades* (Batten, 1995).

La *competencia cooperativa* se fundamenta en la complementariedad potencial de las funciones de las ciudades. No necesariamente se refiere a que se especialicen en diferentes actividades económicas, sino a que las ciudades (como agregados de población y unidades económicas) que integran la red sean capaces de funcionar de manera conjunta, de colaborar, de formar equipo. Una colaboración en la que cada miembro de la red aporta algún recurso (tangible o intangible; nuevo o no) que se suma al *capital de la red* y lo incrementa.

Por lo tanto, el requisito para la existencia de una red es la *interacción*. Si los nodos son completamente iguales, no hay incentivos para que se cumpla este requisito: intercambios entre nodos idénticos generan costos de transacción innecesarios porque no producen ninguna ventaja. Westlund (1999) establece la diferencia entre *nodos homogéneos* y *nodos idénticos*. Así, las ciudades para ser nodos homogéneos deben compartir algunos atributos comunes que los hagan compatibles, de tal manera que se generen incentivos a la interacción. Si son totalmente distintos, al grado de ser *incompatibles*, es posible que no existan las condiciones para que se forme una red.

En el otro sentido, si las ciudades no tienen diferencias entre sí, es decir, si son idénticas, no existirán incentivos para la interacción (por ejemplo: para el intercambio de bienes, servicios o información). Por tanto, el fundamento de la interacción es que los *déficit* de unas ciudades (por ejemplo, muy diversos tipos de bienes, servicios, mano de obra, información especializada) los satisfagan los excedentes de otras. Esta combinación de *déficit-excedente* es lo que Westlund (1999) llama *compatibilidad* (o *afinidad*). No obstante, habría excepciones a esta regla de carácter general. Por ejemplo, dos ciudades idénticas que incluso producen un único servicio: fuerzas armadas. En esta situación hipotética la interacción entre ambas ciudades, en forma de alianza, proporcionaría un ejército doblemente poderoso que el que tendría cada ciudad por separado. Un ejemplo más realista se encuentra en los mercados financieros, que se organizan en red porque su escala de operación es una fuente de *externalidades* (o *ventajas*) de red.

Aceptando que la red de ciudades (*urban networking*) hace referencia a la cooperación entre ciudades y otros actores localizados en la ciudad (lo que genera *efectos sinérgicos*; Vartiainen 1997: 7), el concepto de red de ciudades se puede analizar desde dos perspectivas básicas: una *organizacional* y otra *funcional* (Vartiainen, 1997). En la primera, lo importante es la cooperación entre

organizaciones públicas y privadas, que puede extenderse a la idea de una *red política* que integra a diversos *actores* (individuos, grupos de interés, organizaciones privadas, empresas, instituciones públicas) que interactúan en proyectos o políticas de interés común. La estabilidad de estas *redes políticas* depende de que se mantenga el acceso de los integrantes a recursos e influencias que les permitan construir proyectos colectivos que los beneficien equitativamente.

En cambio, en la segunda perspectiva lo relevante son las configuraciones urbanas policéntricas interconectadas por infraestructuras entre las cuales fluyen bienes, personas, información y dinero (Vartianen, 1997: 5). Así, la red de ciudades puede deberse a *acuerdos cooperativos* entre ciudades en *competencia* que generan nodos en una región y la transforman en policéntrica; pero también puede ocurrir a una escala internacional, donde puede generarse cooperación transnacional entre ciudades con funciones y problemas similares. De cualquier manera, es posible decir que las redes urbanas son sistemas de ciudades cooperativas, no necesariamente jerárquicos en sus interrelaciones y que integran un área funcional.

Esta concepción de las *redes de ciudades* enfatiza algunos aspectos que sólo estaban implícitos en las definiciones anteriores. El primero es la diferenciación que se hace entre *ciudades* y *actores*, por lo que las relaciones entre ciudades se derivan de las interacciones entre los actores. En otras palabras, en las redes de ciudades, la ciudad, así en abstracto, es una *entelequia imprecisa*, mientras que los actores son una realidad concreta. Para expresarlo de otra manera: la suma de los actores localizados en una misma área urbana es lo que conforma la *ciudad*. Por otro lado, la red es una forma de organización funcional que sirve para orientar y modular flujos de bienes y servicios, personas, información o capitales, pero que también puede conformarse como un *actor político*, cuyo objetivo es el diseño y la realización de proyectos y políticas conjuntas de beneficio para los integrantes de la red, y que puede constituirse en un elemento de negociación o presión en los procesos de toma de decisiones de los diferentes niveles de gobierno (el llamado *lobby*).

Para otros analistas, el concepto de *redes de ciudades* no es puramente económico, sino que se encuentra entre la sociología y la economía (Taylor, 2001: 82) y se relaciona, en una escala global, con la conformación de una red mundial de ciudades. Así, una red de ciudades es una forma de organización donde los nodos son los actores y los vínculos, las *relaciones sociales*, entendidas como un todo que integra lo económico, lo cultural, lo político y todo lo relacionado con el funcionamiento de la sociedad. Estas relaciones sociales

estructuran espacialmente el funcionamiento de las actividades a escala global. Desde este punto de vista, también la red de ciudades integra un nivel *subnodal*, conformado por *actores* individuales (individuos, organizaciones, empresas, instituciones). En este contexto, son las decisiones de estos actores individuales las que definen la red de ciudades. En el caso de la conformación de una *red mundial de ciudades* (o red de ciudades mundiales), son más importantes las decisiones corporativas de las grandes empresas multinacionales que las de los gobiernos nacionales (Taylor 2001).

En consecuencia, tanto los sistemas de ciudades *jerárquicos* (con interrelaciones de *abajo hacia arriba* en la jerarquía urbana; por ejemplo: los más básicos derivados de la TLC) como los *no jerárquicos* (donde se dan relaciones urbanas *multidireccionales*: de abajo hacia arriba, de arriba hacia abajo, horizontales), así como los de escala subnacional, nacional, internacional o global, son *redes de ciudades* (Taylor y Lang, 2005). El punto *clave* es que las interacciones entre las ciudades generen *ventajas colectivas equitativas* entre los integrantes de la red, en lugar de relaciones de *dominación*, como las derivadas de la TLC, donde las ciudades de mayor orden jerárquico dominan a las de menor orden en la jerarquía.

Las ventajas que genera la red pueden ser, principalmente, de carácter político o económico (las llamadas *economías de red*) (Johansson y Quigley, 2004). Por ejemplo: reducción de costos de transacción (Westlund, 1999), economías de escala producidas por la red (Batten, 1995), mayor capacidad de generación de innovaciones (Pred, 1977; Cagmani y Salone, 1993) o ventajas políticas para desarrollar proyectos que beneficien equitativamente a los miembros de la red (Vartianen, 1997); y estas ventajas pueden generarse a diversas escalas espaciales, incluso a escala global (Taylor, 2001).

Hay algunos especialistas que en determinados trabajos entienden el concepto de red de ciudades *sólo* para referirse a sistemas urbanos con interrelaciones *horizontales* no jerárquicas (Cagmani y Salone, 1993), pero esto es poco común. A escala regional, vale la pena subrayar que las *redes de ciudades* también pueden generar beneficios colectivos en términos de mayor *accesibilidad* a servicios tanto públicos como privados (Garrocho, 2003).

1.1.3. La ciudad-región

Un concepto que se relaciona de manera directa con la idea de *redes de ciudades* es el de *ciudad-región* (llamado *City-Region* en la literatura anglosajona).

Este concepto tiene una larga historia y se remonta a los trabajos de Christaller (1966) y Losch (1954). Las ciudades-región están integradas por un *nodo urbano central* y una región funcional circundante (*hinterland*) definida por los flujos al trabajo (*commuting*). Por lo tanto, las ciudades-región son la definición espacial del alcance económico y social de las ciudades (y se relacionan en su estructura espacial con el concepto de *regiones urbanas policéntricas*; Champion, 2001). El objetivo de definir espacialmente las ciudades-región es identificar las áreas en las cuales la mayoría de la población percibe un *nodo urbano central* como su principal destino para trabajar y adquirir bienes y servicios tanto públicos como privados (Robson *et al.*, 2006).⁶

El interés en el concepto de ciudades-región se ha incrementado conforme ha aumentado la *movilidad espacial* de la población (Marvin, Harding y Robson, 2006a). Cuando la población está anclada en un cierto lugar (es decir: en un contexto de *baja movilidad*), la *escala administrativa-territorial* de los gobiernos locales (como oferentes de diversos bienes y servicios *clave* para el desarrollo) se corresponde con cierto grado de precisión a la distribución espacial de la *demanda* (la población que requiere esos bienes y servicios *clave* para ampliar sus oportunidades de desarrollo). Sin embargo, en un contexto de *creciente movilidad* espacial de la población (una *demanda* que se expande y se contrae en el territorio y que no está anclada en un sitio en particular), la *escala administrativa-territorial* de los gobiernos locales (incluso de los gobiernos estatales) empieza a registrar inconsistencias con la distribución espacial de la *demanda* a la que debe atender, y con la operación real de las áreas funcionales que articulan económica y socialmente el territorio. En consecuencia, ajustar la escala y el alcance de las políticas públicas a la distribución espacial de la demanda y a las áreas funcionales que *organizan el territorio* se convierte una tarea necesaria para lograr una mejor planeación del desarrollo a diversas escalas espaciales.

Existen cinco métodos principales para definir funcionalmente las ciudades-región (Robson *et al.*, 2006): *i.* a partir de los *flujos de viajes al trabajo* (lo que se deriva directamente de la idea de *mercados laborales locales*) (Casado, 2007; véase una amplia revisión en Garrocho, 2011); *ii.* mediante el funcionamiento

⁶ No confundir el concepto de *ciudad-región* con el de *megarregión* que manejan Florida, Gulden y Mellander (2007). Este segundo concepto se refiere a grandes concentraciones urbanas que pueden rebasar fronteras nacionales, integradas por grupos de ciudades y sus áreas circundantes en donde el trabajo y el capital pueden ser re-localizados a muy bajo costo. Estas *megarregiones* son macroestructuras espaciales paralelas a los Estados nacionales. Florida *et al.* utilizan una metodología muy interesante para identificar *megarregiones*, mediante bases de datos de emisiones de luz durante la noche. De esta manera identifican 40 *megarregiones* en todo el mundo.

espacial del mercado de la vivienda (identificando las áreas donde la población de ciertos asentamientos están buscando vivienda, lo que se relaciona con los llamados *mapas mentales*) (véase una amplia revisión en Garrocho, 2011); *iii.* analizando los *vínculos funcionales de las unidades económicas* (aunque es complicado obtener datos al respecto); *iv.* identificando las *áreas de mercado* de ciertos *servicios clave* localizados en cada nodo urbano central (por ejemplo, hospitales generales y de especialidades, grandes centros comerciales, aeropuertos internacionales), lo que recuerda la idea del alcance de los bienes y los servicios de la TLC (véase la sección 1.1 de este capítulo), y *v.* estableciendo definiciones administrativas para ofrecer ciertos bienes o servicios (por ejemplo, las áreas en las que divide el territorio nacional el Instituto Mexicano del Seguro Social para ofrecer sus servicios de salud), aunque la mayoría de las veces este tipo de delimitaciones son *artificiales* y no se corresponden con el *cambiante comportamiento* de la demanda.

El tema del alto dinamismo del comportamiento espacial de la población, entendida como la *demanda*, genera *fronteras difusas y cambiantes* de las ciudades-región, lo que implica que no sería adecuado considerarlas como unidades administrativas formales (además de los problemas políticos que eso implicaría). Lo más conveniente sería generar las *geografías necesarias* de las interrelaciones urbanas de acuerdo con los diversos propósitos de políticas públicas y privadas (por ejemplo: ofrecer servicios de salud, de educación superior, de procuración de justicia, de comunicaciones y transportes, por mencionar algunos) que impulsen la *colaboración* entre los diferentes gobiernos implicados en la planeación y la conducción de las ciudades-región, pero también entre empresas, lo que favorecería la *colaboración económica* y, por tanto, la generación de diversas ventajas (*economías* de aglomeración, de escala y de variedad, por ejemplo) que se traducirían en una mayor *competitividad* de toda la ciudad-región (Robson *et al.*, 2006; Marvin, Harding y Robson, 2006b).

En el contexto internacional, algunos de los países que más están avanzando en la instrumentación del concepto de ciudad-región son el Reino Unido, Alemania, Francia y Holanda, y sus experiencias deben ser revisadas para identificar, adaptar y, eventualmente, adoptar sus mejores prácticas (véanse: Marvin, Harding y Robson, 2006; Harding y Marvin, 2006).

Como es posible observar, el concepto de *ciudad-región* es parecido al de redes de ciudades, aunque la escala territorial del primero es usualmente más pequeña. Sin embargo, son enfoques que se complementan tanto conceptual como técnicamente, y que pueden (y quizá, deben) ser utilizados simultánea-

mente a diferentes escalas espaciales. No obstante, se debe reconocer desde un inicio que la obtención de los datos (especialmente en países como México) es uno de los principales obstáculos para avanzar en la instrumentación del concepto de ciudad-región (Marvin, Harding y Robson, 2006a).

1.1.4. Relación entre redes de ciudades e infraestructura

Las infraestructuras de transporte y comunicaciones son un elemento *necesario*, pero *no suficiente*, para la conformación de redes de ciudades. Esto es: sin infraestructuras de comunicaciones y transportes no se pueden establecer *redes de ciudades* (no se pueden establecer interacciones entre agentes o agregados de agentes, que son las ciudades), pero la sola existencia de infraestructuras no garantiza la conformación de una red urbana (es decir, la generación de interacciones de beneficio colectivo entre agentes o agregados de agentes) (Camagni y Salone, 1993; Taylor, 2001: 182).

De cualquier manera, en los últimos años, las infraestructuras de transportes y comunicaciones, principalmente, han ganado importancia en los análisis empíricos de las redes de ciudades y en las actividades orientadas al diseño de políticas públicas (especialmente de desarrollo económico), debido a que se ha relacionado la *competitividad* de las regiones y las ciudades con la fortaleza de sus conexiones con el entorno regional y urbano (Houtum y Lagendijk, 2000: 4). Ésta es la principal razón de que desde los años noventa, las acciones de reforzamiento o conformación de redes urbanas se han apoyado en políticas de infraestructura de transportes y comunicaciones a diferentes escalas espaciales (Garrocho, 2004).

Si bien las infraestructuras de transporte y comunicaciones no define la red de ciudades, en diversos casos son un *indicador indirecto* de las interacciones entre las ciudades. No porque reflejen las interacciones *deseables*, sino porque ofrecen una imagen de las interrelaciones *posibles*.

En este sentido, la construcción o el reforzamiento de infraestructuras de transportes y comunicaciones dependen de las *necesidades de interacción* de las ciudades (lo que significa reforzar la organización funcional de la red de ciudades) o de un *propósito de política* orientado a impulsar las interacciones entre ciudades, con el fin de favorecer el desarrollo urbano y regional (lo que significa modificar la organización funcional de los asentamientos en un territorio) (Garrocho, 2004). En el primer caso estaría la iniciativa de mejorar las rutas de transporte y las comunicaciones de México en su eje norte-sur, para reforzar

el funcionamiento de la red de ciudades del centro y norte del país con las del sur de los Estados Unidos (Texas y California, principalmente), con las que interactúan intensamente desde hace décadas. En el segundo caso estaría, por ejemplo, la construcción del eje carretero que une la costa del océano Pacífico (especialmente desde Manzanillo y Lázaro Cárdenas) con el golfo de México (con el puerto de Altamira, en particular), que son regiones que no han mantenido intensa interacción a lo largo de la historia de nuestro país. Este segundo ejemplo es interesante porque ejemplifica el postulado inicial de esta sección: la ausencia de infraestructuras es una barrera a la interacción urbana, pero su sola existencia no es suficiente para anticipar que las interacciones se vayan a generar, y menos que se generen en un entorno deseable de *competencia cooperativa*.

Aunque las redes de ciudades son un importante objeto de planeación, las ventajas de organizar las ciudades y las regiones en forma de red sólo se generan si las interacciones realmente se llevan a cabo y se mantienen y consolidan en el tiempo. No obstante, debe quedar claro que las redes de ciudades no sólo generan *externalidades positivas* (por ejemplo, las *economías de red*), sino que también pueden producir *externalidades negativas*, para todos o algunos de los integrantes de la red. Si las externalidades positivas son mayores que las negativas, la red estará cumpliendo sus propósitos, pero si la situación es al revés, se deberán desalentar ciertas interacciones, y diversificar y fortalecer otras que generen beneficios sociales netos.

Estas situaciones son muy difíciles de evaluar, porque con frecuencia las externalidades son intangibles, y no pueden cuantificarse directamente utilizando los precios finales, como en las redes de empresas. Por ejemplo, la Zona Metropolitana de Toluca (ZMT: 1.6 millones de habitantes, la quinta ciudad más poblada del país en 2005), durante décadas vio afectado su desarrollo por su intensa relación con la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM: 19.2 millones de habitantes, la ciudad más poblada del país). Esta vinculación tan fuerte limitó el surgimiento de una adecuada oferta de bienes y servicios en la ZMT durante muchos años. La razón es que la población de la ZMT consumía múltiples servicios en el Distrito Federal (DF), incluso algunos tan cotidianos como ir al cine o a un restaurante (en términos de la TLC, la población de la ZMT era parte de la *población de umbral* de unidades económicas y sociales del DF; Garrocho, Chávez y Álvarez, 2002). Sin embargo, a partir de la segunda mitad de la década de los años ochenta, la situación se revirtió *parcialmente*. Luego del terremoto de 1985, llegaron a la ZMT numerosos inmigrantes procedentes del DF. Esto tuvo dos efectos combinados, cuando menos: se incrementó la demanda

por bienes y servicios en la ZMT (derivada del crecimiento poblacional) y también se elevaron los costos de congestión en las vías de transporte al DF (por el incremento de los viajes entre la ZMT y el DF, especialmente los viajes al trabajo o *commuting*), lo que a su vez incrementó el costo de las interrelaciones entre ambas ciudades. El resultado ha sido que la población de la ZMT tiene incentivos para consumir bienes y servicios en su misma ciudad (los costos de transporte *tangibles* e *intangibles* al DF, incluido el riesgo, actúan como una barrera a la interacción), lo que ha expandido notablemente su oferta de bienes y servicios de alto rango, aunque en menor medida que otras ciudades de escala similar, que son menos afectadas por el *efecto eclipsante* de la ZMVM (como las ZM de León, Querétaro o San Luis Potosí).

1.1.5. Definición de red de ciudades utilizada en este trabajo

A partir de lo revisado hasta el momento, se puede concluir que en este trabajo se entiende que una *red de ciudades* es:

- i. Un conjunto de ciudades (nodos) que compiten entre sí en un entorno de cooperación.
- ii. Organizado funcionalmente de manera jerárquica y no jerárquica.
- iii. A partir de vínculos (*interrelaciones*) de naturaleza diversa que se establecen mediante las infraestructuras de transportes y comunicaciones.
- iv. Lo que les genera beneficios colectivos (economías, ventajas económicas o políticas) a todos los integrantes de la red.

1.1.6. Redes de ciudades: tipos principales

Las redes de ciudades han sido clasificadas de diversas maneras. Si se considera su *organización funcional*, usualmente se clasifican en redes *jerárquicas* y *poli-céntricas* (Dematteis, 1990 y 1991a), pero si se consideran las razones clave de su surgimiento se clasifican en dos tipos principales: *redes de sinergia* y *redes de complementariedad* (Camagni y Salone, 1993a). Otros han clasificado las redes de ciudades en función de la generación y la transmisión de conocimiento, e incluso de acuerdo con la *escala espacial* de la red, con la *intensidad* de los intercambios entre los integrantes de la red y con la estabilidad o *escala temporal* de la red (Klaasen, Rooij y Van Schaick, 2007).

Clasificación según su organización funcional

En términos de su *organización funcional*, las redes de ciudades se pueden clasificar en *jerárquicas*, *policéntricas* y *equipotenciales* (Dematteis 1990: 29-33; Dematteis 1991: 421-423). Las *redes jerárquicas* son las que se asemejan a lo que propone la TLC. Las interacciones entre los asentamientos (nodos) de la red son asimétricas (de *abajo hacia arriba* en la jerarquía y no de *arriba hacia abajo*), y la conformación del sistema de asentamientos requiere que exista *contigüidad espacial* entre los integrantes de la red (para la conformación de áreas de mercado continuas en el territorio: idealmente áreas hexagonales que cubren exhaustivamente el espacio). En términos económicos, la organización funcional de los asentamientos tiende al equilibrio (aunque sólo se trate de una tendencia de largo plazo) a partir de las ideas básicas de *población de umbral* y de *alcance de los bienes y servicios*.⁷ Los conceptos de población de umbral y alcance (en el marco de los supuestos altamente restrictivos de la TLC) definen el tamaño, la jerarquía, el número, las funciones y la distribución espacial de los asentamientos en el territorio (Garrocho, Chavéz y Álvarez, 2002).

Las *redes policéntricas* se organizan por razones de *complementariedad* o de *sinergia*, lo que no implica que se requiera construir interrelaciones *simétricas*. Los nodos (ciudades) que articulan la red pueden ser altamente desiguales y, en consecuencia, las interrelaciones pueden ser también altamente *asimétricas* y *multidireccionales* (Dematteis, 1991: 422) (de *abajo hacia arriba*: de las ciudades de menor rango en la jerarquía hacia las de mayor rango, como en la TLC; de *arriba hacia abajo*: de las ciudades de mayor rango en la jerarquía hacia las de menor rango, lo que no considera la TLC; y *horizontales*: entre ciudades del mismo rango, lo que tampoco es considerado por la TLC). Ya sea que se trate de *complementariedad* o de *sinergia*, las ciudades que integran la red se especializan y se dividen el trabajo a escala urbana, aunque no debe entenderse que esto se genera en un entorno urbano *armónico*, sino en un contexto de *intensa competencia* que requiere al mismo tiempo de fuerte *cooperación* (si no hay cooperación no hay interacciones, y si no hay interacciones no se genera una red de ciudades). Es decir, en un ambiente de *competencia cooperativa* (véanse las secciones anteriores). En este clima de competencia cooperativa, las ciudades

⁷ Recordar que la población de umbral es la población mínima necesaria para hacer viable la oferta de un bien o servicio, mientras que el alcance de un bien o servicio es el costo de transporte máximo (o la distancia máxima, de acuerdo con los supuestos de la TLC) que están dispuestos a pagar (o recorrer, si se habla de distancia) los consumidores por adquirir un bien o servicio. Véase la sección 1.1.

(los nodos de la red) tratan de obtener diversos tipos de economías (ventajas o ahorros); por ejemplo: de *aglomeración* (las unidades económicas se aglomeran en el espacio y lo mismo ocurre con las ciudades que tratan de interactuar con las ciudades más cercanas), de *escala* (por el hecho de producir mayores cantidades para satisfacer las necesidades de la red) o *de red* (que se refiere a las economías o ventajas generadas por el hecho de funcionar en una red cooperativa-competitiva), por mencionar algunos ejemplos.

Las *redes policéntricas* no tienden al equilibrio, como en el caso de la TLC, y, por tanto, en este entorno los conceptos de población de umbral y alcance de los bienes y servicios pierden potencia (salvo para el caso de los flujos del sistema terciario al menudeo). En consecuencia, la organización de la red no requiere de áreas de mercado discretas y contiguas, ni considerar el espacio en términos discretos, por lo que las redes policéntricas pueden adoptar estructuras funcionales irregulares y discontinuas en el espacio (Dematteis, 1991: 423).

Por su parte, las *redes equipotenciales* se fundamentan en interacciones *simétricas* o *cuasisimétricas* entre las ciudades de la red. Esto se genera del hecho de que las actividades urbanas pueden localizarse en cualquier nodo de la red (incluso entre los nodos), no siguen un patrón definido y la razón de su localización es aprovechar las *ventajas-ahorros* derivadas de la complementariedad. La generación de redes equipotenciales es poco común y éstas tienden a ser inestables (Dematteis, 1991). Como puede intuirse, las redes equipotenciales son una elaboración abstracta con poca importancia analítica para entender el funcionamiento de redes de ciudades en el mundo concreto.

Clasificación según las externalidades de red

En términos de sus externalidades, las redes de ciudades se pueden clasificar en redes de *complementariedad*, redes de *sinergia* y redes de *innovación* (Camagni, 1994: 74). Las redes de *complementariedad* se generan entre ciudades especializadas que al complementarse mutuamente construyen interacciones de intercambio. Así, cada centro logra un mercado más grande que si actuara de manera independiente, con lo que genera economías de escala, de aglomeración y de red (Johansson y Quigley, 2004). Existen numerosos ejemplos de este tipo de economías: Broadway en Nueva York, los centros de diseño de Milán o París, las actividades de los juegos de azar en Las Vegas, o el área metropolitana de Padua-Treviso-Venecia (Camagni y Salone 1993: 1059).

Las *redes de sinergia* se construyen entre *nodos* (ciudades) con actividades similares que cooperan entre sí de manera no planificada, lo que potencia las capacidades de todos los integrantes de la red y produce diversas ventajas y economías. Estas redes a menudo se componen de centros de alto rango en la jerarquía urbana que actúan como generadores y transmisores de *información altamente especializada* (información financiera o técnica, por ejemplo) y que ofrecen servicios de alto orden. Por ejemplo, la *red de ciudades financieras* Nueva York-Londres-Tokyo-Hong Kong o la *red de ciudades universitarias* como Cambridge-Providence-Nueva York-Hanover-Filadelfia-Princeton-New Haven, que está localizada al noreste de los Estados Unidos.

También se forman *redes de sinergia* entre ciudades de menor orden en la jerarquía, que se especializan en las mismas funciones pero que obtienen *externalidades positivas* de funcionar en red. Ejemplos de estas redes pueden ser la red de asentamientos turísticos de la Riviera Maya (desde Isla Holbox, pasando por Cancún y Playa del Carmen, hasta Punta Allen) (Figura 1.7) o la de la costa norte del Pacífico mexicano (desde Barra de Navidad hasta Bucerías) o el conglomerado de los juegos de azar Las Vegas-Reno-Lake Tahoe en los Estados Unidos.

Las *redes de innovación* son un tipo específico de redes de sinergia (Cammagni y Salone, 1993), sólo que en este caso la cooperación es planificada con el propósito de alcanzar la *masa crítica* suficiente para impulsar un determinado proyecto y lograr las economías o las ventajas que se requieren. Un buen ejemplo de este tipo de red es la que integran los cerca de treinta asentamientos que conforman la *red de ciudades de innovación* de Silicon Valley en los Estados Unidos (Figura 1.8).

Clasificación según la escala espacial de la red

Las escalas básicas de las redes de ciudades son la *regional* (o subnacional), la *nacional* y la *internacional* (incluyendo la escala *global*). Los factores que determinan que una ciudad pertenezca a una red (o a varias redes) de una cierta escala (o varias escalas) son su *magnitud* (en términos de producción y consumo) y su *grado de especialización* en la producción de bienes y servicios. Las redes de escala regional (o subnacional) se generan entre ciudades relativamente cercanas; por ejemplo, la red de ciudades del Bajío mexicano (Celaya, Irapuato, León, San Felipe, Querétaro, Guanajuato y Dolores Hidalgo, entre otras), que, según algunos, cubre 107 municipios de Guanajuato, Querétaro, Michoacán y Jalisco (Ramírez y Tapia, 2000: 95).

Figura 1.7

Red de ciudades turísticas de la Riviera Maya (México)

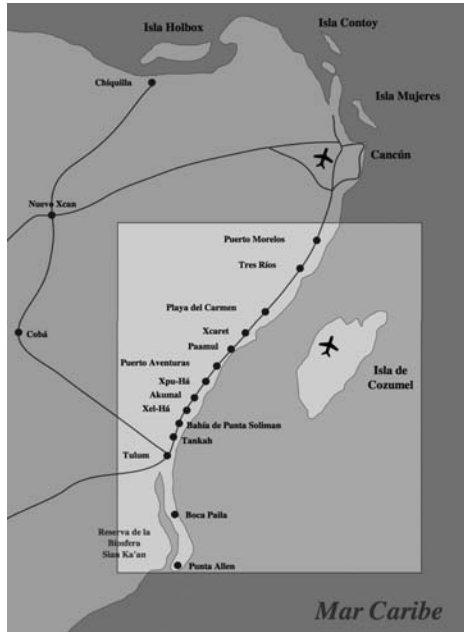


Figura 1.8

Red de ciudades de Silicon Valley (California, Estados Unidos)



Las redes de escala nacional cubren todo el territorio de un país y, por conveniencia analítica (o de limitaciones de información), a menudo se restringen (artificialmente) a las fronteras nacionales. Sin embargo, lo usual es que las interacciones de las ciudades fronterizas rebasen los límites político-administrativos del país (véanse buenos ejemplos de esto para la frontera norte de México en Alegría, 1989 y 1990), que son arbitrarios y responden a situaciones históricas, pero que no reflejan el funcionamiento real ni de la economía ni de la sociedad en el territorio (Garrocho, Álvarez y Chávez, 2011) (ejemplos de análisis de redes de ciudades a escala nacional se pueden ver en Bourne, Sinclair y Dziewonski, 1985; ejemplos a escala nacional para México son Conapo, 1991, y Sedesol, 2009).

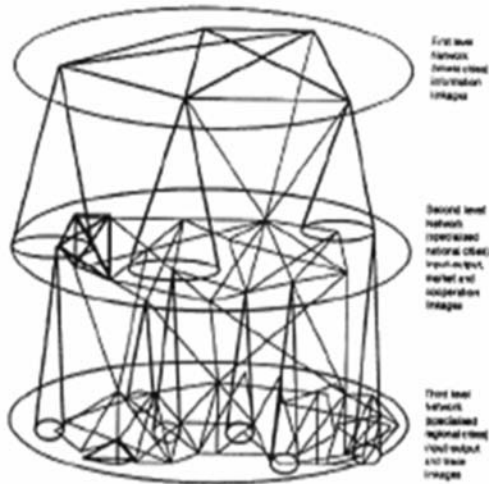
Finalmente, las redes de *escala mundial* están integradas normalmente por ciudades de gran tamaño especializadas en bienes y, particularmente, en servicios del orden más alto, localizadas a grandes distancias entre sí (por ejemplo, Nueva York y Londres, o Tokyo y Hong Kong) (Knox y Taylor, 2000; Brenner y Keil, 2006). A esta escala espacial, las interacciones dependen de sistemas de transporte especializado (aéreo y marítimo, fundamentalmente) y de eficientes canales de telecomunicaciones (telefonía e Internet) (Sassen, 1998). Ejemplo de *redes urbanas globales* son las que integran los principales centros financieros mundiales.

Las redes de ciudades coexisten en diversas escalas espaciales superpuestas, a diferentes niveles de interacción (Figura 1.9) (Camagni, 1994). En la Figura 1.9 (que Camagni llamó la figura de *pastel de bodas*, haciendo referencia a sus diferentes niveles), queda claro cómo funcionan simultáneamente las tres principales escalas de las redes de ciudades (regional, nacional e internacional), en estructuras jerárquicas, no jerárquicas y mixtas, donde las ciudades pueden interrelacionarse con más de una red a diversas escalas geográficas.

Clasificación según tipo de interacción

Esta clasificación incluye dos categorías: la de redes que se integran por razones explícitas de *cooperación planificada* y el resto, es decir, las que se integran por razones de interacción funcional de cualquier otro tipo. Las redes de *cooperación explícita* usualmente se forman para impulsar planes y proyectos comunes, o para intercambiar experiencias en temas muy específicos que pueden beneficiar a los integrantes de la red (por ejemplo, en materia de políticas urbanas). En este contexto, los diversos agentes interesados de cada ciudad que es parte de

Figura 1.9
Escalas geográficas y niveles de interacción de las redes de ciudades



Fuente: Camagni, 1994.

la red actúan de manera coordinada y cabildan para promover sus proyectos y políticas.

Las mancomunidades españolas podrían ser un ejemplo de *redes de ciudades de cooperación*, dado que impulsan proyectos y políticas de beneficio común. Lo mismo podría decirse de las ciudades del estado de Guanajuato (que es uno de los pocos estados del país que cuenta con un sistema de ciudades altamente dinámico, denso y consolidado), las ciudades de la Riviera Maya o, incluso, las de Bahía de Banderas (que se localizan en dos entidades federativas de México: Jalisco y Nayarit). En ocasiones, estas redes de ciudades se constituyen como un solo actor formal para interactuar coordinadamente con instituciones y empresas nacionales e internacionales, y con gobiernos de diferentes niveles. Ejemplos de esto son la *Red de Ciudades Turísticas Iberoamericanas*, la *Red Iberoamericana de Ciudades Digitales*⁸ o la *Red de Municipios por la Salud*, que opera a escala nacional y estatal en México (SS, 2010).

⁸ Red de Ciudades Turísticas Iberoamericanas: <<http://www.iberomunicipios.org/iberomunicipios/default.aspx>> .

Clasificación según la estabilidad temporal de la red

En esta clasificación se hace una distinción entre redes estables y *redes coyunturales*. Las redes estables se derivan de interacciones que permanecen a lo largo del tiempo, aunque, naturalmente, se registren cambios en la intensidad o frecuencia de las interacciones que irán modificando la configuración de la red. Ésta es la situación normal, ya que las redes urbanas son, por definición, dinámicas, no estáticas. Ejemplos de estas redes de ciudades que se mantienen en el tiempo, son las del Bajío, la del occidente de México que se articula principalmente a partir de la zona metropolitana de Guadalajara, o la del norte-centro de México que es liderada por Monterrey y que incluye ciudades tan importantes como Saltillo y las zonas metropolitanas de Reynosa-Río Bravo y Matamoros.

Por su parte, las *redes de ciudades coyunturales* son efímeras, porque la fuerza gravitatoria que las mantiene vinculadas emana de proyectos o de objetivos muy específicos. Una vez que se cumplen, las redes no tienen razón de existir y desaparecen. Ejemplos de este tipo de redes pueden ser las derivadas a partir del funcionamiento de la presa de El Cuchillo (que pertenece a Nuevo León, Coahuila y Texas), o la red de ciudades *Walk 21*⁹ que promueve el desarrollo de ciudades sustentables y comunidades eficientes donde la población prefiera caminar o transportarse en vehículos que no impliquen contaminar el medioambiente. *Walk 21* está integrada, entre otras, por ciudades tan importantes como Nueva York, Barcelona, Toronto, Melbourne, Zúrich, Copenhague, Portland, San Sebastián, Perth y la ciudad de México, entre otras.

1.2. Propuesta técnica para develar la red de ciudades de México

1.2.1. Teoría de interacción espacial

La teoría de interacción espacial (TIE) se origina a principios de los años treinta, cuando un consultor norteamericano (William J. Reilly, 1931) puso en duda la idea de que los consumidores acudían habitualmente al asentamiento más cercano para abastecerse de bienes y servicios. Él propuso que además de los costos de transporte intervenía la *atractividad* de los destinos. En este contexto,

⁹ *Walk 21*: <<http://www.walk21.com/default.asp>>.

se podía explicar por qué las localidades más importantes y accesibles atraían más consumidores que los asentamientos pequeños y menos accesibles. En otras palabras, por qué las ciudades más importantes tenían *áreas de mercado* más extensas y con mayor potencial económico que las más pequeñas.

A diferencia de los planteamientos *intuitivos* (aunque *relativamente acertados*) de Reilly, la TIE se apoya más en argumentos derivados de la *microeconomía* para establecer la relación entre *costos de interacción* (entre los consumidores y los destinos) y *atractividad* de los asentamientos, y añade un elemento nuevo: la *utilidad* (o satisfacción) que obtienen los consumidores de acudir a un determinado destino. En otras palabras, la TIE establece un sistema de fuerzas contrapuestas (costo de interacción y atractividad, incluyendo la utilidad del consumidor) que define el comportamiento espacial de los consumidores, y en consecuencia las decisiones locacionales de los empresarios (recordar que la ciudad se puede entender como una aglomeración de firmas y de población; O'Sullivan, 2007).

Las grandes virtudes de los planteamientos de Reilly son que se fundamentan en una fina observación de la realidad y que pueden ser transformados en modelos matemáticos que permiten simular flujos de compradores en el territorio y generar escenarios probables ante cambios en el entorno o para evaluar *ex ante* diversas decisiones de las firmas. Estos escenarios resultan fundamentales para informar la toma de decisiones locacionales de los empresarios.

Sin embargo, al no tener un contenido teórico propio, Reilly retomó los planteamientos de la Ley de la Gravitación Universal de Newton, con lo que su modelo (correcto en lo general) resultó demasiado rígido y general, incapaz de capturar las singularidades del mundo real. La TIE, por el contrario, al fundamentarse en principios *microeconómicos* y en la *maximización de la entropía*,¹⁰ puede desarrollar modelos más poderosos y robustos, en términos

¹⁰ Sobresimplificando, la *maximización de la entropía* puede ser entendida como el *estado más probable de un sistema* (i.e. un conjunto de orígenes y destinos interrelacionados por flujos de personas entre ellos), a partir de la generación de *distribuciones de probabilidad* de forma sistemática y objetiva, apoyadas en *información incompleta*. Dicho en otras palabras, al seleccionar la distribución de *máxima incertidumbre* (la incertidumbre se puede entender como falta de información) se hace uso de toda la información disponible y al mismo tiempo se evita hacer suposiciones sobre información que *no está disponible* para el sistema que se analiza. En general, cuando existen restricciones de información, la distribución estadística resultante (por ejemplo: la distribución de viajes entre orígenes y destinos) tendría que ser aquella *con la más alta probabilidad de ocurrir*, dentro de la clase de las distribuciones compatibles con la información disponible. La justificación matemática de la maximización de la entropía *aplicada a los modelos gravitacionales y de interacción espacial* puede verse en Wilson, 1970, o en Ortúzar y Willumsen, 2008.

tanto teóricos como matemáticos, que permiten representar *singularidades* de sistemas complejos, ya que se apoya en el comportamiento espacial observado de los consumidores.

Por ahora, baste con lo que se ha mencionado de la TIE. En el Capítulo 2 se explicará de manera muy detallada, se demostrará cómo la TIE es la expresión general de otros enfoques conceptuales que intentan explicar el comportamiento espacial de los consumidores, y se especificará su capacidad para generar modelos matemáticos que permiten simular flujos de compradores en el territorio.

1.2.2. Un modelo de interacción espacial para develar la estructura funcional de la red de ciudades de México

Como se ha visto en las secciones anteriores, son dos los *elementos clave* para definir una red de ciudades: los *nodos* (es decir, las ciudades) y las relaciones entre los nodos (es decir, los *vínculos funcionales* entre las ciudades). En los estudios sobre sistemas de ciudades en México ha sido relativamente sencillo identificar (o seleccionar) los nodos que integran redes de asentamientos a escala regional (Garrocho, 1987) o nacional (Conapo, 1991). Sin embargo, ha sido mucho más complicado disponer de un indicador que realmente refleje las interacciones urbanas.

El tipo de flujos que se han utilizado en México ha variado de acuerdo con la escala del análisis. A escala *microrregional* se han utilizado *flujos de compradores* entre los asentamientos (GESLP, 1998), mientras que a escala de región megalopolitana ha sido más práctico utilizar *flujos vehiculares* (Arias, 1990; Nava, 2009). Sin embargo, cuantificar estos tipos de flujos requiere un intenso trabajo de campo que eleva considerablemente el costo de cualquier estudio que pretenda apoyarse en esta clase de indicadores de interacción, lo que los hace prácticamente inviables para análisis de escala nacional.

Cuando se ha intentado develar la estructura funcional del conjunto nacional de ciudades, el indicador más utilizado ha sido el de los flujos de *llamadas telefónicas* entre ciudades. Este indicador de interacciones urbanas se utilizó primero a escala subnacional (Garrocho, 1987 y 1988) y luego a escala nacional (Conapo, 1991), con un éxito aceptable. La fuente de información de los flujos telefónicos fue la *Encuesta Punto a Punto* que elaboraba cada año la compañía Teléfonos de México (Telmex). Esta compañía tuvo carácter público hasta 1991 y la información de la encuesta estaba disponible de manera abierta. La *Encuesta Punto a Punto* registraba los flujos telefónicos entre ciudades de muy diversos

tamaños de población durante dos o tres semanas de cada año, aunque excluía las *líneas comerciales*, lo cual le restaba poder descriptivo como indicador de interrelaciones urbanas. De cualquier modo, era el indicador más preciso disponible sobre los vínculos funcionales entre los asentamientos del país.

Sin embargo, a partir de la privatización de Telmex en 1991, la información sobre la *Encuesta Punto a Punto* dejó de ser pública. Con esto, se perdió el indicador clave que se había utilizado en México para investigar la estructura funcional del conjunto nacional de ciudades. Desde entonces, cuando se habla del sistema urbano nacional, se hace referencia a un *conjunto de ciudades* con atributos diversos, pero omitiendo el elemento *clave*: las *interrelaciones urbanas*. La razón de esta omisión desde 1991 es la falta de indicadores de interacción que permitan perfilar la estructura funcional del sistema nacional de ciudades. Así las cosas, cuando se habla del *sistema urbano de México*, incluso en la literatura especializada, a lo que se hace referencia es a la publicación del Conapo de 1991, o, simplemente, a *las ciudades del país*. Este segundo caso es una forma común y aparentemente más elegante, pero incorrecta, de referirse simplemente al conjunto de ciudades de México. Nada más.

A partir de 1991 no se han publicado en la literatura académica trabajos sobre la estructura funcional de la red nacional de ciudades de México. Los indicadores de interacción urbana disponibles a escala nacional no permiten hacerlo. La Secretaría de Comunicaciones y Transportes dispone de información de flujos vehiculares, pero son válidos sólo para ciertos tramos carreteros o para derivar las interrelaciones entre entidades federativas. También genera información de flujos aéreos, pero esto aplica sólo para las ciudades que cuentan con aeropuerto, por lo que los estudios que se apoyen en esta información para delinear la estructura funcional de ciudades dejarían fuera del análisis a la gran mayoría de los asentamientos del país (SCT, 2010a).

Existen estudios publicados sobre flujos migratorios a escala de entidad federativa (Garrocho, 1996) que permiten perfilar el sistema migratorio nacional, pero no la red nacional de ciudades. También se han publicado estudios sobre *flujos de viajes al trabajo (commuting)* para definir áreas metropolitanas (Conapo-INEGI, 2003; Sobrino, 2003) y mercados laborales locales (Casado, 2007), pero no son útiles para develar la estructura funcional de la red nacional de ciudades.

Ante la falta de información sobre interacciones urbanas relevantes para definir la red nacional de ciudades, la Secretaría de Desarrollo Social realizó recientemente un estudio, adoptando una *estrategia alterna* (Sedesol, 2009), ya planteada por otros autores en México desde 1992, por lo menos, para análisis

de escala regional y microrregional (Garrocho, 1992a; 2006). Lo que hace la Sedesol es utilizar un modelo gravitacional simple para deducir las relaciones funcionales entre las ciudades mexicanas mayores de 100 mil habitantes.

Este esfuerzo es valioso, pero adolece de importantes debilidades. Destacan las siguientes:

- i. Utiliza el modelo gravitacional *más simple* que reporta la literatura (el de Reilly, 1931), que fue diseñado para simular flujos de compradores de bienes y servicios al menudeo a escala regional, no para analizar el funcionamiento de redes de ciudades a escala nacional.
- ii. No justifica la relación de las variables utilizadas en el modelo gravitacional simple con los factores que *generan* las interacciones urbanas a escala nacional.
- iii. No aclara que los resultados del modelo son flujos funcionales interurbanos *hipotéticos*, imposibles de contrastar con la realidad, porque no existe información *contrafactual* para compararlos.
- iv. Los flujos interurbanos derivados del modelo gravitacional simple no pueden ser entendidos ni siquiera en términos *probabilísticos* (lo cual ya sería una buena aportación) dada la estructura misma del modelo utilizado.

Sin embargo, vale la pena rescatar la idea de la *estrategia alterna* (Garrocho, 1992a y 2006; Sedesol, 2009) para deducir la *estructura funcional* de la red nacional de ciudades, incluyendo las áreas de oportunidad de mejora del reciente estudio de la Sedesol (2009). Estas mejoras serían las siguientes:

- i. Utilizar un modelo de *interacción espacial multivariado restringido* en el origen (Birkin, Clarke y Clarke, 2002; Etzo, 2008; Fotheringham y O'Kelly, 1989; Garrocho, Chávez y Álvarez, 2002) que incorpore las variables clave que generan las interacciones urbanas.
- ii. Estas *variables clave* podrían ser: *a.* el tamaño de la *población total* en cada ciudad como un indicador de la magnitud del mercado (variable de consumo); *b.* el *empleo total* en cada ciudad como un indicador de la magnitud o importancia de la ciudad como productora de bienes y servicios (variable de producción); *c.* la *competitividad* de cada ciudad considerada en el análisis, como un indicador que incide en la atraktividad urbana,¹¹ y *d.* los *costos*

¹¹ Que a su vez también sería una *variable compleja* construida a partir de otras variables probadas en la literatura nacional e internacional (Cabrero, 2009).

de transporte (o costos de interacción) estimados mediante la *distancia* por carretera, *los tiempos de recorrido* por carretera, *el costo de los recorridos* por carretera y *la distancia lineal*, entre las ciudades consideradas.¹²

iii. El diseño del modelo de *interacción espacial multivariado restringido en el origen* permitiría perfilar las interacciones urbanas de manera hipotética, pero sobre una base *probabilística* por su relación con el concepto de la *entropía urbana* derivada por Wilson (1970 y 2000).

Las especificaciones del modelo *interacción espacial multivariado restringido en el origen* deberá derivarse de análisis y corridas experimentales que permitan seleccionar las variables de una manera informada y argumentada. Esto es precisamente lo que se hace en el Capítulo 3 de este trabajo, que se basa en los datos obtenidos de una muestra de 86 ciudades que fueron utilizados en un estudio sobre competitividad urbana en México realizado por el Instituto Mexicano para la Competitividad (Imco, 2010).

Conclusiones

México ha optado por un modelo de desarrollo basado en las ciudades.¹³ Por lo tanto, su futuro se decidirá, justamente, en el desempeño que tengan sus ciudades, que son y seguirán siendo los motores del desarrollo económico y social del país en el largo plazo.

Sin embargo, las ciudades no operan de manera aislada, sino que interactúan entre sí de diversas, complejas y cambiantes maneras. Lo que ocurre en una ciudad repercute en otra, por lo que la perspectiva de conjunto es la más adecuada para entender el funcionamiento del conjunto urbano nacional.

La perspectiva de los sistemas de ciudades ofreció durante décadas una buena visión de los conjuntos de ciudades en diversas partes del mundo. México también realizó un esfuerzo importante al inicio de la década de los años

¹² Aun en esta época de uso intensivo de telecomunicaciones, los encuentros y la comunicación *cara a cara* son fundamentales para generar y sostener en el tiempo aglomeraciones espaciales de actividades urbanas. Véanse Johansson y Quigley, 2004; O'Sullivan, 2007; Gordon y McCann, 2000; entre muchos otros autores. Una revisión amplia de la importancia de los contactos *cara a cara* en las aglomeraciones urbanas se puede ver también en Garrocho Álvarez y Chávez, 2010.

¹³ Lo paradójico es que México no cuente con un área de gobierno de primera importancia (a nivel secretaría de Estado) relacionada con la planeación del elemento clave de su desarrollo: las ciudades.

noventa del siglo pasado (Conapo, 1991), pero no tuvo continuidad a pesar de la importancia que revestía el tema para el desarrollo del país.

La perspectiva de los sistemas de ciudades se fundamentaba, en gran parte, en la TLC, y asumía una estructura de interrelaciones jerárquica (donde las interrelaciones eran sólo de *abajo hacia arriba* a lo largo de la jerarquía), basada en la *dominación* funcional de unas ciudades sobre otras. Sin embargo, la realidad resultó más compleja.

En los conjuntos urbanos del mundo real, las interrelaciones urbanas no eran necesariamente jerárquicas, sino que podían ser bidireccionales, simétricas, de abajo hacia arriba, pero también de arriba hacia abajo, y no se fundamentaban tan sólo en la lógica de la dominación, sino principalmente en una lógica de cooperación competitiva que generaba mayores beneficios netos a las ciudades participantes de las interrelaciones.

Esta nueva forma de entender la estructura de las interrelaciones urbanas recibió el nombre de redes de ciudades, y se demostró que las ciudades que funcionaban en red generaban ventajas y ahorros en la producción de bienes y servicios que se traducían en economías de *escala*, de *variedad* y de *red*, principalmente. Reducían sus costos de transacción, incrementaban la generación de conocimiento y se agilizaba la transmisión de éste entre los miembros de la red, se impulsaba la división del trabajo y por tanto su especialización, y se estimulaba la formación de sinergias y la cooperación (en un marco competitivo), que se traducían en una mayor capacidad de generar innovaciones y en aumentos en la productividad y la competitividad de las ciudades. Adicionalmente, se confirmó el hallazgo fundamental de Pred (1977): la interacción entre ciudades no se limita a aspectos *tangibles* como el intercambio de mercancías o productos, sino que incluye intercambios *intangibles* de información tácita, conocimientos nuevos o mejores prácticas, que impactan positivamente la organización de la producción y la *competitividad* (mediante efectos de retroalimentación o *feedback*). Por eso las interacciones en red requieren de medios que permiten la conectividad urbana, especialmente conexiones de transporte e infraestructuras de telecomunicaciones, que resultan estratégicas para la conformación de redes de ciudades.

Así, en la visión de *red*, la colaboración competitiva entre ciudades es crucial, usualmente espontánea, y genera ventajas muy poderosas que se incorporan a la función de producción urbana, sólo cuando las ciudades operan en red. Estas ventajas y economías no existen para las ciudades aisladas de la red. A mayor integración a la red, mayores ventajas, y viceversa. Esta generación de

ventajas y economías de red, derivadas de una competencia cooperativa, son la *diferencia clave* entre la visión tradicional de los sistemas de ciudades y la perspectiva de las redes de ciudades.

La idea de las redes de ciudades ha sido adaptada a diversas escalas espaciales. En su expresión de mayor magnitud estarían las redes de ciudades globales, y en su escala menor, las redes microrregionales y la ciudad-región. Este segundo concepto, en particular, ofrece grandes oportunidades de complementariedad con la idea de red y debería explorarse empíricamente en nuestro país, a pesar de las dificultades operativas que implica.

La revisión conceptual realizada en este capítulo culmina con la definición de red que será utilizada a lo largo del trabajo. Esta definición propone que una red de ciudades es un conjunto de ciudades (*nodos*) que compiten entre sí en un entorno cooperativo, organizado funcionalmente de manera tanto jerárquica como no jerárquica a partir de vínculos (*interrelaciones*) de naturaleza diversa que se establecen mediante las infraestructuras de transportes y comunicaciones, lo que les genera beneficios colectivos (economías, ventajas económicas o políticas) a todos los integrantes de la red.

Esta definición de red de ciudades se ajusta notablemente a lo que propone la TIE. Sintetizando sus argumentos, la TIE propone que la magnitud de los flujos que atrae un asentamiento es inversamente proporcional a los *costos de transporte* que se deben sufragar para acceder a él, y directamente proporcional a lo *atractivo* que les resulte a los diversos agentes localizados en el resto de las ciudades. Expresado de otra manera: la *magnitud* y la *dirección* de los flujos interurbanos –y las decisiones locacionales de los empresarios– dependen, simultáneamente, de la relación entre *dos fuerzas opuestas*: los *costos de interacción* (que *inhiben* las relaciones entre las ciudades) y la *atractividad de las localidades* (que *animan* la interacción y la generación de flujos). Esta explicación tiene la ventaja adicional de que puede ser traducida en modelos matemáticos operativos que permiten *replicar* o *simular* flujos funcionales interurbanos.

Así, el capítulo cierra con la propuesta general del modelo de interacción espacial que se utilizará en la parte empírica de este trabajo. Los detalles operativos del modelo, como la selección de las variables o la definición del valor del parámetro de la fricción de la distancia, se analizan y prueban experimentalmente en el Capítulo 3.

Por lo tanto, en este capítulo ha quedado claro el concepto de red de ciudades y sus ventajas conceptuales y operativas sobre el de sistemas de ciudades. Se cuenta ya con una definición clara del concepto de red de ciudades en el

contexto de este trabajo, y se ha identificado de *manera general* la estructura teórica y operativa (la TIE) para instrumentar el concepto de red de ciudades con el fin de develar su estructura funcional en México. Lo que procede ahora, es justificar en detalle y plenamente la *pertinencia* de la estructura teórica y operativa que se ha identificado para analizar empíricamente la estructura funcional de la red de ciudades de México: la TIE. Si se logra esto, se contará con la plataforma conceptual, teórica y operativa *suficiente* para enfrentar el análisis empírico. Justamente en el siguiente capítulo se intenta demostrar la pertinencia de la TIE para los propósitos de este trabajo.

**La teoría de interacción
espacial: fusión de enfoques
teóricos para identificar
la estructura funcional de
redes de ciudades**



2

Introducción

LA EXPLICACIÓN DE las relaciones funcionales entre ciudades se puede apoyar en diversos enfoques teóricos. Esta diversidad de enfoques enriquece el análisis, pero al mismo tiempo dificulta lograr la mezcla balanceada entre *teoría* y *práctica* que busca la moderna planeación de redes urbanas. Sin embargo, y éste es un punto central en este capítulo, al analizar en detalle los enfoques conceptuales disponibles para explicar las interrelaciones urbanas a escala nacional y regional (o subnacional) se detectan diversos argumentos en común y se descubre que los principales enfoques pueden ser sintetizados en una sola estructura conceptual: la que ofrece la *teoría de interacción espacial (TIE)*.

En lo que sigue de este texto se demuestra esta aseveración, lo que resulta relevante porque así se contará con una visión más integral de la teoría disponible. Una visión que al combinar *coherentemente* conceptos teóricos abstractos originados en diversas disciplinas, con poderosas herramientas de planeación, puede contribuir a diseñar mejores alternativas de planeación de la red de ciudades de México, a escala tanto del país en su conjunto como de las regiones que lo integran.

Si bien en el Capítulo 1 se adelantaron algunos rasgos de la TIE, en éste se revisa la teoría en detalle y se vincula con los otros enfoques teóricos clave para entender las redes de ciudades orientadas al desarrollo social. Este punto es

central para este trabajo, porque la TIE es la estructura conceptual y operativa del trabajo empírico. Ni más ni menos.

Esta parte del documento se organiza de la siguiente forma: primero se presentan las premisas básicas del desarrollo del capítulo. Esta sección es importante porque precisa los alcances y las limitaciones del trabajo. Luego se explican los tres principales enfoques que dan cuenta de las relaciones funcionales entre asentamientos y posteriormente se integran en la estructura conceptual de la TIE. Esta parte del capítulo se inicia con la explicación de la *teoría de la conducta del consumidor* (derivada del enfoque microeconómico), pero traducéndola a términos espaciales. Esto es lo que constituye la “plataforma oculta” donde se apoya la TIE desde los trabajos pioneros de Reilly (1931) sobre los modelos gravitacionales. El segundo enfoque que se examina es la *teoría de lugar central*, que es fundamental para entender la jerarquía y la distribución espacial de los asentamientos, y constituye uno de los pilares de la planeación regional y el análisis de las redes de ciudades. El tercer y último enfoque que se revisa es, naturalmente, la TIE, de la que se destacan sus principales argumentos y sus notables ventajas operativas para apoyar la planeación de redes de ciudades.

Una vez perfiladas las piezas de la estructura conceptual, se procede a ensamblarlas, siguiendo la lógica de la TIE, para demostrar que ésta considera, implícita o explícitamente, los principales argumentos y conceptos de los otros enfoques teóricos sobre las interacciones de ciudades, con una significativa ventaja que la hace superior a los otros dos en la arena de la planeación de las redes de ciudades: su posibilidad para traducir los *conceptos teóricos* en *modelos espaciales de simulación* de configuración de redes de ciudades.

Con el fin de ganar en claridad, se utiliza un lenguaje deliberadamente sencillo y se presentan diversas gráficas y ejemplos numéricos que apoyan las líneas de argumentación de este capítulo.

2.1. Premisas centrales y premisas subsidiarias

2.1.1. Premisas centrales

Las premisas centrales que soportan los argumentos que se presentan a lo largo de este capítulo son las siguientes:

- i. No existe una red de ciudades *única*. Lo que existe es una red de ciudades para *cada propósito* de planeación o de política (tanto pública como privada).

Por tanto, el primer punto que hay que resolver es *cuál es el propósito* para el que se pretende definir una red de ciudades. En función del propósito es posible identificar la red. Ésta es una situación exactamente igual a la de los ejercicios de regionalización: no existe una regionalización única, sino que se regionaliza en función de objetivos de planeación y política ya establecidos. Es fundamental tener siempre en mente una consideración fundamental: las redes de asentamientos son, simplemente, un tipo específico de región: *una región funcional*.

- ii. En este trabajo se asume un propósito de política orientado a:
 - a. Apoyar las decisiones de inversiones públicas y privadas, en términos de su *escala y localización* espacial, sectorial y temporal.
 - b. Ajustar la distribución espacial de la población de acuerdo con las potencialidades de la red de ciudades.
 - c. Integrar más eficazmente el territorio.
 - d. Ofrecer elementos que permitan simular escenarios para evaluar *ex ante* decisiones de política e inversión.
- iii. Por lo tanto, las interacciones urbanas que resultan centrales para este trabajo son las que se derivan de la *movilidad de bienes, servicios y consumidores* en el territorio. Estas interrelaciones son de las más importantes en términos de la relación entre el desarrollo social y la planeación de las redes de ciudades a escala nacional y regional porque:
 - a. Permiten *aprovechar mejor las redes de ciudades* para ofrecer a la población bienes y servicios fundamentales para el desarrollo social, tanto públicos como privados. Esto se asocia con la *localización espacial* de la oferta de bienes y servicios, de acuerdo con la cambiante distribución territorial de la demanda.
 - b. Ofrecen información fundamental para identificar las subredes de ciudades a escala regional (que a su vez integran la red nacional de ciudades), lo que es un insumo central para estimar la oferta y la demanda de bienes y servicios públicos y privados. Esto se asocia con la *escala* y la *localización sectorial* de las inversiones públicas y privadas que se requieren en cada subred de asentamientos.
 - c. Facilitan *monitorear la evolución* presente y futura de la red y subredes de ciudades para reaccionar a tiempo (e incluso con anticipación) en función de los objetivos de política que se tengan establecidos. Esto se vincula con la *oportunidad* de llevar a cabo inversiones públicas y privadas en el territorio. Es decir, con la *localización temporal* de las inversiones.

- d. Generan insumos clave para *planear y ajustar la distribución espacial de la población* de acuerdo con las *posibilidades* de las subredes de asentamientos y con los *objetivos* de desarrollo nacional, regional y urbano. Es decir, producen información para apoyar las estrategias orientadas a *modificar la distribución espacial de la demanda*, de tal forma que sea *menos costoso* satisfacer sus necesidades y aspiraciones de bienes y servicios públicos y privados.
- e. Facilitan la *integración funcional del territorio*, que es fundamental para generar efectos multiplicadores en toda la red, elevar la especialización de las ciudades, producir economías diversas (de escala, de variedad y de red, principalmente) entre los integrantes de la red, reducir los costos de transacción, impulsar los intercambios tangibles (bienes y servicios) e intangibles (nuevas ideas, mejores prácticas) y, finalmente, incrementar la competitividad regional y urbana.
- f. Ofrecen una imagen de la manera como se organizan funcionalmente las redes de ciudades y, por tanto, abren la *oportunidad para intentar mejorar ese funcionamiento en términos de objetivos claros de política pública*. Por ejemplo: fortalecer ciertos asentamientos para que desempeñen un papel más estratégico en sus regiones, lo que implica decisiones de localización de inversiones públicas y privadas en ciertos sectores de la economía, de determinadas escalas y en momentos específicos; construir infraestructura para fortalecer la vinculación entre asentamientos y subredes de asentamientos; diseñar políticas de distribución espacial de la población; o simular escenarios que permitan evaluar *ex ante* diversas alternativas de políticas públicas y privadas, tendentes a fortalecer el funcionamiento y la vinculación de la red y subredes de ciudades.

Existen también otras formas de interrelaciones urbanas que no se ven afectadas por el territorio y que son clave para la economía. Por ejemplo, los flujos financieros a escala global que conectan orígenes y destinos localizados a decenas de miles de kilómetros de distancia, de manera instantánea y cambiante, casi segundo a segundo. Esto flujos son fundamentales para la macroeconomía y tienen fuertes impactos en las economías regionales y urbanas (basta revisar la crisis financiera que afecta al mundo desde 2008 y los casos específicos de Grecia, Irlanda, Portugal o España, entre otros), pero no son objeto de estudio de este trabajo, porque no se relacionan de manera directa con la planeación de la red y las subredes de ciudades (tal como se definieron en el Capítulo 1)

orientada al desarrollo social, y con los *focos estratégicos* de su planeación que se establecieron al inicio de esta sección: *i. localización espacial* de la oferta de bienes y servicios públicos y privados clave (incluyendo infraestructura, por supuesto); *ii. escala y localización sectorial* de las inversiones en bienes y servicios públicos y privados; *iii. localización temporal* de las inversiones; *iv. distribución espacial de la población*; *v. integración más eficiente* de los asentamientos, y *vi. simulación de escenarios para la evaluación ex ante de políticas públicas y privadas*.

Cabe mencionar que existen otros *flujos intangibles* que son muy importantes para el análisis de las redes de ciudades, como los flujos telefónicos o por Internet, ya que su comportamiento está muy ligado a la organización funcional de los asentamientos, por lo que su análisis resultaría de gran utilidad en este trabajo. Sin embargo, como se mencionó en el Capítulo 1, esta información no está disponible en nuestro país.

2.1.2. Premisas subsidiarias

Si se aceptan las premisas centrales explicadas en la sección anterior, se puede concluir que la configuración de las redes de ciudades (*jerarquía y organización funcional*, principalmente) depende de la estructura y el comportamiento espacial de los *mercados públicos y privados* (es decir, los mercados relacionados con la oferta y la demanda de bienes y servicios clave para el desarrollo social, tanto públicos como privados), y que el desarrollo de estos mercados depende, en gran parte, de que *oferentes y consumidores coincidan en el espacio y en el tiempo*. Esto significa que los bienes y los servicios pueden moverse hacia los consumidores, o que éstos pueden trasladarse hacia los puntos de oferta de bienes y servicios.

Por supuesto, existen excepciones. Se puede mencionar el comercio que se realiza por catálogo, televisión o Internet, y aun en esas situaciones la variable espacial está presente, pues los costos de transporte correspondientes al envío del bien le son cargados al consumidor, lo que afecta su toma de decisiones (por ejemplo, los costos de envío internacionales son más elevados en muchas compras realizadas por Internet); a menos de que se trate de un bien intangible (como el envío de un libro electrónico de *Amazon* a su receptor *Kindle* o de una canción de *iMusic* a un *iPod*), o que se manejen costos de envío fijos, donde unos consumidores *subsidian* a otros, como ocurre en México para el caso de ciertos productos como refrescos, cerveza o pan y botanas industrializadas,

cuyo precio es homogéneo en cualquier punto del territorio (aunque en este caso el espacio sigue afectando al consumidor, pero de manera *oculta*, vía los subsidios de unos a otros, y a los proveedores, que deben minimizar sus costos de distribución en el territorio).

Sin embargo, aun en estas situaciones de excepción debe notarse que la reducción de la importancia del espacio en la *conformación de los mercados* se refiere principalmente a rubros de bienes y servicios que manejan *información estandarizada* y que, por tanto, no requieren contactos "*cara a cara*" entre el proveedor y el cliente (por ejemplo: análisis contables de estados de cuenta bancarios, algunos servicios de educación a distancia o servicios de traducción realizados a miles de kilómetros de distancia y enviados por Internet). No obstante, la mayoría de las *actividades clave* relacionadas con la provisión de bienes y servicios clave para el desarrollo social y la *planeación de redes de ciudades* no manejan información estandarizada y sí requieren contactos "*cara a cara*". Por ejemplo: la provisión de servicios médicos, negociaciones legales, educación, o compra de vehículos, por mencionar sólo algunos de los casi infinitos ejemplos disponibles.

Es claro que aun en esta época de *nuevas tecnologías* de la información y las comunicaciones (las llamadas TIC), *la variable espacial sigue siendo crucial*. La prueba más contundente es la existencia misma de las ciudades, donde los *contactos directos* entre oferentes y consumidores, y entre consumidores y mercancías (por mencionar sólo algunos), y las *economías de aglomeración*, que tanto benefician a productores y consumidores, siguen definiendo la *estructura espacial de los mercados y de las ciudades*.

En la literatura especializada es posible identificar tres principales enfoques conceptuales que intentan explicar la *estructura espacial de los mercados* y la manera *como funcionan y se articulan las redes y las subredes de asentamientos* (aunque también se pueden aplicar a espacios intraurbanos), a partir del comportamiento espacial de oferentes y consumidores. Como se verá, estos enfoques son distintos, pero complementarios, y pueden ser satisfactoriamente acomodados en la estructura conceptual de la TIE, para formar así una sólida plataforma analítica y operativa que apoye la toma de decisiones de políticas públicas relacionada con la planeación de las redes y las subredes de asentamientos en el mundo real.

El hecho de que la TIE sea capaz de incluir los otros principales enfoques conceptuales para la definición de redes y subredes de ciudades (cuyo objetivo sea el desarrollo social, entendido como la provisión de bienes y servicios *clave*)

es particularmente relevante en este texto, porque todo el análisis empírico que se presenta en el Capítulo 3 se basa en el enfoque conceptual de la TIE.

2.2. Teoría espacial de la conducta del consumidor: el enfoque microeconómico

Uno de los supuestos básicos de la microeconomía es que los consumidores tratan de maximizar su *utilidad* (satisfacción), mientras que los empresarios tratan de maximizar sus *beneficios*. Los primeros gastan su limitado ingreso de forma que se eleve al máximo su *bienestar*, y los segundos tratan de organizar eficientemente sus actividades y anticipar las preferencias de los consumidores con el fin de incrementar sus *ganancias* (Pindyck y Rubinfeld, 2008). Este marco de referencia mínimo permite analizar *sistemáticamente* la conducta económica de los consumidores y de los oferentes (tanto públicos como privados).

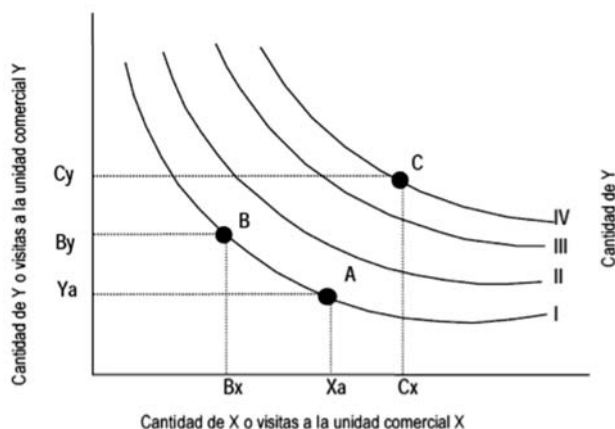
Sin embargo, la teoría microeconómica, expresada de manera ortodoxa, no considera la variable *espacial* y por lo tanto no puede explicar el comportamiento de los agentes económicos *en el territorio*. Es necesario, entonces, traducirla a términos territoriales para derivar algunos argumentos teóricos que permitan entender la lógica de la *conducta espacial de los consumidores* y de las *decisiones locacionales de los oferentes*. Esto es lo que se intenta hacer en los siguientes párrafos.

2.2.1. Utilidad, patrones de viaje y curvas de indiferencia

De acuerdo con la teoría microeconómica, el consumidor asiste a unidades que ofrecen bienes y servicios (a las que se denominarán UBS: unidades oferentes de bienes y servicios) porque obtiene cierta utilidad, ya que en esas unidades satisface ciertas necesidades. Como el consumidor busca *maximizar su utilidad*, que es el objetivo económico de todos los consumidores, acude a la unidad que se ajuste más a sus preferencias personales. Usualmente existen varios puntos de oferta donde el consumidor puede adquirir los bienes y los servicios que requiere. Esto significa que el consumidor puede *combinar sus visitas* a los puntos de oferta con la idea de maximizar su utilidad. Es más, puede diseñar numerosas combinaciones de visitas (es decir, diferentes patrones de viajes a las UBS) que le reporten utilidades iguales. Si se grafican en un espacio cartesiano diversos

conjuntos de combinaciones de viajes *cuya utilidad sea equivalente* (Figura 2.1), se genera lo que los economistas llaman *curvas de indiferencia*.

Figura 2.1
Curvas de indiferencia



Evidentemente, el consumidor prefiere las combinaciones que implican mayor consumo total, porque le producen mayor utilidad. Es decir, prefiere siempre las combinaciones que se encuentren en las curvas de indiferencia más altas (las más alejadas del origen en un espacio cartesiano). Por ejemplo, en la Figura 2.1 se representan varios conjuntos de combinaciones de visitas (patrones de viajes) a dos UBS (X y Y). Los puntos A y B representan dos combinaciones diferentes de viajes a las unidades X y Y. En este ejemplo, ambas combinaciones le proporcionan la misma utilidad al consumidor, por lo que se localizan en la misma curva de indiferencia (la número I). En cambio, el punto C se localiza en una curva de indiferencia más alta (la curva IV), lo que quiere decir que se trata de una combinación que permite mayor consumo (y por tanto genera mayor utilidad) que las combinaciones A o B. Por lo tanto, el consumidor preferirá la combinación C, y todas las que están en esa misma curva de indiferencia sobre las otras combinaciones, porque la utilidad que le reporta es mayor.

Como las ciudades pueden concebirse como aglomeraciones espaciales de UBS y de población (O'Sullivan, 2009), los razonamientos de la microeconomía acerca de las combinaciones de viajes a las UBS se pueden adaptar de manera directa a las *combinaciones de viajes a ciudades y asentamientos*. Basta,

simplemente, con sustituir el término UBS por el correspondiente: *ciudades o asentamientos*.

2.2.2. Patrones de viajes considerando ingresos limitados

Ahora bien, supongamos dos UBS (X, Y) que pertenecen a un mismo grupo estratégico (es decir, a un grupo de empresas o unidades públicas que tienen imagen similar, que ofrecen bienes o servicios parecidos a precios equivalentes y que se orientan al mismo mercado), y cuya principal diferencia es *la distancia* (los costos de transporte) a la que se localizan del consumidor: X se localiza a x unidades del consumidor, y Y a y unidades. En este escenario, el consumidor decide sus viajes a las UBS en función de los costos de transporte. Por lo tanto, sean px el costo de transporte unitario a la UBS X, y py , el costo de transporte unitario a Y. Por costo de transporte se entienden todos los costos (tiempo, dinero, esfuerzo y riesgo, entre otros) tanto objetivos como subjetivos, por cada unidad de distancia recorrida. Supongamos, además, que el consumidor dispone de un *monto limitado de recursos* M (estimado en términos monetarios, en este caso con el fin de ganar claridad en la explicación) para gastar en transportarse a las UBS. En consecuencia, la cantidad que gaste el consumidor en acudir a X (que se puede expresar como xpx) más la que gaste en acudir a Y (ypy) no puede exceder sus recursos disponibles. Por tanto:

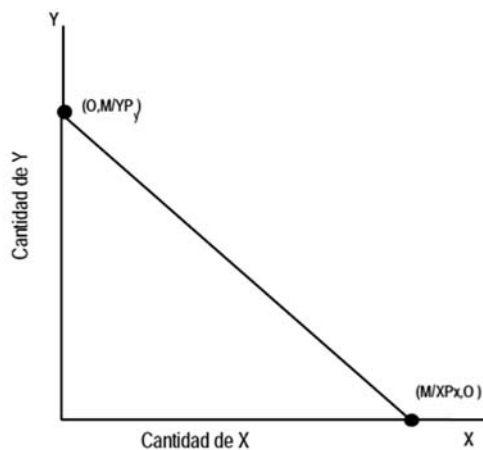
$$M = xpx + ypy$$

Así, la expresión M/ypy indica los viajes que el consumidor puede realizar a la UBS Y si no acude ni una sola vez a la UBS X; y M/xpx representa los viajes que el consumidor puede realizar a X si no acude ni una vez a Y.

Estos valores pueden localizarse en un plano cartesiano: las coordenadas del primero serían (0, M/ypy), y las del segundo (M/xpx , 0).¹ Si se unen estos dos puntos se genera una recta que relaciona costos y recursos disponibles, y

¹ Las coordenadas (0, M/yp) representan la situación en la que todos los recursos disponibles para gastar en transporte se destinan a viajar a la UBS Y (por eso el valor de la ordenada es M/ypy) y por lo tanto no es posible acudir ni una sola vez a la UBS X (como el consumidor no acude a X, se puede decir que el consumo de X es igual a cero, que es, precisamente, el valor de la abscisa). Las coordenadas del otro punto (M/xpx , 0) representan la situación opuesta: todos los recursos se destinan a viajar a la UBS X (por eso el valor de la ordenada es M/xpx) y por lo tanto no se acude ni una sola vez a la unidad Y (como el consumo de Y es cero, el valor de la ordenada también es cero). El primer punto se localiza sobre el eje de las ordenadas (exactamente a M/ypy unidades del origen), y el segundo sobre el de las abscisas (a M/xpx unidades del origen).

Figura 2.2
Línea de presupuesto

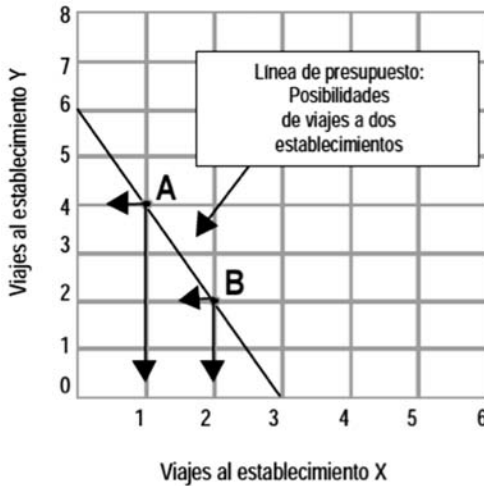


que recibe el nombre de *línea de presupuesto* (Figura 2.2). Cada punto de la línea de presupuesto representa una combinación *posible* (no necesariamente *deseable* como las que representan las curvas de indiferencia) de viajes a las UBS X y Y. Por lo tanto, la línea de presupuesto representa todas las posibilidades que tiene el consumidor con sus recursos disponibles de combinar su gasto en transportarse a ambas UBS.

Todo esto se puede entender mejor con un ejemplo. Supongamos que un consumidor se encuentra a 20 kilómetros de la UBS X y a 10 kilómetros de la UBS Y; que el costo unitario de transporte es de 10 pesos por kilómetro, y que los recursos disponibles del consumidor para transporte ascienden a 1 200 pesos. Esto significa que un viaje completo (*ida y regreso*) a X implica 400 pesos. Por su parte, un viaje completo a Y sólo requiere de la mitad de recursos que el viaje a X (200 pesos). Como el consumidor dispone de 1 200 pesos, los extremos de su línea de presupuesto para gasto en transporte son, para el caso de Y: $1\ 200/200 = 6$, y para el caso de X: $1\ 200/400 = 3$. Esto significa que si el consumidor utiliza todos sus recursos disponibles en viajar a X, podrá visitar esa UBS en tres ocasiones (pero no podrá visitar la unidad Y ni una sola vez); por el contrario, si concentra todo su gasto en viajar a Y, podrá visitar esa unidad seis veces (pero no podrá realizar ningún viaje a la unidad X).

Si se grafican estos valores en un plano cartesiano, las coordenadas de los puntos extremos de la línea de presupuesto son: para X (3, 0), y para Y (0, 6).

Figura 2.3
Combinación de viajes posibles



Entre estos dos puntos extremos se ubican otras combinaciones posibles de viajes a las UBS. Por ejemplo, en la Figura 2.3, el punto A representa una combinación de un viaje a X (400 pesos) y cuatro viajes a Y (800 pesos), y el punto B, dos viajes a X (800 pesos) y dos viajes a Y (400 pesos), lo que es posible dado que en ambos casos los costos suman 1 200 pesos y *no rebasan la línea de presupuesto* del consumidor.

Ahora bien, la línea de presupuesto puede cambiar si cambia la cantidad de recursos disponibles para transportarse a las UBS, o si se alteran los costos de transporte. Por ejemplo, si aumentan los recursos disponibles, la línea de presupuesto se desplaza hacia la derecha, lo que indica que se pueden invertir más recursos en viajar a cada UBS (la línea de presupuesto cambia de A-B a A'-B', en la Figura 2.4). Si, por el contrario, se reducen los recursos, la línea de presupuesto se desplaza a la izquierda (de A'-B' a A-B, en la Figura 2.4), lo que implica que ahora se pueden realizar menos viajes a las UBS.

2.2.3. Lo deseable y lo posible

El supuesto fundamental de que los consumidores tratan de maximizar su utilidad con sus recursos disponibles, significa que deben seleccionar la combinación de bienes *más deseable* (la que *más utilidad* les reporte) de entre todas las combinaciones *posibles* (las que les permita su línea de presupuesto). La

Figura 2.4
Cambios en los recursos disponibles

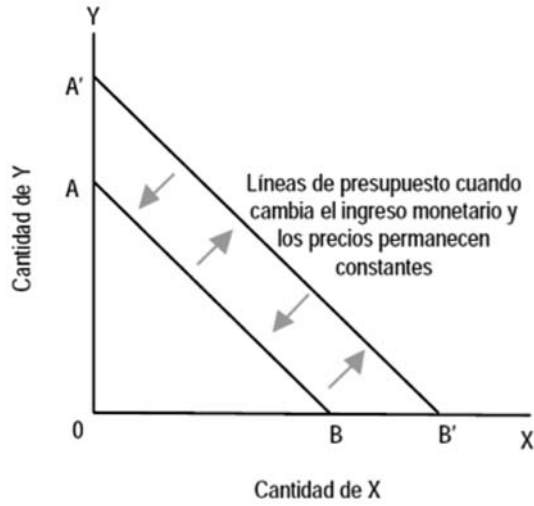


Figura 2.5
El espacio del presupuesto y el mapa de indiferencia

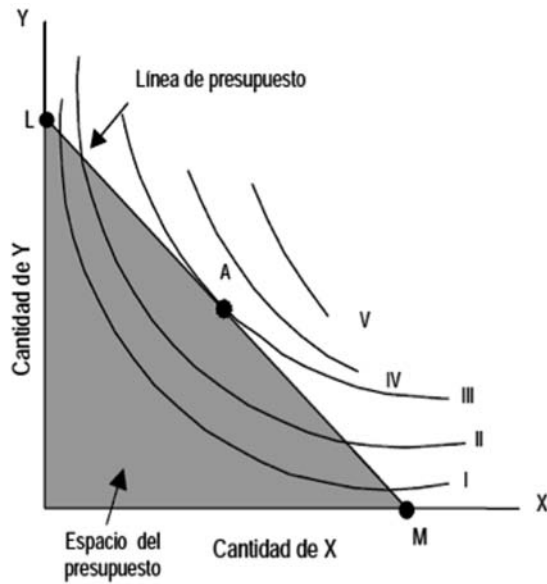


Figura 2.5 ilustra la solución del consumidor. El consumidor no puede cubrir los costos de combinaciones de viajes que se encuentren por encima de su línea de presupuesto. Sería deseable, pero no es posible. Por otro lado, ningún punto situado por abajo de la línea de presupuesto, el llamado espacio de presupuesto, le proporciona al consumidor la máxima utilidad derivada de su gasto, ya que puede alcanzar una curva de indiferencia más alta (que implica mayor consumo y por lo tanto mayor utilidad), sin sobrepasar su línea de presupuesto.

En consecuencia, la posición de máxima utilidad del consumidor (el llamado *punto de equilibrio del consumidor*) se obtiene donde una curva de indiferencia es tangente a la línea de presupuesto: ese punto concilia lo *posible* (definido por la línea de presupuesto) con lo *deseable* (marcado por la curva de indiferencia; es decir, el punto A en la Figura 2.5). En el caso del consumo de ciudades (es decir de las UBS localizadas en las ciudades), el punto de equilibrio representa la combinación de viajes a las ciudades (a sus UBS) que reporta la máxima satisfacción al consumidor, y que puede pagar con sus recursos disponibles.

2.2.4. Considerando cambios de precios

En términos de planeación de redes y subredes de ciudades, cuando se trata de anticipar las consecuencias de diversas políticas públicas, es más común analizar las implicaciones de los cambios en los costos de transporte (medidos, por ejemplo: en tiempo, dinero, energía, distancia y riesgos, entre otras formas) que los efectos de los cambios en los recursos disponibles de los consumidores (quizá porque éstos son más complejos de estimar).

Las consecuencias de los cambios en los costos de transporte en la *conducta espacial del consumidor* son muy interesantes. Si se reducen o aumentan en la misma proporción los costos de transporte a X y a Y, el efecto será el mismo que si aumentaran o se redujeran los recursos del consumidor disponibles para transporte (Figura 2.4). Pero si, por ejemplo, aumentara sólo el costo de transporte a la UBS X porque aumenta el costo del medio de transporte o porque X cambia de localización y se ubica a una mayor distancia del consumidor, la línea de presupuesto incrementará su pendiente (se moverá de A-B a A'-B', en la Figura 2.6), porque los recursos disponibles alcanzarán para realizar menos visitas a X (el cruce de la línea de presupuesto con el eje horizontal del plano cartesiano estará más cerca del origen: es decir, de cero). Por lo tanto, se genera un nuevo *punto de equilibrio* para el consumidor (el punto R, en la Figura 2.7), porque ahora la línea de presupuesto será tangente a una curva de

Figura 2.6
Cambios en los precios

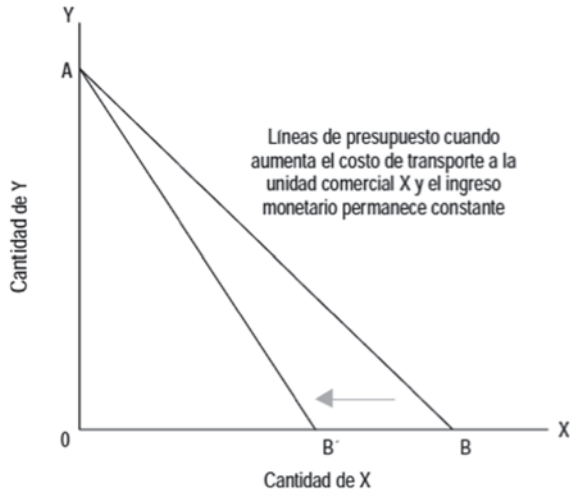
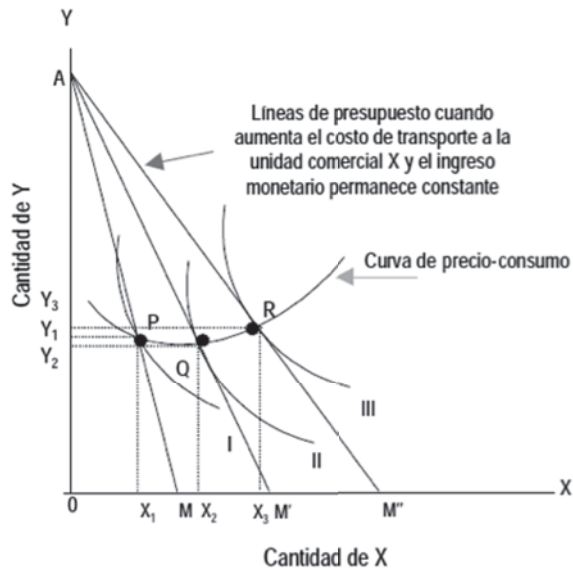


Figura 2.7
La curva de precio consumo



indiferencia más baja (situada más cerca del origen). A la línea que une *puntos de equilibrio sucesivos* (la curva que une los puntos R, Q, P, en la Figura 2. 7) se le llama *curva de precio-consumo*.

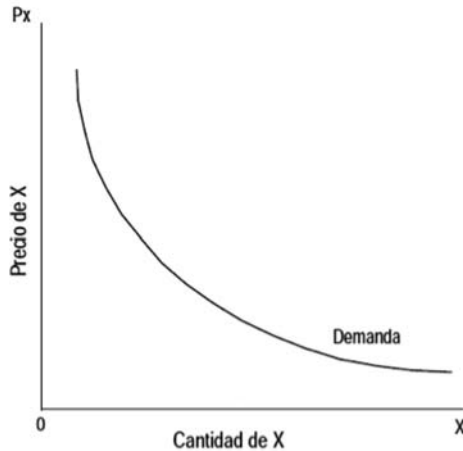
En la Figura 2.7 se observa que en la medida en que aumenta el costo de transporte a la UBS X, se reduce la capacidad del consumidor para trasladarse a esa unidad. En un primer momento, el consumidor puede adquirir OM'' viajes a X (siempre y cuando no asista ni una vez a Y) y el punto de equilibrio del consumidor (R) implica que la combinación que más utilidad le reporta es cuando consume Ox_3 viajes a la UBS X y Oy_3 viajes a la unidad Y.

Cuando X cambia de localización a un punto más alejado del consumidor, la cantidad máxima que éste puede adquirir de viajes a X es OM' y se alcanza el punto de equilibrio Q (lo que implica que ahora el consumo de viajes a X se reduce a Ox_2 y el consumo de viajes a Y a Oy_2); si X vuelve a cambiar de localización a un punto todavía más alejado del consumidor, se alcanza el punto de equilibrio P, en donde la cantidad máxima de viajes a X que puede obtener el consumidor baja a OM . Si se grafica el costo de transporte a las UBS y la cantidad de visitas que el consumidor realiza en cada punto de equilibrio (R, Q, P), el resultado es la *curva de demanda* (Figura 2.8).

La curva de demanda del consumidor relaciona las cantidades de equilibrio en materia de consumo de bienes o servicios (en el caso de este texto: en materia de *visitas a ciudades o a UBS localizadas en ciudades*) cuando los recursos disponibles y los precios de los otros bienes y servicios permanecen constantes. De la construcción de la curva de demanda se desprende un principio básico de la microeconomía: cuando el ingreso y los precios de otros bienes permanecen constantes, la cantidad demandada de un bien o un servicio varía inversamente con su precio.

Si se traduce este principio microeconómico a *términos espaciales*, se deriva uno de los argumentos fundamentales de la geografía económica: si todo permanece constante (en especial la *atractividad* de los destinos), la *magnitud* de los flujos entre un *origen* (por ejemplo, una ciudad) y un *destino* (por ejemplo, otra ciudad) varía *inversamente* con los *costos de transporte*. Este principio microeconómico justifica y respalda la relevancia del análisis de redes y subredes de ciudades y genera una de sus premisas básicas: la dimensión espacial es un referente obligado de la competencia cooperativa interurbana, porque afecta directamente la capacidad de los asentamientos, entendidos como aglomeraciones de población y UBS, para lograr su objetivo principal en términos de

Figura 2.8
La curva de precio consumo



desarrollo social: *atraer consumidores* a sus unidades de bienes y servicios *clave* (educación, salud, procuración de justicia y abasto, entre otros).

2.2.5. Precio de mercado y precio real: economía y espacio

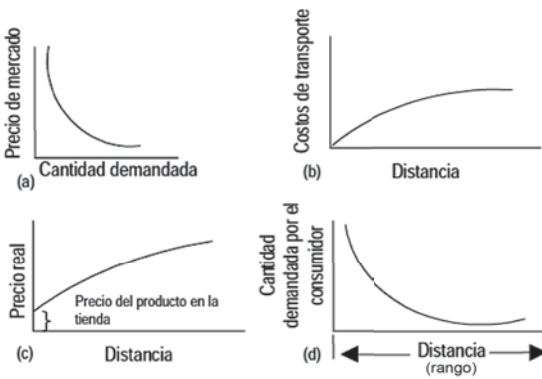
Para incorporar lo espacial en el razonamiento microeconómico del consumo de bienes y servicios, resulta fundamental considerar los *costos de transporte*. Por tanto, es conveniente sustituir el *precio de mercado* de los bienes (el que se paga en el punto de venta, que es el que considera la microeconomía), por lo que Lloyd y Dicken (1977) llaman el *precio real*: el precio de mercado, más el costo de transporte que paga el consumidor (por el viaje completo: de ida y vuelta) al punto de venta (recordar que los costos de transporte incluyen unidades objetivas y subjetivas de tipo monetario, temporal, de incomodidad, inconveniente y energía, entre muchas otras).

Un ejemplo puede aclarar la importancia del *precio real*. Supongamos una UBS localizada en cierta ciudad, que vende cierto bien (Z) cuyo precio de mercado es de \$2.00 el kilogramo. Si los consumidores destinan \$8.00 a la semana para el consumo de Z, podrán adquirir 4.0 kg de Z en ese periodo. Esto es correcto en un análisis microeconómico que *excluya* la variable espacial (es decir: un análisis *aespacial*). Sin embargo, al introducir la dimensión espacial

–y por lo tanto el concepto del precio real de las mercancías–, es claro que la cantidad de Z que realmente pueden adquirir los consumidores depende de la *suma de los dos componentes* del precio real: *i.* el precio de mercado, y *ii.* el costo de transportarse al punto de venta. Esto significa que mientras más lejos se localice el consumidor del punto de venta –en este caso: de la ciudad donde se localiza la UBS–, menor será la cantidad de Z que puede adquirir con sus recursos disponibles (\$8.00), porque mayor será la parte de ese dinero que tendrá que gastar el consumidor en transportarse al punto de venta. El concepto de *precio real* establece una *conexión clave* entre la microeconomía aespacial y la geografía económica. La Figura 2.9 ilustra esta conexión.

En el inciso “a” se representa la tradicional *curva de demanda* de la microeconomía, en donde la cantidad demandada de un bien o servicio varía de manera inversa al precio de mercado (a mayor precio de mercado, menor la cantidad demandada, y viceversa). Sin embargo, el precio de mercado no incluye el costo de transporte que paga el consumidor para trasladarse al punto de oferta. Usualmente, el costo de transporte se relaciona de manera directa con la distancia (a mayor distancia recorrida, mayor costo, y esto se ve en el inciso “b” de la Figura 2.9), y si lo sumamos al precio de mercado obtenemos el *precio real* de los bienes y los servicios. A diferencia del precio de mercado, que no varía

Figura 2.9
Precio de mercado y precio real



- (a) La curva de demanda
- (c) La curva espacial de los precios

- (b) Costos y distancia
- (d) La curva espacial de la demanda

espacialmente, el precio real sí registra variaciones espaciales porque incluye los costos de transporte del consumidor (a mayor distancia entre el consumidor y el punto de oferta, mayor será el precio real, lo que se observa en el inciso “c”). Finalmente, si en el razonamiento microeconómico del comportamiento de la demanda se sustituye el precio de mercado (que es *espacial*) por el concepto de *precio real* (que incluye los *costos de transporte*), se deriva la llamada *curva del comportamiento espacial de la demanda* (en el inciso “d”). La forma de esta curva indica que la cantidad demandada de bienes y servicios variará inversamente con la distancia (o, mejor dicho, con *los costos de transporte*) que exista entre el consumidor y el punto de oferta (a mayor costo de transporte, menor cantidad demandada, y viceversa).

La conclusión es clara: la relación entre costos de transporte, distancia, precios y cantidad demandada es crucial en la planeación espacial de redes y subredes de asentamientos, porque implica que las ciudades (como aglomeraciones espaciales de población y UBS) deberán maximizar su *accesibilidad* al mercado (es decir, a sus *clientes potenciales*) si quieren ser realmente *competitivas/colaborativas* con el resto de las ciudades que integran la red o la subred de asentamientos.

2.3. Teoría de lugar central: el enfoque de la geografía clásica

La teoría de lugar central (TLC), elaborada por Walter Christaller en los años treinta, intenta explicar el número, la distribución espacial y el tamaño de los asentamientos, a partir de la lógica de localización de las actividades terciarias. Es, sin duda, una de las teorías más elegantes de la geografía socioeconómica y ha ofrecido sustento a numerosas políticas de planeación de redes y subredes de ciudades a diversas escalas espaciales (Rondinelli y Shabbir, 1988).

2.3.1. Principales argumentos

Una de las suposiciones más importantes de la TLC es que las ciudades actúan como *centros proveedores de bienes y servicios* de sus regiones circundantes (es decir, son aglomeraciones espaciales de UBS). La intensidad con la que una ciudad sirve a su región como proveedora de bienes y servicios fue llamada por

Christaller *centralidad*: una ciudad es más central, en tanto ofrezca más bienes y servicios a su región circundante (Graizbord y Garrocho, 1987).

Dos conceptos resultan básicos para explicar la distribución, el número y la centralidad de los asentamientos como puntos de oferta de bienes y servicios: *umbral* y *alcance*. Por *umbral* (o, mejor dicho, *población de umbral*) se entiende la demanda mínima que se requiere para hacer viable la oferta de un bien o un servicio (tanto público como privado). Por ejemplo, la población mínima que se requiere para sostener un cine, una escuela o un hospital. Por *alcance* de un bien o un servicio se entiende la distancia máxima (o *costo de transporte máximo*) que los consumidores están dispuestos o pueden recorrer (*pagar*) para adquirir un bien o recibir un servicio. A diferencia de la microeconomía, la TLC sí considera los *precios reales* de los bienes y los servicios: la suma de su precio de mercado *más* el costo de transporte que enfrenta el consumidor para alcanzar el punto de oferta.

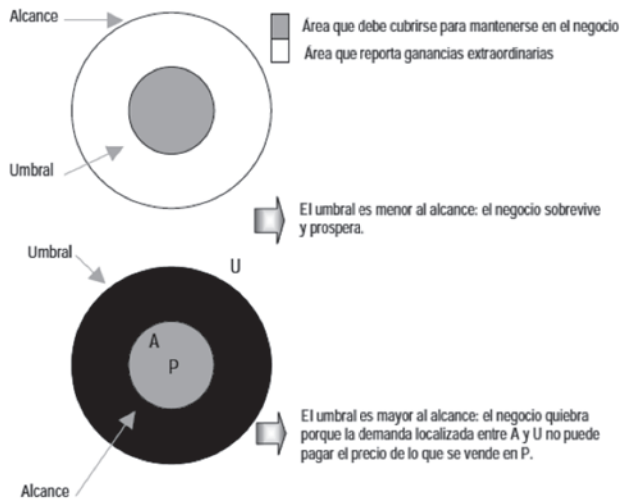
Entonces, dado un precio de mercado, el precio real variará en el espacio en función directa de los costos de transporte que enfrente el consumidor para llegar al asentamiento de su interés. Como el precio real de los bienes y los servicios aumenta conforme se incrementa el costo de poner en contacto a la oferta y a la demanda, los consumidores elegirán adquirir sus bienes y servicios en los puntos de oferta más próximos. Es decir, en los que minimizan sus *costos de transporte*. A su vez, los oferentes (los empresarios y los gobiernos) decidirán localizarse en los puntos más accesibles a los consumidores, con la finalidad de ser más competitivos en términos de los precios reales de sus productos, atraer más consumidores y asegurar mayores ventas o bienes y servicios otorgados. Es importante notar que estos argumentos se derivan de los planteamientos de la teoría microeconómica sobre la preferencia del consumidor, que se revisaron en la sección anterior.

El concepto de *alcance* es particularmente relevante porque establece una *conexión directa* entre la TLC y la teoría microeconómica. Como los bienes y los servicios se encarecen para el consumidor conforme se incrementan los costos de transporte al punto de oferta, su precio real varía en el espacio: el más bajo se localiza en el punto de oferta mismo, y el más alto, en el límite del área de mercado (o *alcance* del bien o servicio en cuestión). Por lo tanto, si el ingreso disponible de la población es homogéneo, los consumidores próximos al punto de oferta podrán consumir mayor cantidad de bienes y servicios que los que se encuentren en la periferia del área de mercado, porque enfrentan *precios reales*

más bajos. Exactamente éste es el comportamiento de la demanda que prevé la microeconomía, sólo que la TLC lo ubica en un entorno espacial (Figura 2.9).

Combinando los conceptos de *umbral* y *alcance*, y suponiendo una demanda homogénea (en términos de ingreso, valores, gustos y distribución espacial) localizada en una superficie isotrópica (es decir, en una llanura uniforme y plana), es posible establecer dos límites de cobertura espacial para cada bien o servicio: uno (el *límite inferior*) delimita la demanda mínima necesaria para hacer viable la oferta en términos económicos; el otro (el *límite superior*) define el área de mercado o la participación máxima del mercado de un bien o servicio (Figura 2.10). Rebasando este segundo límite, el costo de transporte al punto de oferta que enfrentan los consumidores es tan elevado, que el precio real del bien o servicio no les resulta viable o atractivo.

Figura 2.10
Relación entre rango y umbral



Por lo tanto, los consumidores buscarán acceder a *otro punto de oferta* que implique menores costos de transporte y, en consecuencia, precios reales más bajos. Es decir, Christaller asume que el comportamiento de los consumidores es racional en términos económicos. Por lo tanto, los consumidores toman sus decisiones de dónde comprar, en función de *maximizar su utilidad* (satisfacción). Esta circunstancia abre la posibilidad para que nuevas UBS entren al mercado, siempre y cuando identifiquen localizaciones que les reporten dos ventajas

básicas: ganarle mercado (consumidores) a las UBS competidoras y alcanzar umbrales suficientes para hacer viables sus propias unidades.

Si en este contexto (una demanda homogénea localizada en una superficie isotrópica) suponemos que compradores y oferentes son económicamente racionales (es decir, que busquen maximizar su utilidad), los primeros acudirán a la UBS más cercana, y los segundos se localizarán lo más cerca posible de los consumidores. Así, este comportamiento espacial generará una distribución territorial de puntos de oferta que maximizará, en términos agregados, tanto la *accesibilidad* de los consumidores (lo que redundará en *precios reales* más bajos), como los *beneficios* de los empresarios o de las UBS públicas (Figura 2.11a). Ninguna otra distribución espacial de las UBS les garantiza a los oferentes (entendidos como grupo) mayores ventas y cobertura del mercado. Sin embargo, debido a su localización espacial relativa, las participaciones del mercado de cada oferente (público o privado), entendidos como UBS específicas, serán distintas.

El resultado es un patrón espacial de áreas de mercado circulares que cubre todo el territorio y que, al traslaparse, adopta una forma hexagonal (Figuras 2.11b y 2.11c),² y una jerarquía de puntos de oferta definida por la centralidad de cada uno de ellos. Las diferencias de centralidad de cada punto de oferta son consecuencia de que en el proceso de conformación espacial de la red de ciudades (o de UBS), algunas localizaciones reportan ventajas estratégicas y permiten cubrir una mayor proporción del mercado.³

De acuerdo con los supuestos de Christaller, no existe otra distribución espacial que genere mayores ventajas globales (tanto a los *consumidores* como a los *oferentes*). En parte por esto, la TLC ha resultado muy atractiva y ampliamente utilizada en la planeación regional para definir y normar la distribución espacial de servicios públicos (Rondinelli y Shabbir, 1988). Adicionalmente, al deducir algunas consecuencias espaciales de la teoría microeconómica, Christaller generó los conceptos fundamentales de *umbral* y *alcance*, que son, tal vez, la contribución más importante de la TLC a la planeación contemporánea de redes de ciudades.

² Recordar que los consumidores actúan de manera racional y minimizan los costos de transporte. Por lo tanto, los consumidores localizados en las zonas de traslape, al acudir a la UBS que les resulta más cercana, dividen en dos partes iguales las "zonas que se traslapan" de las áreas de mercado circulares, generando automáticamente áreas de mercado hexagonales (Figura 2.11a).

³ A pesar de que la TLC supone una superficie isotrópica y una demanda homogénea, algunos puntos de oferta logran *ventajas de localización iniciales* en el proceso de formación del sistema de ciudades o de UBS. La explicación del proceso sería demasiado larga para presentarla en este espacio, pero pueden revisarse los detalles en: Lloyd y Dicken, 1977; Carter, 1995; Knox, 1994, y, en general, en los textos de geografía urbana.

Figura 2.11a
Conformación de áreas de mercado hexagonales, según la
lógica de la TLC

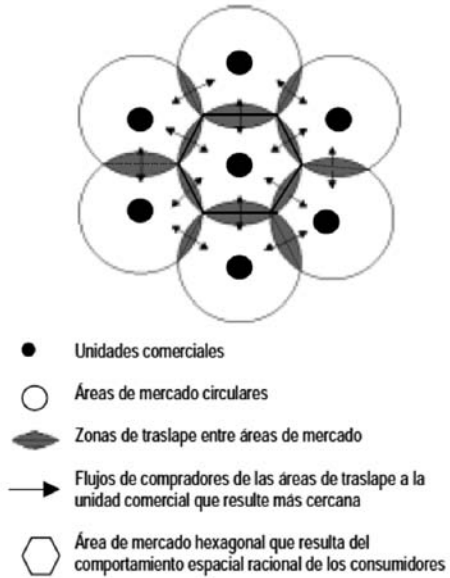


Figura 2.11b
Patrón final de las áreas de mercado

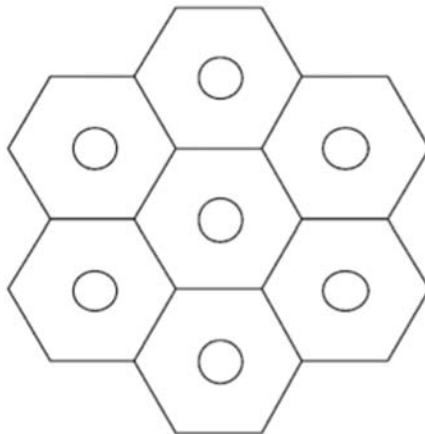
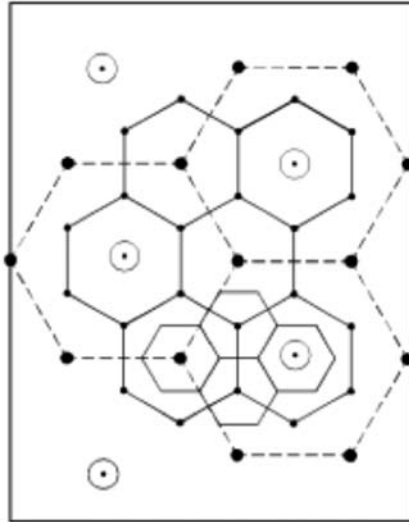


Figura 2.11c
Áreas de mercado y jerarquía de centros de oferta



2.4. Teoría de interacción espacial

2.4.1. Principales argumentos

A diferencia del planteamiento de Reilly, la TIE intenta explicar el comportamiento espacial de consumidores y oferentes de bienes y servicios, a partir de razonamientos microeconómicos sobre la relación entre costos de transporte, atraktividad de las unidades comerciales y utilidad (satisfacción) de los consumidores.

La propuesta central de la TIE es que la magnitud de los flujos de consumidores que atrae una UBS (o una ciudad, entendida como un agregado de UBS) es inversamente proporcional a los *costos de transporte* que los consumidores deben sufragar para acceder a ella, y directamente proporcional a lo atractiva que les resulte (Wilson, 1980 y 1986). En otras palabras, que la magnitud y la dirección de los flujos de consumidores –y las decisiones locacionales de los oferentes– dependen, simultáneamente, de *la interacción de dos fuerzas opuestas*: los costos de transporte que enfrentan los consumidores (que inhiben la generación de flujos de consumidores) y la atraktividad de las UBS o de las

ciudades (como aglomeraciones espaciales de UBS: que animan la generación de flujos). Vale subrayar el hecho de que las ciudades pueden concebirse como *aglomeraciones espaciales de UBS y de población*, o, expresado de manera más amplia: como aglomeraciones espaciales de *actividades* (de todo tipo) y de *consumidores* (de todo tipo de bienes y servicios). La explicación de las interacciones que ofrece la TIE es empíricamente comprobable, de carácter general y sumamente sencilla.

Por lo tanto, la función de utilidad de los consumidores puede expresarse, de manera genérica, como sigue:

$$U_{ij} = (W_j) (C_{ij})^{-b}$$

Donde U_{ij} es la utilidad de la UBS o la *ciudad j* para el consumidor o la *ciudad i*, W_j es una medida de la atractividad de la UBS o la *ciudad j*, C_{ij} son los costos de transporte que separan a la unidad o *ciudad j* del consumidor o de la *ciudad i*, y b es un parámetro que refleja la sensibilidad del consumidor o *ciudad i* a los cambios de la unidad o *ciudad j* y a los cambios en los costos de transporte respectivamente.⁴

Dado que la utilidad que pueden reportar las UBS o las *ciudades* decrece conforme se incrementa la distancia al consumidor que radica en otras ciudades, el parámetro b tiene signo negativo. Al efecto negativo de los costos de transporte en la utilidad que se deriva de acudir a una UBS o a una ciudad se le llama, recordando a Haig (1926), efecto de la *fricción de la distancia*, por lo que al parámetro b se le conoce, justamente, como *parámetro de la fricción de la distancia*.

Algo interesante en la estructura básica de los modelos de interacción espacial es que el efecto negativo de los costos de transporte en la utilidad del consumidor puede ser compensado –con creces– por la atractividad de los destinos (UBS o ciudades). Atractividad que se deriva de: imagen, calidad, precio y variedad de los bienes y los servicios ofrecidos; tamaño del destino, ventajas comparativas, espíritu de colaboración y confianza, y otros factores

⁴ Una de las grandes preguntas de investigación en la geografía económica –que se relaciona con la TIE– es: ¿qué hace atractiva a una UBS o a una ciudad? O, de manera más amplia, ¿qué determina la atractividad de las UBS o de las ciudades y cómo se puede medir? Aunque no es difícil imaginar un listado de factores que afectan la atractividad de las UBS y de las ciudades, resulta mucho más complicado estimar las inestables relaciones entre ellos y la importancia cambiante de cada uno en contextos espaciales y temporales específicos.

que animan la interacción entre las actividades y los consumidores localizados en diferentes puntos del territorio.

Los consumidores, entonces, evalúan las opciones de consumo contrastando la *desutilidad* que implican los costos de transporte, con la *utilidad* que reporta la atractividad del destino. El valor del parámetro $-b$ refleja lo sensibles que son los consumidores a los costos de transporte en la evaluación de los destinos existentes. A diferencia de la Ley de Reilly, el parámetro de la función de utilidad de los modelos de interacción espacial no se define arbitrariamente, sino a partir de la *conducta espacial observada* de los consumidores en áreas de estudio específicas.

En su sencillez conceptual radica gran parte del potencial analítico de la TIE para el análisis de las redes de ciudades. Al no especificar la naturaleza de los factores que explican la organización espacial de las redes de ciudades (a saber: costos de transporte y atractividad de los destinos: UBS o ciudades), la TIE abre la posibilidad de entenderlos y estimarlos de muy diversas maneras, lo que permite adaptar el razonamiento *abstracto* de carácter general a situaciones *concretas* y *singulares* del mundo real.

Por ejemplo, los costos de transporte pueden entenderse como tiempo de transporte, distancia recorrida, energía utilizada en el viaje, inconvenientes del trayecto, costo monetario del viaje, desgaste del medio de transporte; o como una combinación de éstos y otros indicadores que reflejen la importancia de los costos de transporte para los consumidores (Moseley, 1979; Whitelegg, 1982). Por su parte, la atractividad de las ciudades se ha relacionado con el tamaño de su población, de su personal ocupado, de su valor agregado, su competitividad, sus ventajas locacionales (si están localizadas en la frontera o si son puertos, por ejemplo), su situación laboral o de seguridad pública, la disponibilidad de amenidades o de servicios de alto rango (como hospitales de especialidades o universidades de prestigio), sólo por mencionar algunos atributos relevantes.

Numerosos investigadores han centrado su atención en la *definición multivariada* de los dos factores explicativos básicos de la TIE (atractividad y costos de transporte), y su definición operativa constituye un complejo problema de investigación que debe resolverse para cada caso de estudio. El problema para avanzar en esta dirección en México es que se requiere contar, cuando menos, con indicadores de las interacciones urbanas que se generan en la realidad (como, por ejemplo, los flujos de llamadas telefónicas que estaban disponibles en México hasta principios de la década de los noventa, pero que actualmente no están disponibles al público).

Otra ventaja de la TIE es que los indicadores de costos de transporte y atracción pueden estimarse de manera *objetiva*, pero también de acuerdo con la percepción *subjetiva* de los consumidores, lo que añade realismo a los análisis explicativos del comportamiento espacial de la demanda y de las decisiones locacionales de los oferentes. Incluso, la TIE permite la consideración de teorías psicológicas referentes a las percepciones individuales de los atributos de los destinos y de los costos de transporte (Rushton, 1987).

2.4.2. Ventajas operativas

Finalmente, en términos operativos la TIE merece una mención especial, ya que ofrece herramientas prácticas que permiten analizar y simular sistemas complejos, como las redes de ciudades. Los modelos de interacción espacial simulan flujos entre orígenes y destinos. En este caso, los flujos de consumidores que salen de la zona de origen i pueden representarse como O_i , mientras que los flujos de consumidores que llegan al destino j , como I_j . Estos términos son comúnmente conocidos como *orígenes* (O_i , en donde se origina el flujo) y *destinos* (I_j , a donde llega el flujo), o como *productores* y *atractores* (de flujos) respectivamente (Wilson y Bennett, 1985).

Ahora bien, el trayecto del origen i a la unidad j no es gratuito. Implica un costo que puede medirse en unidades temporales, económicas o físicas, o por una combinación de éstas y otras variables relacionadas. El costo de viajar de i a j se representa como C_{ij} , y se supone –siguiendo los razonamientos de la microeconomía– que el costo de transporte afectará negativamente la intensidad de los flujos que lleguen a los puntos de destino. Por lo tanto, mientras mayor sea el costo de establecer la interacción (por ejemplo, precio, distancia, tiempo o incomodidades de transporte entre el origen y el destino), menor será la intensidad de los flujos. En consecuencia, los costos de transporte –que pueden ser *objetivos* o *subjetivos*– están negativamente relacionados con la intensidad de las interrelaciones entre ciudades: a mayores costos, menor la intensidad de las interrelaciones, y viceversa. Sin embargo, algunos atributos del destino pueden generar una fuerza de atracción que contrarreste la influencia de los costos de transporte. Esto complica el modelado de los flujos, pero añade realismo al razonamiento que sustenta los modelos de interacción espacial.

El componente C_{ij} es afectado por un parámetro b que representa lo *sensible* que son los consumidores de cada ciudad de origen ante cambios en los costos de transporte a destinos específicos. Adicionalmente, los modelos de

interacción espacial consideran que los puntos de destino pueden tener diferente capacidad para atraer o polarizar flujos de consumidores, de acuerdo con ciertos atributos que los distinguen. Esta capacidad atractora se representa en el modelo como W_j (la atractividad de cada ciudad), por lo que la intensidad de las interrelaciones entre orígenes y destinos se relaciona *positivamente* con este elemento: mientras mayor es W_j , mayores son los flujos que polariza una ciudad, y viceversa (aunque los costos de transporte actúan en la *dirección opuesta* y contrarrestan la atractividad de cada ciudad).

El objetivo de los modelos de interacción espacial es, por tanto, simular o predecir de manera *condicionada* la interacción entre orígenes y destinos (F_{ij}), en términos del comportamiento de las variables independientes C_{ij} , O_i , y W_j . Estas variables son independientes en el modelo, pero a su vez pueden ser funciones de diversas variables *exógenas* al modelo. Por ejemplo, la capacidad de una ciudad para atraer consumidores (W_j) puede estar relacionada con el nivel de precios de los productos y servicios que ofrece, la calidad y variedad de las mercancías, y la calidad del entorno social y de negocios, entre muchas otras variables.

Por lo tanto:

$$W_j = f(a, b, c, \dots)$$

Donde a , b , c, \dots son las variables que definen la *atractividad* de la ciudad j . No obstante, en México contamos con muy poca investigación empírica sobre este tema, lo que dificulta hacer definiciones multivariadas de la atractividad de ciudades.

Un modelo de interacción espacial ampliamente utilizado para pronosticar de manera condicionada flujos de consumidores entre ciudades se puede expresar formalmente de la siguiente manera:⁵

$$F_{ij} = A_i O_i W_j C_{ij}^{-b}$$

Donde:

F_{ij} = Flujo de consumidores de la ciudad de origen i a la ciudad j

O_i = Número de consumidores potenciales en la ciudad de origen i

W_j = Atractividad de cada ciudad

⁵ Existe una amplia gama de modelos de interacción espacial, y el que aquí se presenta es uno de los más utilizados (Fotheringham, 1986a y 1986b; Birkin, Clarke y Clarke, 2002).

C_{ij} = Costo de viajar de la zona i a la unidad comercial j , estimada como los costos de transporte que las separan

A_i = Factor de Balance, que asegura que $\sum_j S_j F_{ij} = O_i$

$$A_i = 1/S_j (W_i C_{ij}^{-b})$$

El valor del Factor A no sólo es para garantizar la congruencia de los resultados, sino que se puede interpretar como un elemento que integra la *accesibilidad* y la *competencia* entre los asentamientos de la red, ya que sus valores son influidos por variables tanto socioeconómicas como de *localización relativa* y *accesibilidad* (Wilson y Bennett, 1985).

b = Parámetro que se define por calibración o tomando como referencia el *comportamiento espacial observado* de los consumidores.

Es muy importante notar que si se tiene información completa de los *flujos origen-destino* de los consumidores, se puede calcular la sensibilidad de los consumidores ante cambios en los costos de transporte (es decir, la fricción de la distancia), que es precisamente el valor del parámetro b . Si sólo se tiene la información del número de consumidores en cada origen y el número de consumidores que llega a cada destino, se pueden probar varios valores para b , hasta que los resultados del modelo sean lo más parecidos posible a los registrados en la realidad. A esto se le llama *calibrar el modelo*. Ahora, si no existe información *contrafactual* para calibrar el modelo (como en el caso de México), sólo se pueden probar los valores más usuales del parámetro reportados en la literatura y considerar las variables más utilizadas para estimar la atractividad urbana, y así obtener los *flujos hipotéticos interurbanos* en la red de ciudades bajo estudio. Es decir, los resultados del modelo serían sólo una *hipótesis* de cómo se podrían estar comportando los flujos en la realidad, aunque la hipótesis estaría sólidamente fundamentada en razonamientos conceptuales y técnicos probados exitosamente alrededor del mundo (una explicación más detallada se presenta en Garrocho, Chávez y Álvarez, 2003).

A lo largo de los últimos 25 años, la TIE se ha enriquecido con diversas aportaciones instrumentales y teóricas. Son notables las de Wilson (1980), que encontró una conexión de la TIE con la teoría de la maximización de la entropía y generó toda una familia de modelos de interacción espacial; y las de Fotheringham (1983a, 1983b, 1985, 1986a y 1986b), Fotheringham y O' Kelly (1989)

y Pellegrini y Fotheringham (2002), quienes en las últimas décadas incorporan elementos nuevos en los modelos de Wilson, con la finalidad de considerar en mayor detalle la estructura espacial de los mercados. (Ejemplos recientes de aplicación pueden revisarse en Birkin, Clarke y Clarke, 2002).

2.5. Conclusiones: la TIE, fusión de enfoques teóricos

Los enfoques teóricos analizados en este capítulo se complementan entre sí para explicar la *organización funcional* de las redes de ciudades. No obstante, sería deseable sintetizar los diferentes enfoques y contar con uno que englobara a los demás. La propuesta de este capítulo es que la estructura conceptual de la TIE permite la articulación *coherente* de los argumentos de las demás teorías, en un marco operativo *útil* para la planeación espacial de redes de ciudades. En los siguientes párrafos se trata de probar esta aseveración.

2.5.1. Integración de la teoría del consumidor a la TIE

Comencemos por integrar la teoría del consumidor del enfoque microeconómico a la TIE. La argumentación en este caso es sencilla, porque, por paradójico que parezca, los razonamientos *espaciales* de la teoría microeconómica de la preferencia del consumidor son el sustento mismo de la TIE.

Si en la teoría microeconómica se sustituye el precio de mercado por el *precio real*, y el concepto rígido de recursos económicos disponibles por un concepto más amplio que entienda como recursos no sólo los económicos, sino también otros como los temporales o los energéticos (por mencionar sólo algunos), la integración de las dos teorías se observa con toda claridad.

Veamos. El razonamiento microeconómico del comportamiento del consumidor se basa en los siguientes principios: *i.* el consumidor trata de maximizar su utilidad, con la restricción de sus recursos limitados; *ii.* el consumidor tiene numerosas posibilidades de sustituir y combinar sus viajes de consumo de bienes y servicios para maximizar su utilidad, pero siempre dentro de los límites de su disponibilidad de recursos, y *iii.* si aumenta (o disminuye) el monto de los recursos o el precio de los bienes o los servicios, el consumidor reducirá (o aumentará) su consumo. Estos tres principios están claramente contenidos en la TIE.

El primero –el de *máxima utilidad*– se incluye en la TIE en el balance que debe encontrar el consumidor entre lo que desea y lo que puede consumir. El

consumidor pretende maximizar su satisfacción acudiendo a las ciudades que le resulten más atractivas (vale reiterar que las ciudades pueden entenderse como aglomeraciones espaciales de actividades –oferta– y consumidores –demanda–).⁶ Pero acudir a las ciudades o recibir de ellas bienes o servicios, implica sufragar un costo de transporte y los recursos del consumidor (económicos, temporales, de energía y otros) son limitados: le es imposible ir a todas las unidades y hacerlo en cualquier momento.

Por lo tanto, el consumidor tiene que elegir *en dónde obtener los bienes y los servicios* que requiere o que desea. Al considerar los costos de transporte no sólo en términos económicos –sino también temporales, de inconveniencias, incomodidades o de energía–, la TIE implícitamente marca los límites espaciales del consumo: el consumidor no asistirá a unidades que estén localizadas demasiado *distantes* en términos económicos (costos de transporte), temporales (tiempo de transporte), de inconvenientes (incomodidades del viaje) o energéticos (esfuerzo físico que requiere el viaje), por ejemplo. Así, el paisaje de interacciones resultante es mucho más realista que el que genera la microeconomía tradicional.

El segundo principio microeconómico –la *combinación del consumo*, que se ilustra con las curvas de indiferencia– es el mismo que en la TIE permite a los consumidores combinar el *consumo* de los bienes y servicios que ofrecen un sinnúmero de ciudades, siempre en busca de maximizar su satisfacción, pero con la restricción permanente del límite de sus recursos. La combinación resultante del consumo de los bienes y los servicios que ofrecen las ciudades (es decir, la combinación de viajes a las ciudades: la llamada *conducta espacial del consumidor*) representa el punto de equilibrio del consumidor.

Como en la microeconomía, en la TIE este punto de equilibrio es cambiante, y depende de las variaciones en el monto de los recursos disponibles, de los cambios en los costos de transporte y de las alteraciones del poder de atracción de las ciudades.

La TIE también da cabida a la idea microeconómica de numerosas combinaciones de consumo, pues posibilita la generación de numerosos patrones de viajes si cambian: número, atractividad o localización de la oferta o la demanda; o si cambian: percepciones, preferencias o los recursos disponibles de los consumidores. Esta flexibilidad de la TIE se deriva de su concepción eminentemente *sistémica* (en donde todos los elementos y variables se relacionan entre sí), lo

⁶ Existe una amplia gama de modelos de interacción espacial, y el que aquí se presenta es uno de los más utilizados (Fotheringham, 1986a y 1986b; Birkin, Clarke y Clarke, 2002).

que le añade realismo a la representación de la conducta espacial de los consumidores y a las interrelaciones urbanas.

Finalmente, el tercer principio básico de la teoría del consumidor –la llamada *ley de la oferta y la demanda*– también es fundamental en la TIE: dados recursos limitados y atractividades constantes de los asentamientos, la magnitud de los flujos de consumidores a las ciudades para consumir bienes y servicios, variarán inversamente con los costos de transporte (medidos en tiempo, energía, esfuerzo y dinero, por mencionar algunos indicadores), tal como se representa en la *curva espacial de la demanda*.

2.5.2. Integración de la TLC a la TIE

La TIE también contiene los principales argumentos de la teoría de lugar central (TLC). Para comenzar, ambas son sistémicas. Sólo que, mientras la TLC es *parcialmente sistémica* (no permite al consumidor combinar su consumo en ciudades del mismo nivel jerárquico, porque éste acude siempre a la ciudad más cercana), la TIE no impone restricciones de *comportamiento* a las interacciones (sólo las que se deriven de la insuficiencia de recursos del consumidor). En otras palabras, mientras la TIE tiene una base *conductual* derivada de las percepciones y del comportamiento espacial del consumidor observado en la realidad, que le permite explicar la estructura funcional de redes de ciudades en términos de *probabilidad de ocurrencia*, la TLC es *determinista*, ya que asume que frente a ciudades similares, los consumidores siempre viajarán a la más cercana, por lo que es inflexible en la generación de redes de ciudades.

Como resultado de su concepción *cuasimecánica* de la conducta espacial de los consumidores –y de lo restrictivo de sus supuestos–, la TLC sólo prevé la posibilidad de áreas de mercado discretas (perfectamente delimitadas y de forma hexagonal), sin el mínimo empalme entre ellas. La TIE, por el contrario, se ajusta más a lo que ocurre en el mundo real: supone áreas de mercado continuas y sobreimpuestas. No obstante, los modelos de interacción espacial también podrían generar áreas de mercado discretas y sin empalmes cuando el parámetro de la fricción de la distancia tendiera a infinito (es decir, cuando los consumidores fueran extremadamente sensibles a los costos de transporte), pero ése es sólo un caso especial de configuración de áreas de mercado, y no la regla, como en la TLC.

Este punto es muy interesante y vale la pena desarrollarlo en mayor detalle porque muestra, sin lugar a dudas, cómo el paisaje de áreas de mercado hexa-

gonales y discretas derivado de la TLC es sólo un caso especial de los paisajes de redes de ciudades que se pueden derivar de la TIE.

Para demostrar lo anterior, supongamos un escenario con siete ciudades emisoras de flujos de compradores (orígenes) y ciudades (destinos) igualmente atractivas para los consumidores, pero localizadas a diferentes distancias de los asentamientos de origen, y todo esto en el marco de los supuestos de la TLC, que se revisaron en la sección 2.3 de este capítulo. Con el modelo de interacción espacial que se presentó en la sección 2.4, se simularán cuatro escenarios para que no quede duda de cómo al incrementar el parámetro de la fricción de la distancia de un modelo de interacción espacial (y manteniendo todas las demás variables del modelo iguales: *ceteris paribus*), se conforma el paisaje de áreas hexagonales que predice Christaller con su TLC.

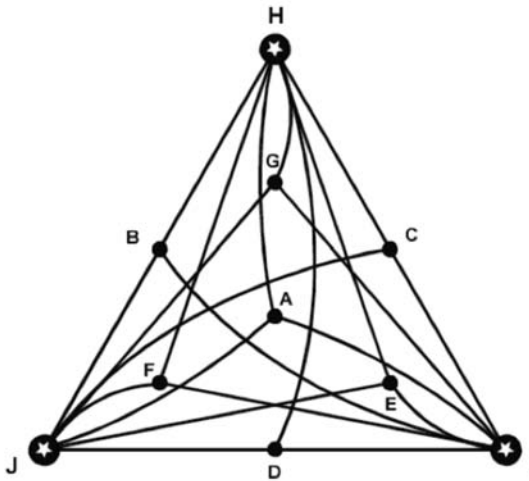
En el *escenario 1* suponemos que los consumidores son indiferentes a la fricción de la distancia (a los costos de transporte), por lo que el parámetro de la fricción de la distancia es igual a cero. En esta situación, a los consumidores localizados en cualquiera de las ciudades de origen les da lo mismo en dónde comprar. Es decir, si los costos de transporte no importan y si las ciudades son igualmente atractivas, las probabilidades de que se establezcan flujos de consumidores a cualquiera de las ciudades de destino serán iguales, y se generará un paisaje comercial de áreas de mercado empalmadas y continuas (Cuadro 2.1; Figura 2.12).

Cuadro 2.1
Flujos de consumidores en el escenario 1 con la fricción de la distancia igual a cero $A_i O_i W_j C_{ij}^b$

	<i>H</i>	<i>I</i>	<i>J</i>	<i>suma</i>
A	33.3	33.3	33.3	100
B	33.3	33.3	33.3	100
C	33.3	33.3	33.3	100
D	33.3	33.3	33.3	100
E	3.33	33.3	33.3	100
F	33.3	33.3	33.3	100
G	33.3	33.3	33.3	100
<i>Suma</i>	233	233	233	700

En el *escenario 2* se asigna un valor de -1.0 al parámetro de la fricción de la distancia (*b*). Esto significa que los costos de transporte ya tienen un peso en el comportamiento espacial de los consumidores, lo que se traduce en que

Figura 2.12
Flujos de consumidores en el escenario 1



prefieren acudir a las ciudades más cercanas. Por ejemplo, la probabilidad de que los consumidores de la ciudad "B" asistan a las ciudades "H" y "J" es la misma (37.5%), porque ambas están a la misma distancia de la ciudad "B", mientras que la probabilidad de que asistan a la ciudad "I" es de sólo 25.0%, debido a que les resulta más costoso asistir a este asentamiento (Cuadro 2.2).

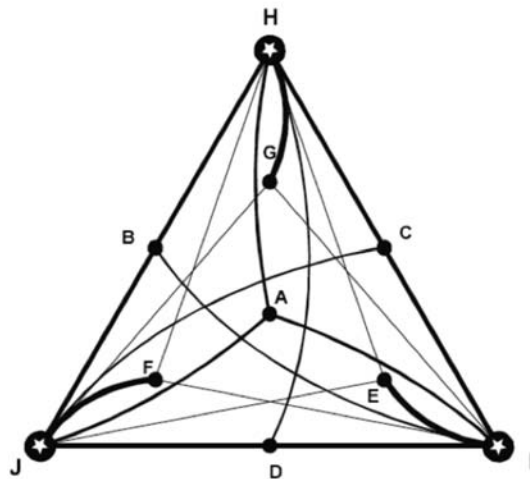
Cuadro 2.2
Flujos de consumidores en el escenario 2 con la fricción de la distancia igual a -1.0 $A_i O_i W_j C_{ij}^b$

	<i>H</i>	<i>I</i>	<i>J</i>	<i>suma</i>
A	33.3	33.3	33.3	100
B	37.5	25.0	37.5	100
C	37.5	37.5	25.0	100
D	25.0	37.5	37.5	100
E	20.0	60.0	20.0	100
F	20.0	20.0	60.0	100
G	60.0	20.0	20.0	100
<i>Suma</i>	233	233	233	700

Por su parte, a los consumidores de la ciudad "A" les es indiferente a cuál asentamiento asistir, puesto que les cuesta lo mismo acudir a cualquiera de ellos. Las

ciudades que reflejan con mayor intensidad la concentración de flujos al asentamiento más cercano son "E", "F" y "G", ya que se encuentran muy alejadas de dos de las tres ciudades de destino, pero muy próximas a una de ellas: "E" a la ciudad "I", "F" a "J", y "G" a "H"; por lo que les destinan 60.0% de sus flujos a estas ciudades (Cuadro 2.2). En este escenario, las áreas de mercado continúan empalmándose y mantienen su continuidad en el territorio (Figura 2.13).

Figura 2.13
Flujos de consumidores en el escenario 2



En el *escenario 3* se incrementa el valor del parámetro de la fricción de la distancia a -5.0 , con lo que los consumidores se vuelven mucho más selectivos en cuanto a dónde adquirir bienes y servicios. Por ejemplo, sólo 6.2% de los consumidores de la ciudad "B" asistirán al asentamiento "I", cuando en el *escenario 2* este porcentaje era de 25.0. Los casos más claros de que las ciudades de origen orientan sus flujos a las ciudades de destino más cercanas son "E", "F" y "G", que sólo destinan 0.4% a las dos ciudades más alejadas y 99.2% a la más cercana. Aunque las áreas de mercado siguen empalmándose, los traslapes son menores que en el *escenario 2*, ya que al concentrar la orientación de sus flujos, las áreas de mercado comienzan a volverse discretas (Cuadro 2.3).

Cuadro 2.3
Flujos de consumidores en el escenario 3 con la fricción de la
distancia igual a -5.0 $A_i O_i W_j C_{ij}^b$

	<i>H</i>	<i>I</i>	<i>J</i>	<i>suma</i>
A	33.3	33.3	33.3	100
B	46.9	6.2	46.9	100
C	46.9	46.9	6.2	100
D	6.2	46.9	46.9	100
E	0.4	99.2	0.4	100
F	0.4	0.4	99.2	100
G	99.2	0.4	0.4	100
<i>Suma</i>	233	233	233	700

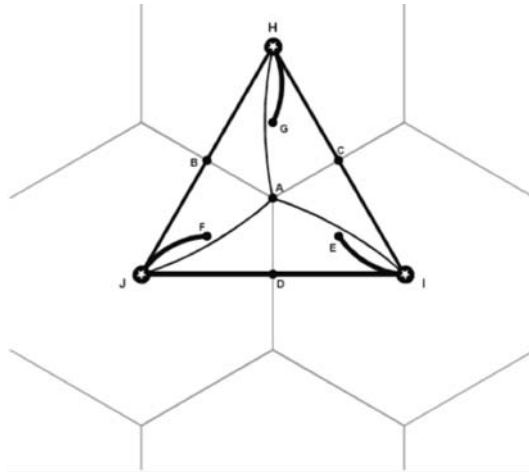
Finalmente, en el cuarto y último escenario, la fricción de la distancia se incrementa a -50.0 (que en este ejemplo equivale a decir que se le asigna un valor tendente a *infinito*), con lo que –salvo la ciudad “A”, que está localizada a la misma distancia de las tres ciudades de destino– todos los asentamientos de origen dirigen sus flujos a las ciudades más cercanas. Los casos extremos son las zonas “E”, “F” y “G”, que envían 100.0% de sus flujos a las ciudades “I”, “J” y “H”, respectivamente, y ni un solo consumidor a los demás asentamientos (Cuadro 2.4). Este escenario extremo, donde todas las ciudades de origen de consumidores concentran la orientación de sus flujos a las ciudades más cercanas (porque el parámetro de la fricción de la distancia *tiende a infinito*), genera necesariamente el paisaje de redes de asentamientos de Christaller conformado por áreas hexagonales discretas (Figura 2.14). Incluso, la ciudad “A”, que se encuentra localizada exactamente a la misma distancia de las tres ciudades de destino, divide sus flujos en tres componentes iguales, dirigiendo cada uno a cada una de ellas.

En un entorno real –o si flexibilizamos los supuestos tan rígidos de la TLC– podrían ocurrir varias situaciones cuando el parámetro de la fricción de la distancia *tiende a infinito*. Por ejemplo: el consumidor no acude a los puntos de venta y por lo tanto no adquiere los bienes o los servicios que ahí se ofrecen; el consumidor sustituye los bienes y los servicios inaccesibles por otros similares, pero accesibles (curanderos por médicos, o “tienditas de la esquina” por hipermercados), o bien, surgen nuevas formas de poner en contacto a la demanda con la oferta (nuevos sistemas de distribución al consumidor, como los *vendedores itinerantes*, tal como ocurre en las zonas rurales de baja accesibilidad a las ciudades) (Sobrino y Garrocho, 1995).

Cuadro 2.4
Flujos de consumidores en el escenario 4 con la fricción de la distancia igual a $-50.0 A_i O_i W_j C_{ij}^b$

	<i>H</i>	<i>I</i>	<i>J</i>	<i>suma</i>
A	33.3	33.3	33.3	100
B	50.0	0.0	50.0	100
C	50.0	50.0	0.0	100
D	0.0	50.0	50.0	100
E	0.0	100.0	0.0	100
F	0.0	0.0	100.0	100
G	100.0	0.0	0.0	100
<i>Suma</i>	233	233	233	700

Figura 2.14
Flujos de consumidores en el escenario 4



La conclusión de este ejercicio de simulación es evidente: el paisaje comercial de áreas comerciales discretas y hexagonales de la TLC es, simplemente, *un caso especial* de los paisajes de flujos que genera la TIE.

En cuanto a los dos conceptos básicos de la TLC, *alcance* y *umbral*, la TIE considera al primero en los costos de transporte, y al segundo, en la definición de la organización funcional de redes y subredes de ciudades a partir de la intensidad de los flujos entre los asentamientos. En este tema, las aplicaciones

de Nyusten y Dacey (1968), siguen siendo los ejemplos a seguir, y por eso su metodología se explica en detalle en el Capítulo 3.

Cabe mencionar que el concepto de *alcance* –la distancia que está dispuesto a recorrer o los costos de transporte que puede pagar un consumidor para adquirir un bien o servicio– está incluido explícita y ventajosamente en la TIE: mientras Christaller sólo podía medir el alcance en términos de distancia –lo que era suficiente para sus propósitos–, la TIE permite estimarlo en unidades tanto de distancia como económicas, temporales, de energía, esfuerzo físico u otras que convengan al analista, y asignar un límite en el proceso de cálculo, de tal manera que el modelo de interacción espacial que se utilice considere la posibilidad de dejar fuera del mercado ciertas áreas de una ciudad o ciertas localidades de una región. En los modelos que se derivan de la TIE, el *alcance* se representa por el parámetro de los costos de transporte (que a su vez puede estimarse en unidades objetivas o subjetivas). Mientras más alto el valor del parámetro, menor será el *alcance* de una UBS o de una ciudad, y viceversa.

La TIE incluye también, y con ventajas, la idea de *jerarquía de asentamientos* que se deriva de la argumentación de Christaller. Para explicar las diferencias de importancia de los asentamientos (y justificar su jerarquía), la TLC plantea que en el proceso de conformación de las redes de ciudades se generan ventajas iniciales de localización. Es decir, que algunos puntos del territorio ofrecen ventajas de localización porque permiten cubrir un mayor mercado. Sólo que una vez que se llega al estado de equilibrio de la red (cuando se alcanza la distribución espacial de la oferta que maximiza la utilidad agregada de los consumidores y los beneficios totales de las UBS o de las ciudades), las ventajas locacionales de los puntos de oferta ya no cambian, permanecen estáticas. Y no sólo eso, sino que se *satura* el mercado: no existen nuevos puntos en el territorio que ofrezcan ventajas locacionales y, por lo tanto, no pueden entrar al mercado *nuevos jugadores* (UBS o ciudades): la red alcanza una situación de equilibrio y así permanece.

La TIE, al igual que la TLC, también considera que no todo el territorio ofrece las mismas oportunidades de establecer interrelaciones con otros asentamientos. Sólo que en el enfoque de la TIE, los sitios que ofrecen ventajas locacionales no son estáticos, y su existencia no se restringe a las fases iniciales del proceso de conformación de la red de ciudades (o de sistemas de UBS). La TIE asume que los sitios ventajosos no se agotan, siempre existen, pero su localización no es evidente, sino velada, oculta: hay que *descubrirlos*.

Esto se debe a que el mercado es altamente dinámico e inestable: todo el tiempo están cambiando la magnitud, la localización, el poder de compra, las características demográficas, los gustos y las preferencias de los consumidores, y el número, los atributos, la distribución espacial de todas las actividades urbanas, así como las estrategias competitivas de las ciudades (que son las estrategias competitivas de sus UBS). También está cambiando permanentemente la red y los sistemas de transporte, la calidad del clima social y de negocios, y el atractivo de las diferentes ciudades de la red (ejemplos claros de cambios de atractividad urbana en México son, entre otros: Ciudad Juárez, Chihuahua, cuya situación hace 15 años era muy diferente a la que se vive actualmente, o Monterrey y Torreón, cuyo clima social se ha enrarecido dramáticamente en tan sólo un par de años).

Antes de finalizar este capítulo, habría que subrayar que además de que la TIE permite sintetizar coherentemente los argumentos más importantes de las demás teorías sobre la conformación de redes de ciudades, hay una razón adicional para preferirla sobre todas ellas, que no es de carácter conceptual, sino *operativo*: la TIE ha permitido la generación de modelos matemáticos que facilitan realizar análisis y simulaciones sofisticadas de interacciones urbanas en contextos reales; las demás teorías no. Tienen gran utilidad conceptual, pero en comparación con la TIE, menor utilidad práctica. Esta característica de la TIE también se demostró en este texto, cuando se utilizó un modelo de interacción espacial para simular la conformación del paisaje comercial de Christaller.

Para concluir, la TIE incluye los demás enfoques conceptuales sobre la conducta espacial de los consumidores y los oferentes, por lo que ofrece una plataforma sólida para apoyar los análisis de redes de ciudades, y con sus modelos de simulación ofrece ventajas operativas que la hacen mucho más práctica para diseñar estrategias de desarrollo regional en el marco de políticas tanto públicas como privadas *en el mundo real*.

**Un modelo de interacción
espacial para identificar
la estructura funcional de la
red de ciudades de México:
diseño, instrumentación y
conclusiones experimentales**



3

Introducción: una red de ciudades para cada propósito

VALE INICIAR ESTE capítulo retomando algunas de las premisas centrales de este análisis sobre la *red de ciudades de México*, que se propusieron en el Capítulo 2, porque definen las líneas del trabajo empírico que se presentan en éste y en el siguiente capítulo de este estudio. Estas premisas derriban la idea de que existe *una sola y única red de ciudades* (como lo asume el estudio del Conapo, 1991) y, por el contrario, postulan que existe “*una red de ciudades para cada propósito*” de planeación y política, tanto pública como privada. Estas premisas son las siguientes:

- i. No existe *una sola definición operativa de red de ciudades*. Lo que existe es *una red de ciudades para cada propósito* de planeación o de política tanto pública como privada. Por tanto, el primer punto que hay que resolver es *cuál es el propósito* para el que se pretende definir una red de ciudades. *En función del propósito es posible identificar la red...* las redes de asentamientos son, simplemente, un tipo específico de región: *una región funcional*.
- ii. En este trabajo *se asume un propósito* de política orientado a *apoyar las decisiones de inversiones públicas y privadas*, en términos de su escala y localización espacial, sectorial y temporal, de ajustar la distribución espacial

de la población de acuerdo con las potencialidades de la red de ciudades, de integrar más eficazmente el territorio y de simular escenarios que permitan evaluar *ex ante* decisiones de política e inversión.

- iii.* Por lo tanto, las interacciones urbanas que *resultan centrales* para este trabajo son las que se *derivan de la movilidad de bienes, servicios y consumidores en el territorio*.

Estas premisas son las que guían la manufactura de lo que se presenta en el resto de este estudio.

Estrategia de exposición del capítulo

El capítulo se organiza en seis secciones (aparte de esta introducción) de la siguiente manera: en la primera sección se presenta de forma sintética la metodología de Nyusten y Dacey (1968) para definir la *estructura funcional* de las redes de ciudades. Si bien se trata de un trabajo clásico, el mérito de esta metodología es que no sólo es una de las más utilizadas para definir la estructura funcional de redes, sino que sigue siendo punto de apoyo principal para trabajos contemporáneos sobre el tema. A enero de 2011 se reportan más de cincuenta artículos especializados publicados en revistas internacionales que han utilizado la metodología de Nyusten y Dacey en los últimos 10 años, y tiene cerca de cinco mil registros en Internet.¹ Es importante tener clara la metodología de Nyusten y Dacey para entender y valorar puntualmente los análisis y los resultados empíricos que se presentan en las siguientes secciones del capítulo y en el Capítulo 4 de este documento.

Una vez revisada la metodología de Nyusten y Dacey, se procede, en la segunda sección, a identificar la mejor manera de establecer la *jerarquía* de la red de ciudades de México, de acuerdo con el propósito establecido en las premisas centrales de este trabajo (véanse Capítulo 2 y la introducción de este capítulo). Se probaron tres variables acordes con estos propósitos: *i.* población (de 2005); *ii.* valor agregado de la producción (correspondiente a 2003), y *iii.* población ocupada (en 2003). Para realizar los experimentos se utiliza una muestra de 86 ciudades del conjunto total de ciudades del país identificadas por el Consejo Nacional de Población (Conapo, 2010a) (Cuadro 3.1; Figura 3.1). Estas 86 ciudades se seleccionaron porque se cuenta con un *índice de competitividad*

¹ Un ejemplo reciente para México es el trabajo de Nava, 2009. Una revisión del estupendo estudio de Nava se puede ver Garrocho, 2011.

desarrollado por el Instituto Mexicano para la Competitividad (Imco, 2010) que ha sido analizado satisfactoriamente por el Conapo, y que se pone a prueba como *indicador de atractividad de flujos* en la sección 3.

Cuadro 3.1
Muestra de las 86 ciudades del total de los asentamientos urbanos del país identificados por el Conapo, 2010

<i>Núm.</i>	<i>Ciudad</i>	<i>Núm.</i>	<i>Ciudad</i>
1	ZM de Aguascalientes	44	ZM de Cuautla
2	Ensenada	45	ZM de Cuernavaca
3	ZM de Mexicali	46	ZM de Tepic
4	ZM de Tijuana	47	ZM de Monterrey
5	La Paz	48	ZM de Oaxaca
6	Los Cabos	49	ZM Salina Cruz (Tehuantepec)
7	Campeche	50	Tuxtepec
8	Ciudad del Carmen	51	ZM de Puebla-Tlaxcala
9	Ciudad Acuña	52	ZM de Tehuacán
10	ZM de Monclova-Frontera	53	ZM de Querétaro
11	ZM de Piedras Negras	54	San Juan del Río
12	ZM de Saltillo	55	Chetumal
13	ZM de La Laguna	56	ZM de Cancún
14	ZM de Colima-Villa de Álvarez	57	ZM de Rioverde-Ciudad Fernández
15	Manzanillo	58	ZM de San Luis Potosí-Soleidad de Graciano Sánchez
16	ZM de Tecomán	59	Los Mochis
17	San Cristóbal de las Casas	60	Culiacán Rosales
18	Tapachula de Córdova y Ordóñez	61	Mazatlán
19	ZM de Tuxtla Gutiérrez	62	Ciudad Obregón
20	ZM de Chihuahua	63	ZM de Guaymas
21	Delicias	64	Hermosillo
22	ZM de Juárez	65	Navójoa
23	ZM del Valle de México	66	Heroica Nogales
24	Victoria de Durango	67	Cárdenas
25	Celaya	68	Comalcalco
26	Guanajuato	69	Huimanguillo
27	Irapuato	70	Macuspana
28	ZM de León	71	ZM de Villahermosa

Continúa Cuadro 3.1...

Núm.	Ciudad	Núm.	Ciudad
29	Salamanca	72	ZM de Matamoros
30	ZM de San Francisco del Rincón	73	ZM de Nuevo Laredo
31	ZM de Acapulco	74	ZM de Reynosa-Río Bravo
32	Zihuatanejo	75	ZM de Tampico
33	ZM de Pachuca	76	Ciudad Victoria
34	ZM de Tula	77	ZM de Tlaxcala-Apizaco
35	ZM de Tulancingo	78	ZM de Coatzacoalcos
36	ZM de Guadalajara	79	ZM de Córdoba
37	ZM de Ocotlán	80	ZM de Xalapa
38	ZM de Puerto Vallarta	81	ZM de Minatitlán
39	ZM de Toluca	82	ZM de Orizaba
40	ZM de Morelia	83	ZM de Poza Rica
41	ZM de La Piedad-Pénjamo	84	ZM de Veracruz
42	Uruapan	85	ZM de Mérida
43	ZM de Zamora-Jacona	86	ZM de Zacatecas-Guadalupe

Justamente en la sección 3 se analizan los componentes centrales del modelo de interacción espacial utilizado en este trabajo y se toman decisiones en cuanto a su *formulación operativa*: la atraktividad de los destinos (indicadores *simples* y *compuestos*), la *población* consumidora que se puede mover desde sus orígenes, los *costos de transporte* (medidos en distancia por carretera, tiempo y costo de recorrido por carretera, y como distancia lineal) y el *parámetro de la fricción de la distancia*.

Establecidas operativamente las estimaciones de los componentes del modelo de interacción espacial se procede, en la sección 4, a realizar los *experimentos necesarios* para identificar la manera más adecuada de *instrumentar la metodología* y el *modelo*. Se explican los procedimientos seguidos y se exponen transparentemente los razonamientos que apoyan cada una de las decisiones metodológicas y operativas, con el fin de facilitar su *discusión, análisis* y eventual *mejora*.

Luego, en la sección 5, se aplica de manera *integral* la metodología para definir la red de ciudades de México a la muestra de 86 ciudades. El resultado fue exitoso y permitió identificar la estructura funcional de la red, su nodo central, sus ciudades subnodales, y las ciudades vinculadas en los niveles nacional y subnacional. Estos resultados ofrecen *bases sólidas* para definir, en el próximo

capítulo, la estructura funcional de la red de ciudades de México, considerando el total de los asentamientos urbanos identificados por el Conapo: 358 ciudades.

Finalmente, se presentan las conclusiones del capítulo, que serán la base metodológica para identificar, en el Capítulo 4 de este estudio, la red de ciudades de México considerando las 358 ciudades del territorio nacional identificadas por el Conapo.

3.1. Método general para definir la estructura funcional de las redes de ciudades

En 1961, Nyusten y Dacey publicaron uno de los artículos que más han influido el análisis de las redes de ciudades. A pesar de estar por cumplir 50 años, este artículo sigue siendo multicitado y es una guía para quienes intentan identificar la estructura funcional de redes de ciudades a partir de flujos de bienes, personas o comunicaciones, por ejemplo. En esta sección se sintetiza su método, que será *base de los apartados empíricos* que se presentan más adelante, así como en el Capítulo 4, donde se consideran los 358 asentamientos urbanos del país.

Lo que hace el método de Nyusten y Dacey es cuantificar el *grado de asociación* entre pares de ciudades pertenecientes a una red, de tal manera que sea posible identificar las *asociaciones interurbanas más importantes*. Estas asociaciones entre pares de ciudades pueden ser *directas* (las que ocurren directamente entre dos ciudades, sin ciudades *intermediarias*) o *indirectas* (las que ocurren entre dos ciudades a través de una o más ciudades *intermediarias* de la red).

Muchas de las asociaciones interurbanas son de tipo *indirecto*. Por ejemplo, las oficinas matrices de diversas empresas pueden estar en ciudades de un cierto rango, mientras que las plantas operativas se localizan en una o varias ciudades a cientos o miles de kilómetros de distancia, en ciudades de menor rango. Por eso, cuando se evalúa el tejido de las interacciones urbanas resulta evidente que se requiere un método que considere *simultáneamente* tanto las asociaciones *directas* como las *indirectas*, porque ambas definen las redes de asentamientos a diversas escalas espaciales.

Así, la magnitud de las asociaciones *directas e indirectas* se mide mediante un índice derivado de la *teoría de grafos* que sintetiza la *intensidad total* de las asociaciones entre asentamientos. Este índice cuantifica el grado de asociación entre ciudades y ofrece una base cuantitativa para agrupar redes y subredes de ciudades. Las redes y subredes de ciudades resultantes son equivalentes a

regiones funcionales (llamadas también *regiones nodales*). Cuando cada ciudad en una cierta región de estudio es asignada a una red o subred de ciudades, es posible especificar el rango de cada una y valorar las relaciones funcionales de la *jerarquía* de asentamientos.

3.1.1. La singularidad de los indicadores de interacciones urbanas

Como se ha mencionado en párrafos anteriores, las ciudades pueden ser conceptualizadas como *núcleos que aglomeran espacialmente actividades y población*, que se *distribuyen* y se *asocian* en el territorio. Las asociaciones entre ciudades pueden ser de muy diversos tipos, por lo que se consideran *multidimensionales*. Por lo tanto, si se utiliza un solo indicador de asociación funcional, digamos llamadas telefónicas, la agrupación de las ciudades que se puede derivar será, simplemente, una *red de centros e interrelaciones telefónicas*. Esto significa que el indicador que se utilice para medir las interacciones urbanas sólo representará redes y subredes de ciudades *asociadas a ese indicador*. Por eso se ha mencionado que es fundamental establecer claramente, primero, el propósito de definir redes y subredes de ciudades, para seleccionar luego el indicador de interacción más apropiado.

3.1.2. La región funcional (o nodal)

Las regiones funcionales se definen a partir de la evaluación de los contactos entre asentamientos, donde cada uno es asignado a una *red de ciudades* con la que mantiene sus interacciones más importantes. Usualmente, se trata de un conjunto de ciudades más o menos cercanas entre sí, donde una de ellas polariza la mayoría de los flujos. A esta ciudad se le puede llamar *ciudad nodal* si es la más importante del área de estudio, o *subnodal* si es la más importante de una subregión. La agregación de estas ciudades altamente interrelacionadas conforma lo que se llama una *región funcional (o nodal)*. Las *asociaciones más intensas* son el *elemento crítico* que define la estructura funcional de las regiones nodales.

La región funcional puede ser reducida a una *red abstracta* de líneas y puntos: los puntos representan las ciudades y las líneas, las relaciones funcionales interurbanas. Aunque existe una miríada de líneas en una red de ciudades, subyace una *estructura básica* representada por las *asociaciones más intensas*,

que definen la constelación o red de ciudades (es decir: *regiones funcionales*). Tanto las interacciones urbanas *directas* como las *indirectas* son relevantes en la definición de la estructura funcional de las redes urbanas.

Resumiendo: la región funcional se define sobre la base del *flujo más intenso* que emite o recibe cada asentamiento en el entorno de una *ciudad nodal* o *subnodal*, y se delimita mediante la agregación de estos asentamientos. Estas *constelaciones* de ciudades establecen la organización funcional de las redes y subredes de ciudades en el territorio, así como el papel que juega cada una en el funcionamiento interrelacionado del conjunto de asentamientos. La intensidad y la dirección de las interacciones urbanas dependen de las dimensiones y las funciones que desempeña cada una de ellas.²

Aplicación geográfica de la teoría de grafos

La teoría de grafos es una *representación matemática de interrelaciones*. Si se especifican ciertas propiedades de las relaciones entre *ciudades* y se acepta la abstracción de *puntos* (ciudades) y *líneas* (relaciones) de la teoría de grafos, se pueden derivar algunos teoremas para analizar los flujos interurbanos. Primero, se consideran las ciudades de una región de estudio como un conjunto de puntos, y las líneas que unen pares de puntos, como un cierto flujo entre esos puntos que representan ciudades. El conjunto finito de puntos y líneas, en el que cada línea conecta *exactamente* dos puntos, es un grafo lineal de las relaciones que establecen los flujos.

3.1.3. Algunas características de los grafos lineales

Las *redes de líneas* son la única información que contienen los grafos lineales. La longitud de los flujos (las *líneas*), que son elementos centrales de la cartografía, no están definidos en el grafo. La mayor parte de la teoría de grafos se relaciona con este tipo de grafos, que simplemente indican si una relación (un *flujo*) *existe o no* entre un determinado par de puntos. Las conexiones, sin embargo, podrían contener información sobre su *intensidad* si se le asigna un valor a cada línea (a cada *flujo*). Si el grafo sólo muestra *si existe o no* relación entre pares de puntos se dice que es *binario*, y si las relaciones entre pares de puntos son iguales en ambos sentidos, se dice que el grafo es *simétrico*.

² Incluso a escala global; véase, por ejemplo: Esparza y Krmeneč, 2000.

Las relaciones entre pares de puntos pueden ser *directas* si el flujo que sale de una ciudad "a" llega directamente a una ciudad "b", o pueden ser *indirectas* si el flujo que sale de "a" pasa por las ciudades "c", "d" y "e" antes de llegar finalmente a la ciudad "b". Las ciudades involucradas en el trayecto del flujo (tanto la emisora "a" y la receptora "b", como las ciudades intermediarias: "c", "d" y "e") forman lo que se llama una *secuencia*. Los grafos que muestran la *orientación* de los flujos (de la ciudad "a" a la ciudad "b", por ejemplo) se llaman *grafos direccionados* o *diagramas*. Un punto se califica como *adyacente* a otro punto si se le conecta con una línea (flujo), y el *grado* de un punto se refiere al número de puntos a los cuales es *adyacente*.

3.1.4. Notación de matrices

Para cada grafo lineal existe una *matriz adyacente* que describe completamente el grafo, y viceversa. Cada punto del grafo se representa en la matriz en la celda donde cruzan cada renglón y cada columna (como estamos hablando de flujos, esta matriz tendría la forma de una *matriz origen-destino*). Así, el elemento x_{ij} de la matriz adyacente toma el valor de la línea (del flujo) que va del punto o ciudad de origen "i" al punto o ciudad de destino "j". Si no existe flujo (línea) entre "i" y "j", el valor de x_{ij} es igual a cero.

Los elementos de la diagonal de la *matriz adyacente* (x_{ii}) representan la relación de cada punto consigo mismo. Esta relación puede o no estar definida. Cuando no está definida, todos los elementos de la diagonal de la matriz se igualan, *por convención*, a cero o a un valor que tienda a cero (porque en ocasiones el cero absoluto complica algunas operaciones matriciales).³

3.1.5. Propiedades de las relaciones nodales entre ciudades

La teoría de grafos sugiere que en la miríada de relaciones que existen entre ciudades, la red de los *flujos nodales* (los de mayor *intensidad*) perfila la *estructura funcional* de las redes de ciudades. La idea de *flujo nodal* entre pares de ciudades puede definirse de varias maneras: como el flujo *de llegada* o *de salida*, o como la *suma de ambos* flujos, dependiendo de los propósitos de cada estudio. En el caso de las redes de ciudades resultan de particular importancia

³ Esto se hace operativo en los modelos de interacción espacial mediante la matriz de los costos de transporte entre las ciudades. A los costos de transporte de cada ciudad consigo misma se les asigna un valor que tienda a infinito, para eliminar los flujos entre las ciudades consigo mismas.

tanto los flujos de salida como los flujos de llegada a cada ciudad, porque ofrecen información estratégica que permite apoyar las decisiones de inversiones públicas y privadas, en términos de su escala y localización (espacial, sectorial y temporal) y de otros temas de planeación de ciudades y regiones que resultan altamente relevantes para los sectores público y privado.

Los flujos nodales se pueden identificar fácilmente mediante la inspección visual de la matriz adyacente: será el elemento x_{ij} que registre el máximo valor en cada renglón (asumiendo que la matriz tiene las ciudades de origen en la columna del extremo izquierdo, y las ciudades de destino en el renglón superior, tal como una matriz origen-destino). Una vez que se identifican los flujos nodales de cada ciudad de origen, corresponde agrupar las ciudades en torno a un asentamiento nodal. El problema radica en reconocer estos asentamientos nodales. Para lograrlo, se recurre a tres propiedades fundamentales de los flujos nodales:

- i. *Propiedad de independencia.* Esta propiedad establece que una ciudad es independiente (o nodal) si su flujo mayor lo dirige a una ciudad de menor importancia o tamaño. Por lo tanto, para identificar ciudades independientes se requiere una medida del tamaño o importancia de las ciudades. El tamaño se puede asignar a las ciudades de manera externa a la matriz de interacciones; por ejemplo: utilizando información de población, valor agregado de la producción o población ocupada; o internamente a la matriz de interacciones: por el volumen de flujos que cada ciudad recibe o envía, o por la suma de ambos.
- ii. *Propiedad de transitividad.* Esta propiedad implica que si una ciudad "a" se vincula a la ciudad "b" y ésta se vincula a la ciudad "c", entonces la ciudad "a" está vinculada también a la ciudad "c".
- iii. *Propiedad acíclica.* Esta propiedad establece que ninguna ciudad puede estar vinculada a las ciudades que se vinculan con ella.

3.1.6. Dos teoremas

Los flujos nodales perfilan la estructura nodal o funcional de la región, representan las asociaciones funcionales de las ciudades en esa región y definen la jerarquía urbana (si se utilizan los flujos como indicador de la importancia de cada ciudad).

Dos teoremas facilitan analizar los grafos lineales:

- i. Las *redes* de ciudades pueden dividirse en *subredes*; es decir, en conjuntos interrelacionados de ciudades que pertenecen a un conjunto mayor de asentamientos.
- ii. Cada subred tiene *una y única ciudad nodal* que articula la subred de asentamientos.

3.1.7. Asociaciones indirectas

Hasta el momento, lo que se ha presentado se refiere a las *asociaciones directas* entre ciudades. Estas asociaciones directas son las que se utilizan normalmente en México en los estudios que se apoyan en la metodología de Nyusten y Dacey para analizar redes a *diversas escalas espaciales* (Conapo, 1991; Nava, 2009). Sin embargo, las *asociaciones indirectas* pueden tener una notable influencia en la determinación de las *asociaciones funcionales*, por lo que deben ser consideradas. Se acepta que las *asociaciones directas* tienen la importancia mayor, pero las *relaciones indirectas* no deben, simplemente, dejarse de lado como si no existieran. Las asociaciones indirectas en una red de ciudades pueden ser calculadas mediante la manipulación matemática de la *matriz adyacente*, con el fin de ajustar con mayor precisión la *estructura funcional* de las redes y las subredes de ciudades.

3.1.8. Calculando asociaciones indirectas con la matriz adyacente

El primer paso para estimar la influencia de las asociaciones indirectas consiste en *ajustar los valores de la matriz adyacente*, de tal manera que las asociaciones directas sean sólo una *proporción* del total de las asociaciones de la ciudad nodal de toda la red (que es la ciudad de mayor tamaño o importancia). Esto se hace *calculando los totales de las columnas de la matriz adyacente* ($\sum x_{ij}$) y dividiendo cada elemento x_{ij} entre esta sumatoria, de tal manera que el total máximo de las columnas (el correspondiente a la *ciudad nodal* del sistema) sea igual a 1.0.

Si la matriz adyacente es Y , la expansión exponencial de Y tiene interpretaciones interesantes y muy útiles para estimar las *interacciones directas e indirectas* entre ciudades. La siguiente ecuación permite calcularlas:

$$B = Y + Y^2 + Y^3 + \dots + Y^n$$

En la matriz resultante B , cada componente b_{ij} representa el total de los flujos directos e indirectos de la ciudad "i" a la ciudad "j". Debe entenderse que la matriz B (derivada de la sumatoria de las expansiones potenciales de Y) *no ofrece la seguridad* de que ésa sea efectivamente la suma de los *contactos directos e indirectos* entre cada par de ciudades "i" y "j", ni que sea la *mejor* manera de estimarlas. No obstante, sí es una medida de *oportunidad de contactos indirectos* entre ciudades y es más *sólida* (tanto conceptual como técnicamente) y precisa que la *matriz simple* (Y), que considera solamente las *asociaciones directas* interurbanas.

La elección del exponente para expandir la matriz Y depende de la precisión que se quiera lograr. Nyusten y Dacey (1961), por ejemplo, expandieron Y hasta lograr valores de b_{ij} de ocho decimales.⁴ La estructura funcional de la matriz B se identifica a partir de los *flujos nodales*, de la misma manera como se explicó anteriormente para la matriz Y (de *contactos directos*).

Hasta donde sabemos, ésta es la primera ocasión que se utiliza la *expansión exponencial* de la matriz Y para estimar *flujos directos e indirectos* interurbanos en México con el fin de apoyar la identificación de la *estructura funcional* de la red nacional de ciudades.⁵

3.2. Jerarquía urbana: elemento central para definir la estructura funcional de las redes de ciudades

Como quedó claro en la revisión de la metodología de Nyusten y Dacey, el primer problema que es necesario resolver para avanzar en la identificación de la estructura funcional de una red de ciudades es establecer la *jerarquía de las ciudades* que la integran. La jerarquía de las ciudades puede hacerse *externamente* a la matriz adyacente utilizando datos demográficos o económicos, por ejemplo, o *internamente* a la matriz si se utiliza la información sobre los flujos interurbanos.

En este apartado comparamos las jerarquías resultantes de utilizar tres *indicadores externos* a la matriz adyacente (porque esta matriz se calculará posteriormente, hacia el final del capítulo): uno *demográfico* (población total) y dos de corte *económico* (población ocupada y valor agregado de la producción). Los tres indicadores son altamente relevantes para la generación de

⁴ b_{ij} representa cada casilla de la matriz B .

⁵ Véase una interesante extensión a la teoría de grafos aplicada al análisis urbano en Irvin y Hughes, 1972.

interacciones urbanas. El primero es el más utilizado en los análisis de redes de ciudades (desde los trabajos clásicos de Reilly de 1931, que generaron los primeros *modelos gravitacionales*). Los indicadores de corte económico (al igual que el de población) son también muy importantes porque se sabe que en México a mayor población ocupada y valor agregado (y también a mayor población total) corresponde una mayor *atractividad de consumidores* de una ciudad, lo que favorecerá el surgimiento de contactos interurbanos (Garrocho, 1990, 1992a, 1995, 1996). La idea es *experimentar* para identificar la variable o las variables más apropiadas para definir la jerarquía en la muestra total de 358 ciudades, cuando se aplique la metodología al conjunto nacional de ciudades en el Capítulo 4.

3.2.1. Jerarquía de ciudades según su población total en 2005

Los datos de la población total de la muestra de 86 ciudades que integran el estudio del Imco (2010) fueron proporcionados por el Conapo. De acuerdo con esta información, las primeras 15 ciudades de la jerarquía (todas mayores de 800 mil habitantes) concentran 41.9 millones de personas, equivalentes a 65.4% del total de la población de las ciudades consideradas en el estudio del Imco (Cuadro 3.1). La ciudad con mayor población en el país es la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), cuya población equivale a la población conjunta de las siguientes 10 ciudades en la jerarquía (que suman 19.3 millones de habitantes), y registra un *índice de primacía* de 1.42, que significa que la primera ciudad en la jerarquía es 42% mayor que la suma de la población de las siguientes cinco ciudades.⁶

3.2.2. Jerarquía de ciudades según su población ocupada en 2003

La población ocupada de las primeras 15 ciudades de la jerarquía suma 7.9 millones de personas (Cuadro 3.2), que representan 68.3% del total de la población ocupada en las 86 ciudades de la muestra utilizada. Este dato muestra una concentración de la población ocupada en las primeras 15 ciudades de la jerarquía ligeramente mayor que la que registró la población total (65.4%), lo

⁶ El *índice de primacía* se calcula dividiendo el dato correspondiente a la primera ciudad de la jerarquía entre la suma de los datos correspondientes a las *tres o cinco* ciudades que le siguen. En este caso se dividió la *población* de la ZMVM entre la *suma de las poblaciones* de las *cinco* ciudades siguientes: ZM de Guadalajara, ZM de Monterrey, ZM de Puebla-Tlaxcala, ZM de Toluca y ZM de Tijuana.

Cuadro 3.1
Ciudades Imco: jerarquía urbana según población, 2005

<i>Ciudad</i>	<i>Pob. 2005</i>	<i>Rango</i>
ZM del Valle de México	19,239,910	1
ZM de Guadalajara	4,095,853	2
ZM de Monterrey	3,738,077	3
ZM de Puebla-Tlaxcala	2,470,206	4
ZM de Toluca	1,633,052	5
ZM de Tijuana	1,575,026	6
ZM de León	1,425,210	7
ZM de Juárez	1,313,338	8
ZM de La Laguna	1,110,890	9
ZM de San Luis Potosí-Soledad de G.C.	857,753	10
ZM de Querétaro	950,828	11
ZM de Mérida	897,740	12
ZM de Mexicali	855,962	13
ZM de Aguascalientes	834,498	14
ZM de Tampico	803,196	15
Total	41,901,539	

Fuente: Imco, 2010.

que se refleja en el *índice de primacía*, que adquiere un valor menor al registrado en la jerarquía según la población total: 1.31.

Resulta aún más interesante notar los *cambios* que ocurren en la jerarquía de ciudades si se utiliza la *población ocupada* en lugar de la *población total*. Destacan los siguientes: *sólo cuatro ciudades mantienen el lugar* que tenían en la jerarquía definida con la población total: la ZMVM (lugar 1), la ZM de Puebla-Tlaxcala (lugar 4), la ZM de Tijuana (lugar 6) y la ZM de León (lugar 7). *Todas las demás (11 de las primeras 15 ciudades) cambiaron su lugar* en la jerarquía; *cinco hacia arriba*: ZM de Monterrey (pasó del lugar 3 al 2), ZM de Juárez (del 8 al 5), ZM de La Laguna (del 9 al 8), ZM de Mérida (del 12 al 10) y la ZM de Aguascalientes (del 14 al 13); *seis hacia abajo*: la ZM de Guadalajara (del lugar 2 al 3), la ZM de Toluca (del 5 al 9), la ZM de San Luis Potosí (del 10 al 11), la ZM de Querétaro (del 11 al 12), la ZM de Mexicali (del 13 al 16) y la ZM de Tampico (del 15 al 20); y *aparecen* dos nuevas ciudades entre las primeras 15 de la jerarquía cuando se utiliza *población ocupada*: la ZM de Chihuahua, que pasó

Cuadro 3.2
Ciudades Imco: jerarquía urbana según población ocupada, 2003

<i>Ciudad</i>	<i>Población ocupada 2003</i>	<i>Rango</i>
ZM del Valle de México	3,504,488	1
ZM de Monterrey	832,850	2
ZM de Guadalajara	802,583	3
ZM de Puebla-Tlaxcala	392,514	4
ZM de Juárez	332,853	5
ZM de Tijuana	317,830	6
ZM de León	268,540	7
ZM de La Laguna	237,861	8
ZM de Toluca	221,942	9
11ZM de Mérida	183,020	10
ZM de San Luis Potosí-Soledad de G.S.	176,268	11
ZM de Querétaro	175,815	12
ZM de Aguascalientes	164,864	13
ZM de Chihuahua	164,820	14
ZM de Reynosa-Río Bravo	145,734	15
Total	7,921,982	

Fuente: Imco, 2010.

del lugar 18 en la jerarquía de población al lugar 14, y la ZM de Reynosa-Río Bravo, que pasó del lugar 24 al 15.

Cabe recordar que no es propósito de este apartado indagar en las causas y las implicaciones de estos cambios en la jerarquía, según qué indicador se utilice, sino identificar la intensidad de estos cambios para generar argumentos que permitan seleccionar de manera razonada el indicador o los indicadores que se utilizarán para definir en el Capítulo 4 la jerarquía del conjunto urbano nacional.

La conclusión hasta el momento es clara: la jerarquía de ciudades registra cambios importantes cuando se utilizan indicadores diferentes, aun si estos indicadores registran *coeficientes de correlación* (de *Pearson*) muy importantes entre sí, como es el caso de la población total y la población ocupada. El coeficiente de correlación (R^2) entre estas dos variables es de 0.995, lo que indica que se requiere una manera distinta a la del coeficiente de correlación de *Pearson* para medir la similitud entre las jerarquías. Esto se puede lograr con los métodos de *correlación de rangos* de *Spearman* y de *Kendall*.

3.2.3. Jerarquía de ciudades según el valor agregado de la producción en 2003

Cuando se utiliza el indicador de valor agregado de la producción, la jerarquía de ciudades sigue siendo encabezada por la ZMVM. El valor agregado de la ciudad de mayor importancia en el país equivale al de las siguientes 12 ciudades en la jerarquía y su índice de primacía es de 1.48. Es decir, este indicador muestra una concentración mayor que la población total y la población ocupada en las ciudades de mayor nivel en la jerarquía (Cuadro 3.3). No obstante, al ampliar la perspectiva a las primeras 15 ciudades de la jerarquía, se observa una concentración de 64.8% del valor agregado total, lo que es ligeramente menor a la concentración de la población (65.4%) y de la población ocupada (68.3%).

Cuadro 3.3
Ciudades Imco: jerarquía urbana según valor agregado de la producción, 2003^a

<i>Ciudad</i>	<i>Valor agregado 2003</i>	<i>Rango</i>
ZM del Valle de México	166,588,226	1
ZM de Monterrey	44,095,468	2
ZM de Guadalajara	27,549,979	3
ZM de Puebla-Tlaxcala	16,332,230	4
ZM de Juárez	12,631,331	5
ZM de Toluca	11,581,164	6
ZM de León	11,261,512	7
ZM de Tijuana	9,728,044	8
ZM de Reynosa-Río Bravo	9,029,819	9
ZM de Querétaro	7,777,417	10
ZM de Saltillo	7,553,647	11
ZM de La Laguna	7,549,445	12
ZM de San Luis Potosí-Soledad de G.S.	6,624,062	13
ZM de Aguascalientes	6,020,829	14
ZM de Morelia	5,679,858	15
Total	350,003,032	

^a Se excluyeron de este cuadro Ciudad del Carmen y Comalcalco, porque sus datos de valor agregado derivados de la producción petrolera distorsionan la imagen económica del conjunto de ciudades.

Respecto a los cambios de *lugar en la jerarquía* de las primeras 15 ciudades, son muy interesantes. En comparación con la *población total*, de las 15 ciudades se mantienen 12 de ellas, tres *desaparecen* de la jerarquía (Mérida, Mexicali y Tampico, que bajan a los lugares 29, 27 y 28 respectivamente) y se *insertan* tres nuevas ciudades: la ZM de Reynosa-Río Bravo (que salta del lugar 24 al 9), la ZM de Saltillo (que pasa del lugar 20 al 11) y la ZM de Morelia (que estaba en el lugar 26 en términos de población y pasó al 15 por su valor agregado de la producción). Del resto, cinco ciudades bajaron entre uno, dos y tres lugares: en el primer caso están las ZM de Guadalajara y Toluca; en el segundo caso está la ZM de Tijuana, y en el tercer caso, las ZM de La Laguna y San Luis Potosí. Finalmente, sólo tres ciudades mantuvieron su misma posición en la jerarquía: la ZMVM (lugar 1), la de Puebla-Tlaxcala (lugar 4) y la de León (lugar 7). Es decir, si bien respecto a la jerarquía de población, la jerarquía de valor agregado registra cambios de posición en 12 ciudades y sólo tres mantienen su posición, los cambios de posición no son muy acentuados en la mayoría de las ciudades (salvo en los tres casos mencionados de las ZM de Reynosa-Río Bravo, Saltillo y Morelia).

Al comparar las jerarquías de ciudades según su valor agregado y población ocupada, se observa que los cambios de posición de las ciudades son notorios, pero un poco menos intensos que los que se registraron entre las jerarquías de población total y población ocupada: seis de las 15 ciudades no cambian de posición (incluyendo las primeras cinco que se mantienen constantes en sus posiciones); tres ciudades logran mejores posiciones respecto a la jerarquía de valor agregado (la ZM de Toluca del lugar 5 al 6; la ZM de Reynosa-Río Bravo del 15 al 9, y la ZM de Querétaro del 12 al 10), y cuatro ciudades registran descensos en sus posiciones (la ZM de Tijuana baja del lugar 6 en la jerarquía por personal ocupado al 8 en la de valor agregado; la ZM de La Laguna baja del lugar 8 al 12; la ZM de San Luis Potosí baja del 11 al 13, y la ZM de Aguascalientes baja del lugar 13 al 14). Además, dos ciudades *desaparecen* del listado de las primeras 15 ciudades de la jerarquía urbana: Mérida (que ocupaba el lugar 10 en términos de población ocupada, baja al lugar 29 en la jerarquía por valor agregado) y Chihuahua (que ocupaba el lugar 14, baja hasta el lugar 21). Llama la atención que aun cuando se comparan dos jerarquías *derivadas de variables económicas* (como población ocupada y valor agregado), se registran cambios de posiciones importantes. Esto es más notable dado que el coeficiente de correlación de *Pearson* (R^2) entre estas dos variables es de 0.87, lo que confir-

ma que se requiere de un *método diferente* para estimar las similitudes entre jerarquías urbanas definidas con variables distintas.

3.2.4. Comparación de las jerarquías de ciudades con los métodos de correlación de rangos de Spearman y de Kendall

Población total vs población ocupada

El coeficiente de correlación de *Spearman* entre *población total* y *población ocupada* registra una valor de 0.955, que es ligeramente más bajo que la correlación de *Pearson*, que es de 0.995 (ambas correlaciones se interpretan igual y sus valores van de -1.0 a +1.0). Los dos coeficientes de correlación son significativos a un nivel de confianza de 0.01. Esto significa que sí existen cambios de posiciones entre las ciudades en las dos jerarquías (una definida con población total y la otra con población ocupada), pero que son, a nivel agregado, poco importantes como para marcar una disimilitud notable (Cuadro 3.4).

Cuadro 3.4
Coefficientes de correlación de rangos de Spearman

	<i>Población total 2005</i>	<i>Población ocupada 2003</i>	<i>Valor agregado de la producción, 2003</i>
Población total, 2005	N.A.	0.955	0.752
Población ocupada, 2003	0.955	N.A.	0.813
Valor agregado de la producción, 2003	0.752	0.813	N.A.

Esta conclusión merece confirmarse con *otro método de correlación de rangos*. En este caso se utiliza el *método de Kendall*. El valor del coeficiente de *Kendall* puede variar de 0.0 a +1.0. Mientras más alto el valor del coeficiente, mayor la correlación entre las jerarquías, y viceversa. La principal diferencia entre el coeficiente de *Spearman* y el de *Kendall* es que el primero le da más peso a las *mayores diferencias* de rango, mientras que el coeficiente de *Kendall* se concentra más en los *cambios* de rango (Burt, Barber y Rigby, 2009; Smith, 1975). El valor del coeficiente de correlación de *Kendall* para las jerarquías de ciudades derivadas de la *población total* y la *población ocupada* es de 0.955, exactamente igual al coeficiente de *Spearman*, lo que confirma que a *nivel agregado*

las diferencias entre ambas jerarquías no son relevantes (Cuadro 3.5). En otras palabras, se puede usar cualquiera de las dos jerarquías de manera indistinta en la metodología para definir la red de ciudades de México.

Población total vs valor agregado

El coeficiente de correlación de *Spearman* para las jerarquías urbanas obtenidas de utilizar las variables *población total* y *valor agregado* es 0.752, lo que indica mayores diferencias que en el caso de las jerarquías entre *población total* y *población ocupada* (que registraron un coeficiente de *Spearman* de 0.955) (Cuadro 3.4). Además, el coeficiente de correlación de *Kendall* registra un valor de 0.939, también menor al que se registró al comparar las jerarquías entre *población total* y *población ocupada* (que fue de 0.955) (Cuadro 3.5). De estos indicadores se puede concluir que las jerarquías siguen siendo similares, aunque con diferencias mayores en el caso de las que utilizan como variables la *población total* y el *valor agregado*.

Cuadro 3.5
Coefficientes de correlación de rangos de Kendall

	<i>Población total, 2005</i>	<i>Población ocupada, 2003</i>	<i>Valor agregado de la producción, 2003</i>
Población total, 2005	N.A.	0.955	0.939
Población ocupada, 2003	0.955	N.A.	0.95
Valor agregado de la producción, 2003	0.939	0.95	N.A.

Población ocupada vs valor agregado

Para este caso, el coeficiente de correlación de *Spearman* tiene un valor de 0.813, que muestra una *mayor similitud* entre las jerarquías derivadas de la *población ocupada* y el *valor agregado* que en el caso de las jerarquías de población total y valor agregado, pero menor al caso de la jerarquía entre población total y población ocupada (Cuadro 3.4). Por su parte, el coeficiente de *Kendall* llega a 0.950, que es muy similar al de la correlación entre las jerarquías de población total y población ocupada (que fue de 0.955) y ligeramente mayor al que se

registró al correlacionar las jerarquías basadas en la población total y el valor agregado (0.939) (Cuadro 3.5).

Las variaciones del coeficiente de correlación de *Spearman* muestran que este indicador es más *sensible* a los cambios de posiciones de las ciudades en las diferentes jerarquías, porque *privilegia y le da más pesos a los cambios mayores en las posiciones de las ciudades*. En cambio, el coeficiente de *Kendall* parece más confiable, en este análisis, porque pone mayor atención a *todos los cambios de posición de las ciudades* en las diferentes jerarquías. De cualquier manera, la conclusión del análisis estadístico es que las jerarquías analizadas son *razonablemente similares entre sí*, por lo que se podría utilizar cualquiera de las tres variables consideradas (*población total, población ocupada o valor agregado*) para definir la jerarquía de ciudades.

3.2.5. Las ventajas de utilizar la población total como variable para definir la jerarquía urbana

Como se observó en el análisis de correlaciones de rango de tipo *Spearman* y *Kendall* para las jerarquías urbanas consideradas en este capítulo: *no existen variaciones totales altamente significativas*. Esto indica, en principio, que se podría utilizar cualquiera de las variables que definieron las jerarquías evaluadas: población total, población ocupada o valor agregado de la producción. Sin embargo, en este trabajo se *prefiere* utilizar el indicador de *población total* por las razones que se exponen a continuación.

En primer lugar, la contabilidad de la población total es mucho *más clara* que la de la población ocupada y que la del valor agregado de la producción. Estas dos últimas variables dependen de ciertos *criterios normativos* del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) no totalmente aceptados. El primero, por ejemplo, depende totalmente de lo que signifique *estar ocupado*, mientras que el segundo asigna *espacialmente* el dato del valor agregado de la producción de una manera que puede distorsionar la imagen económica del conjunto de ciudades del país. Un ejemplo muy claro de esto es Ciudad del Carmen: si se considera sólo el valor agregado de la producción, resulta más importante que las ZM de Monterrey y Guadalajara, debido a su *producción petrolera*, pero no por su *variedad de oferta de bienes y servicios*.

El segundo argumento es tan importante o más que el primero: la población total tiene una relación *directa* con la oferta de bienes y servicios urbanos. Esto lo demuestra *conceptualmente* la teoría de lugar central (TLC) (Christaller,

1966), así como *empíricamente*, para diversos países en desarrollo: Rondinelli y Shabbir (1988), y para México: Garrocho (1990) (Figura 3.2).

Por lo tanto, tomando en cuenta los argumentos anteriores y el principal propósito de develar la estructura funcional de la red de ciudades de México establecido desde el Capítulo 2 de este trabajo ("*apoyar las decisiones de inversiones públicas y privadas, en términos de su escala y localización espacial, sectorial y temporal...*"), lo más apropiado en el contexto de este análisis es considerar la variable *población total* como el indicador más sólido para definir la *jerarquía de ciudades* de México.

Una vez resuelto el problema de *establecer la variable* que se va a utilizar para definir la jerarquía de la red urbana de México, corresponde precisar operativamente los componentes del *modelo de interacción espacial* con el que se van a cuantificar las relaciones entre las ciudades de la red nacional de ciudades.

3.3. Componentes para construir el modelo de interacción espacial

Los componentes de un modelo de interacción espacial como el que se utilizará en este trabajo son los siguientes: *i.* atractividad de los destinos; *ii.* población que se puede mover desde los orígenes (llamada *masa*);⁷ *iii.* costos de transporte, y *iv.* fricción de la distancia. En los apartados siguientes se justifica la manera como se estimarán operativamente cada uno de ellos.

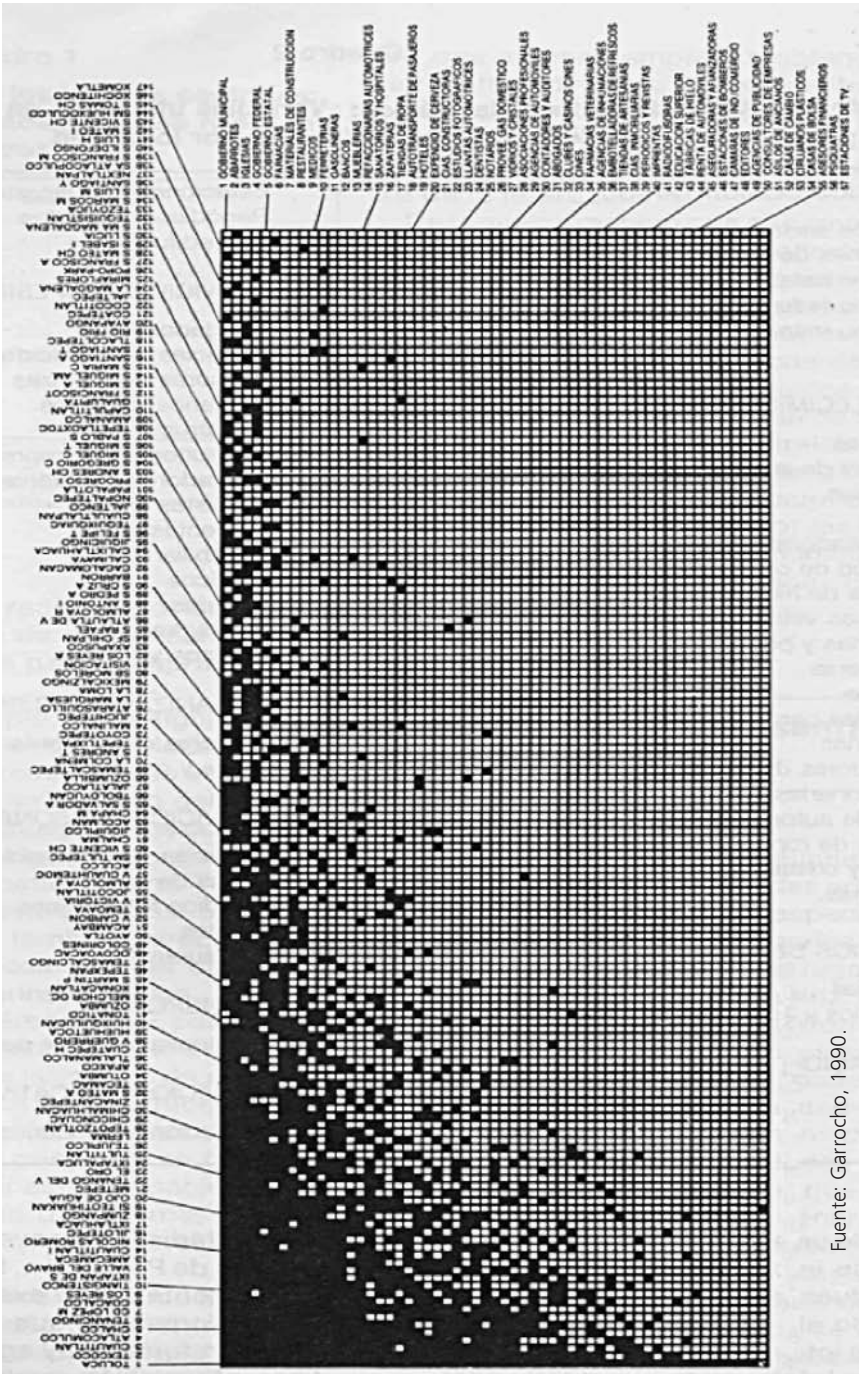
3.3.1. Atractividad de los destinos

Los modelos de interacción espacial se fundamentan en un principio muy sencillo, pero comprobable conceptual y empíricamente (como se explicó en el Capítulo 2): "*La intensidad de los flujos entre ciudades son directamente proporcionales a la atractividad y a la masa de cada una de ellas, e inversamente proporcionales a los costos de transporte que las separan*".

La *atractividad* de los destinos depende de su *oferta de bienes y servicios*, y por tanto está fuertemente vinculada a la *jerarquía* de las redes de ciudades, tal como lo explica la TLC (véase Capítulo 2). De acuerdo con la TLC, los asentamientos ofrecen todos los *bienes y servicios* propios de su nivel en la jerarquía

⁷ Por *masa* se entiende lo que puede viajar de una ciudad a otra: población, llamadas telefónicas y autotransportes, por mencionar algunos ejemplos.

Figura 3.2 Escalograma de actividades, Estado de México, 1990



Fuente: Garrocho, 1990.

urbana, más todos aquellos que ofrecen los asentamientos que están en los niveles inferiores de la jerarquía. Este principio está respaldado sólidamente por claras evidencias empíricas alrededor del mundo (Rondinelli y Shabbir, 1988; y para México: Garrocho, 1990) (Figura 3.2).

El indicador de *población total* es particularmente *útil* cuando se manejan asentamientos pequeños, para los cuales no existe mucha información estadística. Sin embargo, en este trabajo todas las ciudades consideradas cuentan con *información económica básica* que se puede utilizar para definir un mejor *indicador de atractividad*.⁸

Así las cosas, se debe destacar que para este trabajo se dispone del indicador de *población ocupada*, que tiene un sugestivo *componente económico* vinculado *directamente* con la magnitud de la *oferta de bienes y servicios* clave para el desarrollo social, y altamente correlacionado con la *población total* de cada asentamiento. El *coeficiente de correlación* (R^2) entre población ocupada y población total para el conjunto de las 358 ciudades del país definidas por el Conapo en 2010 es de 0.995.

Por lo tanto:

- i. Dado que el tamaño de la *población total* de cada asentamiento se relaciona directamente con su *oferta de bienes y servicios*, y en consecuencia con su *atractividad*.
- ii. La *población total* está *altamente correlacionada* con la *población ocupada* en el conjunto de ciudades bajo análisis, pero además implica un componente económico, *conceptualmente más sólidamente* vinculado a la oferta de bienes y servicios (es decir a la *atractividad*) de cada asentamiento que la *población total*.
- iii. En este trabajo se tomó la decisión de utilizar la variable *población ocupada* para cuantificar *operativamente* la *atractividad* de cada asentamiento. Así: *a mayor población ocupada mayor atractividad de las ciudades, y viceversa*.

3.3.2. Población que se puede mover desde los orígenes

En este trabajo se utiliza la *población total* de los asentamientos, como la *masa* que se puede mover *desde cada ciudad de origen*. Esto se justifica plenamente

⁸ Tanto las 86 ciudades (Imco, 2010) utilizadas para realizar los experimentos que están permitiendo definir la manera de *estimar operativamente* las variables del modelo de interacción espacial que se instrumenta en el Capítulo 4, como las 358 que integran el conjunto urbano nacional definido por el Conapo, que son para las que se corre el modelo de interacción espacial en el mismo Capítulo 4.

si se revisan los objetivos que se buscan alcanzar al definir la red de ciudades de México (véase la sección “Premisas centrales” al principio del Capítulo 2, y la introducción de este capítulo). No hay nada más que añadir en este tema.

3.3.3. Costos de transporte

Los costos de transporte son un tema central de investigación porque es una de las principales estrategias para sintetizar la dimensión espacial del análisis geográfico. Los costos de transporte son extremadamente complejos de estimar con precisión, tal como lo han demostrado Fotheringham, Brunsdon y Charlton (2000), Fujita, Krugman y Venables (1999), Fujita y Thisse (2002), Krugman (1991), Moseley (1979), Pellegrini y Fotheringham (2002), Rushton (1987) y Whitelegg (1982), entre muchos otros.

Se sabe que los *costos de transporte* están relacionados con la *distancia* que se recorre (especialmente si se consideran incomodidades, tiempo, riesgo, entre otras variables). Esto es particularmente acertado para los *recorridos terrestres* (Lloyd y Dicken, 1990; Esparza y Krmeneč, 2000; Garrocho, 1995a; Garrocho, Chávez y Álvarez, 2003). Por esta razón, en numerosos estudios geográficos se utiliza la distancia como un indicador muy aproximado (por eso llamado: indicador *proxy*) de los costos de transporte. Esto hace que sea casi obligatorio probar la distancia como un indicador *proxy* para estimar *operativamente* los costos de transporte.

Ahora bien, por razones de eficiencia, la mayoría de los investigadores que utilizan la distancia como indicador de los costos de transporte terrestres, usan *distancias lineales* entre pares de asentamientos (llamadas también “*distancias a vuelo de pájaro*”) (Fotheringham y O’Kelly, 1989). Esto constituye una *salida metodológica aceptable* a escala nacional o regional, pero no es *deseable* a escala *intraurbana*. Al interior de las ciudades la diferencia entre medir la distancia en *línea recta* o *a lo largo de las vialidades* puede ser crucial en muchos análisis. Esto se ha demostrado para varios países (Lu y Chen, 2006; Okabe y Yamada, 2001; Yamada y Thill, 2004), incluido México (Garrocho y Álvarez, 2010; Garrocho, Álvarez y Chávez, 2011).

Pero este trabajo no es de escala intraurbana, sino de escala nacional y regional. Por lo tanto, es posible utilizar las *distancias lineales* entre pares de ciudades como indicador de los *costos de transporte*. No obstante, se *prueban* tres indicadores de distancia adicionales para *evaluar sus relaciones estadísticas* y apoyar la toma de la decisión acerca de qué indicador de *costos de transporte*

es el más *conveniente* y el *posible* de usar en este trabajo. Estos indicadores son: *distancia* por carretera (medida en kilómetros), *tiempo* de recorrido por carretera (medido en horas y minutos) y *costo* de transporte por carretera (estimado como la suma del costo de la gasolina por kilómetro de un automóvil de cuatro cilindros más el gasto de las casetas existentes en la ruta).⁹

Cabe mencionar que estimar la *distancia lineal* entre pares de ciudades es muy rápido e implica un *costo muy bajo* (en dinero, tiempo, esfuerzo) si se utiliza un sistema de información geográfica. Sin embargo, los costos de transporte medidos como *distancias a través de la red carretera* o como *tiempo* o *costo de recorrido* por la red carretera son muy altos y *complicados* de medir. Especialmente porque se deben identificar los *recorridos mínimos* entre pares de ciudades. Esto parece sencillo si se consideran unas cuantas ciudades, pero resulta altamente complejo si la cantidad de ciudades rebasa un par de decenas, y es una tarea prácticamente imposible de realizar sin apoyo de *software* especializado si el número de ciudades es de varias centenas, como en este trabajo (el conjunto urbano nacional definido por el Conapo es de 358 ciudades: véase Capítulo 4).¹⁰

Correlaciones entre los indicadores de costos de transporte

Los coeficientes de correlación de *Pearson* entre los indicadores de distancia son diferenciados (Cuadro 3.6). El más elevado es entre la distancia medida en *kilómetros* y la distancia medida en *tiempo* de recorrido, que es 0.985, lo que indica que prácticamente es igual utilizar una u otra variable como indicador *proxy* de los costos de transporte. Por su parte, el coeficiente de correlación entre la distancia medida en *kilómetros* y en *costo* (gasolina más casetas) es más bajo: llega sólo a 0.720. La relación entre los indicadores de *costo* de transporte es aún menor cuando se comparan las distancias medidas en *tiempo* y en *costo*

⁹ La distancia por carretera (medida en kilómetros) y el tiempo de recorrido por carretera (medido en horas y minutos) se tomó de la página de Internet de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes: <http://aplicaciones4.sct.gob.mx/sibuac_internet/ControllerUI?action=cmdEscogeRuta>. El costo de la gasolina se estimó considerando que el rendimiento promedio de un automóvil de cuatro cilindros en carretera es de 10 kilómetros por litro y que el precio de la gasolina es el promedio entre la gasolina Premium y la Magna al día 28 de noviembre de 2010. Así: Gasto en gasolina = (distancia recorrida/10) * (precio promedio del litro de gasolina).

¹⁰ El *software* utilizado se desarrolló especialmente para este trabajo en el Laboratorio de Análisis Espacial de El Colegio Mexiquense. En su estado actual, esta versión es *poco amigable* y tiene como antecedente la que se presenta en Garrocho, Chávez y Álvarez, 2003.

(0.646), y los coeficientes más bajos son entre la distancia medida en *línea recta* y las otras tres maneras de medir la distancia (varía de 0.590 a 0.650).

Cuadro 3.6

Matriz de correlación entre los indicadores de costos de transporte^a

	<i>Km</i>	<i>Tiempo</i>	<i>\$</i>	<i>Lineal</i>
Km	N.A.	0.985	0.720	0.65
Tiempo	0.985	N.A.	0.646	0.61
\$	0.720	0.646	N.A.	0.59
Lineal	0.650	0.610	0.590	N.A.

^a. Los indicadores son: distancia medida en kilómetros por carretera (km); distancia medida en tiempo de recorrido por carretera (tiempo); distancia de recorrido por carretera medida en costo (costo de gasolina más casetas), y distancia en línea recta (“a vuelo de pájaro”: lineal).

Los resultados de las correlaciones estadísticas entre los diferentes indicadores *proxy* de *costos de transporte* basados en diferentes medidas de distancia muestran dos cosas relevantes: *i.* los indicadores de *kilómetros* de recorrido por carretera y *tiempo* de recorrido por carretera son prácticamente iguales, por lo que se puede utilizar uno u otro, y *ii.* los demás indicadores muestran coeficientes de correlación menores a 0.750, lo que sugiere que podrían generar *resultados diferenciados* al instrumentarse en un modelo de interacción espacial. Sin embargo, esto es sólo una *hipótesis sujeta a comprobación empírica*, porque en el modelo participan otros elementos que podrían atenuar las diferencias de los flujos interurbanos (el *parámetro de la fricción de la distancia* y los indicadores de *atractividad* y *masa*). Para poner a prueba esta hipótesis, en la sección 3.4 de este capítulo se corre un modelo de interacción espacial decenas de veces utilizando los *cuatro indicadores de distancia* para evaluar las diferencias en los flujos interurbanos que genera cada indicador, esto con el fin de tener una conclusión *más sólida* sobre las implicaciones de utilizar uno u otro.

3.3.4. Parámetro de la fricción de la distancia

El parámetro de la *fricción de la distancia* expresa la *sensibilidad* de los consumidores a los *costos de transporte* y es, de alguna manera, equivalente al concepto de *alcance de un bien* de la TLC, que se analizó en el Capítulo 2. Así, mientras más alto sea el parámetro de la fricción de la distancia, significa que los consumidores son más *sensibles* a los costos de transporte, y viceversa.

Por ejemplo, un parámetro igual a *ceró* significa que los consumidores son *indiferentes* a los costos de transporte (es decir: que les da exactamente lo mismo acudir al asentamiento más cercano o al más lejano), mientras que si el parámetro toma un valor que tienda a *infinito* significará que los consumidores son tan sensibles a los costos de transporte que sólo acudirán al asentamiento más cercano. Esto se explicó en gran detalle en el Capítulo 2 y resulta *crucial* entenderlo correctamente, porque éste es el momento de comenzar a aplicarlo de manera *operativa*.

Hay dos maneras principales de aplicar el parámetro de la fricción de la distancia en modelos de interacción espacial orientados al análisis de redes de ciudades: *i.* definir un parámetro *para cada* ciudad de origen, y *ii.* definir un parámetro *promedio para toda* la red de ciudades. Se recomienda la primera opción cuando se tiene *información detallada* de los flujos *observados* entre ciudades o regiones (*i.e.*, estados), aunque es más compleja de instrumentar. Un ejemplo para México de la aplicación de este tipo de estrategia se puede ver en el trabajo de Garrocho (1996), que construyó 32 modelos de interacción espacial (uno para cada entidad federativa) *encadenados* y *funcionando simultáneamente*, con el propósito de simular los flujos migratorios interestatales a escala nacional. Los valores de los 32 parámetros de la fricción de la distancia se *calibraron* comparando los flujos migratorios *observados* (registrados en el censo) y los flujos migratorios *calculados* por los 32 modelos *encadenados*, hasta encontrar el *mejor ajuste* (el *mínimo error promedio estándar*) (Garrocho, Chávez y Álvarez, 2003). En este trabajo no es posible aplicar este método porque no se dispone de información detallada acerca de los flujos observados de consumidores (*movilidad por consumo*) entre las ciudades del país.

La segunda opción, definir un *parámetro promedio* para toda la red de ciudades, es la que se utilizó en el estudio del Conapo de 1991. Sin embargo, en ese estudio no se reporta el valor que se utilizó finalmente al instrumentar el modelo *gravitacional simple* con el que se definieron ciertas interacciones entre ciudades.¹¹

Las experiencias que existen en nuestro país de aplicaciones de modelos de interacción espacial al análisis de redes de ciudades no otorgan ninguna pista sobre el valor que puede tomar el parámetro de la fricción de la distancia para

¹¹ Los modelos gravitacionales simples tienen muchas limitaciones conceptuales, por lo que es mucho mejor utilizar modelos de interacción espacial como el que se utiliza en este trabajo. Detalles al respecto se pueden ver en Garrocho, 2005. De cualquier manera, cabe mencionar que los modelos gravitacionales simples se siguen utilizando en la actualidad; véase, por ejemplo: Krings *et al.*, 2009.

este trabajo. Garrocho (1996) utilizó un modelo complejo con *tres parámetros* (uno para los *costos de transporte*, otro para el *indicador de atractividad* y uno más para el indicador de la *masa* que se puede mover entre las ciudades), debido a que contaba con información desagregada y precisa sobre los flujos migratorios interestatales. En ese estudio, los valores de los 32 parámetros de la fricción de la distancia variaron entre -0.49 y -0.99, pero no se pueden tomar como base para el presente trabajo porque aquí sólo se puede utilizar un modelo con *un solo parámetro promedio* de la fricción de la distancia. El estudio del Conapo de 1991 sería más útil para este trabajo, en términos de derivar un valor del parámetro de la fricción de la distancia, porque utiliza también un solo parámetro promedio, pero dos razones impiden tomarlo como antecedente: *i.* el modelo que se utilizó en ese estudio fue *demasiado simple* (un *modelo gravitacional* tipo Reilly, 1931), y *ii.* el estudio no reporta el valor del parámetro promedio que finalmente se utilizó.

Así las cosas, no hay otra alternativa que intentar apoyarse en valores utilizados en estudios internacionales. Por ejemplo, en el estudio migratorio de Shen (1999), los parámetros calibrados para un modelo *gravitacional simple* se localizaron en un rango de -1.10 a -1.24. Lee (2001) calibró un modelo de interacción espacial de flujos migratorios entre 48 estados de la Unión Americana y obtuvo un parámetro global de -0.140, mientras que los valores de los parámetros para cada estado de origen variaron de -0.06 hasta alrededor de -3.0.¹² Otro estudio sobre flujos migratorios en los Estados Unidos reporta un parámetro global de -0.704 (Yongwan, 2007). Por su parte, Graham, Gibbons y Martin (2009) estimaron un parámetro de -1.8 para las actividades terciarias en Inglaterra, pero un metanálisis reciente sobre parámetros de la fricción de la distancia aplicados a modelos de comercio internacional reporta un rango de variación promedio de entre -0.28 y -1.55 (con un valor promedio de -0.9) (Disdier y Head, 2008).

A escala intranacional se han estimado parámetros similares, y a escala intraestatal, en los Estados Unidos, los parámetros van de -0.77 a -0.81 (Wolf, 2000) y de -0.8 a -1.2 (Brown y Anderson, 2002) entre las provincias de Canadá y entre estados de la Unión Americana.

Para viajes al trabajo (*commuting*) en los Estados Unidos, Fotheringham (1981) reporta un rango de valores para los parámetros de la fricción de la distancia que va de -0.5 a -3.0, dependiendo de los propósitos de viaje y del

¹² Lee (2001) no presenta este último valor, pero se puede deducir de algunos valores que presenta a lo largo del artículo y del valor promedio del parámetro que sí reporta.

área de estudio, y Vries *et al.* (2004) estiman para los viajes al trabajo en Dinamarca un parámetro promedio de alrededor de -2.0. También para viajes al trabajo, en el Reino Unido, Coombes y Raybould (2001) reportan un parámetro promedio de -1.5.

Como se puede observar, los valores de los parámetros de la fricción de la distancia no pueden ser directamente comparados entre sí, porque dependen de la *configuración espacial de las redes de ciudades* (la localización de cada ciudad respecto a las demás), del *tipo de flujo* analizado, de la *escala geográfica* de la región de estudio (internacional, nacional, estatal, urbana) y del método utilizado para la *calibración* (Itoh, 1987). En resumen, la literatura ofrece un amplio rango de valores para el parámetro de la fricción de la distancia, pero que dependen en gran medida del contexto en el que fueron estimados. Por lo tanto, no se puede derivar una conclusión sólida acerca de sus valores más apropiados o sobre sus rangos de variación (al respecto, véase Graham, Gibbons y Martin, 2009).

Así, para las corridas experimentales del modelo de interacción espacial que se presentan en la siguiente sección se utilizan tres valores para el parámetro de la fricción de la distancia: -1.0, -2.5 y -5.0, con el fin de analizar las diferencias en los patrones de flujos que resultan de aplicar cada uno de estos valores.

Sin embargo, para el ejercicio con las 358 ciudades definidas por Conapo, el parámetro de la fricción de la distancia será igual a -1.5. Este valor se establece a partir de los valores que reporta Garrocho (1966; recordar que los valores en ese estudio se localizaron entre -0.49 y -0.99), que son los únicos disponibles para nuestro país a escala nacional, aunque el valor utilizado en este estudio se incrementa debido a que: *i.* en este trabajo se consideran flujos de *consumidores* de bienes y servicios, que son más sensibles a los costos de transporte que los flujos de *migración* (que son los que analizan en Garrocho, 1996), y *ii.* en el modelo que se aplicará a las 358 ciudades se utilizará un sólo *parámetro*, (mientras que Garrocho utilizó tres parámetros de manera simultánea).

Se debe reconocer que no existen pruebas de que el valor asignado en este trabajo al parámetro de la fricción de la distancia (igual a -1.5) sea el más adecuado. Es más, de inicio *se debe suponer que no lo es*, pero parece ser un valor razonable para el parámetro. Sin información de campo o contrafactual para estimarlo es lo más que se puede hacer en estos momentos.

3.4. Corridas experimentales para definir operativamente cada componente del modelo de interacción espacial

Se realizaron más de doscientas corridas del modelo de interacción espacial para probar las diferencias y los impactos en la distribución de flujos, de acuerdo con: *i.* 17 indicadores de atractividad; *ii.* cuatro medidas de los costos de transporte (kilómetros, tiempo, costo y distancia lineal), y *iii.* tres parámetros de la fricción de la distancia (-1.0, -2.5 y -5.0; incluso en algunos ejercicios se utilizó un parámetro igual a -50.0 para simular una tendencia del parámetro a infinito). No obstante, en esta sección sólo se presentan las comparaciones de 12 de esas corridas: *i.* las que involucran a la *población ocupada por ciudad*, que *conceptualmente* es uno de los mejores índices de atractividad y que *numéricamente* estuvo disponible para este trabajo (la justificación se presenta en la sección 3.1 de este capítulo); *ii.* las que utilizaron como medida de los costos de transporte la distancia carretera en kilómetros (que tiene una alta correlación con el tiempo de recorrido), y *iii.* las que utilizaron tres valores para el *parámetro de la fricción de la distancia* (-1.0, -2.5 y -5.0), con la finalidad de evaluar la *sensibilidad* del modelo ante cambios en los valores de este parámetro. La justificación de utilizar estos valores *experimentales* se presenta en la sección 3.4 de este capítulo.

Los *índices de atractividad* por ciudad utilizados en los resultados de las corridas experimentales que se presentan fueron:

- i.* *Población ocupada*, que es el indicador más convencional.
- ii.* *Población ocupada multiplicada por el índice de competitividad* del Imco (2010), para intentar incorporar el efecto de la competitividad de cada ciudad, que se pensó que podría ser importante en la atracción de flujos interurbanos.
- iii.* *Población ocupada multiplicada por la percepción de la seguridad* (Imco, 2010), que también se consideró que podría ser un elemento importante para *animar o inhibir* la atracción de flujos de consumidores, especialmente en los tiempos actuales.

3.4.1. Correlación entre los resultados del modelo utilizando cuatro indicadores proxy de costos de transporte

Las correlaciones entre los resultados del modelo cuando se midieron los costos de transporte en unidades *métricas* de recorrido carretero (kilómetros), *tempo-*

rales (tiempos de recorrido carretero), *monetarias* (costo de recorrido carretero) y *lineales* fueron muy diferenciadas. La más alta se registró entre los resultados del modelo cuando se midieron los costos de transporte en *unidades monetarias* y *temporales* (0.977), pero bajó notablemente cuando se correlacionaron los resultados midiendo los costos de transporte en *unidades métricas* y *costo* (0.540) y en *unidades métricas* y *temporales* (0.497). Los coeficientes de correlación son bajos y varían ligeramente cuando se utilizan *distancias lineales* (0.676 con distancias métricas, 0.592 con unidades monetarias, y 0.575 con unidades temporales) (Cuadro 3.7).

Sin embargo, lo realmente destacable es que no importa cuál de estos indicadores *proxy* de los costos de transporte se utilice, las asociaciones interurbanas (entre *ciudades nodales* y *ciudades vinculadas*, que son las que se conectan con las *nodales*) no cambiaron en *ningún caso*. Es decir, *la estructura de la red se mantuvo en las corridas experimentales*, lo que cambió fue la intensidad de flujos que se registró en cada celda de la matriz. Se debe recordar que una matriz de 86 por 86 tiene 3 526 celdas con valores diferentes.¹³

Cuadro 3.7
Correlaciones de los resultados del modelo de interacción espacial
al utilizar cuatro indicadores *proxy* de costos de transporte
(fricción de la distancia = 2.5)

	<i>Km</i>	<i>\$</i>	<i>Tiempo</i>	<i>Lineal</i>
<i>Km</i>	1.000			
<i>\$</i>	0.540	1.000		
<i>Tiempo</i>	0.497	0.977	1.000	
<i>Lineal</i>	0.676	0.592	0.575	1.000

Así las cosas, se decidió utilizar en el análisis empírico del siguiente capítulo, las *distancias lineales* para el conjunto de ciudades definidas por el Conapo (2010a) por las siguientes razones: *i.* no existen resultados de investigación y por lo tanto no se sabe con certeza cuál indicador de costos de transporte a escala nacional

¹³ El cálculo es como sigue:

$$((86 \text{ celdas} \times 86 \text{ celdas}) / 2 \text{ porque en este caso la matriz es simétrica}) - (86 \text{ que son las celdas de la diagonal de la matriz}) = 3\,612 \text{ celdas diferentes.}$$

Para el caso del ejercicio con las 358 ciudades del país definidas por el Conapo se tendrán 63 724 casillas con valores distintos.

y subnacional es el que mejor refleja las *percepciones* de los costos de transporte por parte de los consumidores de México (y de sus diferentes regiones); *ii.* ninguno de los indicadores *proxy* de costos de transporte cambió la *estructura funcional* de la red de ciudades; *iii.* la distancia lineal es mucho *menos costosa* de estimar y requiere *menos tiempo* que las otras alternativas, y *iv.* la distancia lineal es la más utilizada en el *contexto internacional* como indicador *proxy* de los costos de transporte en estudios de escala nacional y subnacional, lo que facilitará, eventualmente, hacer comparaciones.

En conclusión: mientras no se disponga de estudios sobre las percepciones de los costos de transporte de los consumidores y de *software* especializado que permita traducirlo en indicadores métricos, monetarios o temporales con suficiente confianza, lo más seguro, en términos metodológicos, es utilizar *distancias lineales* como indicador *proxy* de los costos de transporte.

3.4.2. La influencia del parámetro de la fricción de la distancia

El parámetro de la fricción de la distancia tiene un impacto muy importante en la distribución de los flujos interurbanos. Como se explicó en el Capítulo 2, mientras más alto el valor del parámetro, mayor será la *sensibilidad* de los consumidores a los costos de transporte y menor su *propensión* a realizar viajes de larga distancia.

Esta situación se observa en el Cuadro 3.8, que presenta los coeficientes de correlación de *Pearson* para los flujos que genera cada corrida del modelo con parámetros de fricción de la distancia *distintos*. Por ejemplo, al comparar el comportamiento de los flujos usando como indicador de atractividad la *población ocupada*, es evidente que mientras más sube el valor del parámetro de la fricción de la distancia, los coeficientes de correlación entre los patrones de flujos bajan: es de 0.770 al comparar los patrones resultantes de aplicar los parámetros 1.0 y 2.5, y se reduce a 0.670 cuando se comparan los resultados de aplicar los parámetros 1.0 y 5.0 (Cuadro 3.8). Lo mismo ocurre cuando se aplican los parámetros 1.0, 2.5, 5.0 y 50.0 (este valor representa una coeficiente que *tiende a infinito*), lo que genera coeficientes de correlación altamente diferenciados (Cuadro 3.9).

3.4.3. Intento de mejora del indicador de atractividad

Confirmado el efecto importante del coeficiente de la fricción de la distancia, corresponde ver si es posible *mejorar* el indicador de atractividad con la infor-

mación disponible. Es decir, si se pueden incorporar otras variables que lo hagan más *útil* en términos de simulación de escenarios, pronósticos y evaluación *ex ante* de políticas públicas y privadas (que es uno de los propósitos centrales en este trabajo al definir la red de ciudades de México).

Cuadro 3.8
Coefficientes de correlaciones de *Pearson* para diferentes patrones de flujos del modelo de interacción espacial^a

	<i>POBOCUP</i> <i>FD = 1.0</i>	<i>POBOCUP</i> <i>FD = 2.5</i>	<i>POBOCUP</i> <i>FD = 5.0</i>
POBOCUP FD = 1.0	N.A.	0.77	0.67
(POBOCUP * COMP) FD = 1.0	0.999	0.999	1.00
(POBOCUP * INSEG) FD = 1.0	0.329	0.450	0.75
(POBOCUP * COMP) FD = 2.5	N.A.	0.999	N.A.
(POBOCUP * INSEG) FD = 2.5	N.A.	0.446	N.A.
(POBOCUP * COMP) FD = 5.0	N.A.	NA	1.00
(POBOCUP * INSEG) FD = 5.0	N.A.	NA	0.75

^a POBOCUP = Población ocupada en 2003; COMP = Índice de competitividad urbana del Imco, 2010; INSEG = Percepción de la seguridad en cada ciudad, Imco (2010); FD = Parámetro de fricción de la distancia; N.A. = No aplica, porque son correlaciones que no se pueden comparar por utilizar coeficientes de fricción de la distancia diferentes, por ser entre indicadores iguales o por repetirse en la matriz.

Cuando se usa como indicador de atractividad la población ocupada multiplicada por el índice de competitividad del Imco (Imco, 2010), los resultados del modelo de interacción espacial no cambian gran cosa. Los coeficientes de correlación resultantes entre los patrones de flujos son muy elevados (cercaos a 1.0), sin importar qué parámetro de fricción de la distancia se utilice (Cuadro 3.7). La razón es que el índice de competitividad del Imco está estandarizado y su rango de variación es reducido. Salvo una ciudad que tiene un índice de 37.02 (Tuxtepec), las demás registran valores de entre 40.5 y 59.1, y 60% de las ciudades tienen índices de entre 40.5 y 59.1. Esto se refleja en su valor promedio, que es 49.7, y su reducida desviación estándar, que es igual a 4.8. Por lo tanto, el índice de competitividad no altera significativamente las diferencias entre la atractividad

de las ciudades. Esto ocurre con cualquier variable que se utilice como indicador de atractividad en conjunto con el indicador de competitividad del Imco, y con cualquier transformación que se le haga al índice de competitividad del Imco (logaritmo base diez, logaritmo base e, valores transformados en *z-scores* y otras).

Cuadro 3.9
Coefficientes de correlaciones de *Pearson* para diferentes patrones de flujos del modelo de interacción espacial utilizando un mismo indicador de atractividad y distintos parámetros de la fricción de la distancia^a

	<i>POBOCUP * SEG</i> FD = 1.0	<i>POBOCUP * SEG</i> FD = 2.5	<i>POBOCUP * SEG</i> FD = 5.0	<i>POBOCUP * SEG</i> FD = 50.0
<i>POBOCUP * SEG</i> FD = 1.0	1.000	0.659	0.241	0.004
<i>POBOCUP * SEG</i> FD = 2.5	N.A.	1.000	0.677	0.106
<i>POBOCUP * SEG</i> FD = 5.0	N.A.	N.A.	1.000	0.538
<i>POBOCUP * SEG</i> FD = 50.0	N.A.	N.A.	N.A.	1.000

^a *POBOCUP * SEG* = Población ocupada en 2003 multiplicada por la percepción de la seguridad en cada ciudad; FD = Parámetro de la fricción de la distancia; N.A. = No aplica para no repetir los valores de los coeficientes de correlación (la matriz es simétrica).

La conclusión es que el índice de competitividad del Imco *no resulta útil* para mejorar el elemento de atractividad del modelo de interacción espacial, porque sus valores son muy similares y no genera resultados diferentes a los que se producen si se utiliza sólo la variable *población ocupada*. En otras palabras: utilizar el índice de competitividad del Imco es *redundante y no añade valor* al modelo de interacción espacial.

Sin embargo, en la construcción de su índice de competitividad, el Imco incorporó una variable que resulta relevante para la construcción del modelo de interacción espacial, dados los propósitos de este trabajo.¹⁴ Esta variable es

¹⁴ Cabe recordar, una vez más, el propósito de este trabajo (véanse Capítulo 2 e inicio de este capítulo): "En este trabajo se asume un propósito de política orientado a apoyar las decisiones de inversiones públicas y privadas, en términos de su escala y localización espacial, sectorial y temporal, de ajustar la distribución espacial de la población de acuerdo con las potencialidades de la red de ciudades, de integrar más eficazmente el territorio y de simular escenarios que permitan evaluar *ex ante* decisiones de política e inversión. Por lo tanto, las interacciones urbanas que resultan centrales para este trabajo son las que se derivan de la movilidad de bienes, servicios y consumidores en el territorio".

la *percepción* que tiene la población sobre la *seguridad* en su ciudad, que es particularmente importante en estos tiempos. Sin embargo, esta variable recabada por el Imco (2010) registra un rango de variación quizá demasiado alto, y mientras más elevado el valor del indicador mejor es la percepción que tienen los ciudadanos sobre la seguridad de su ciudad. Los valores de la *percepción de la seguridad* van desde un mínimo de 1.0 (Mazatlán) hasta un máximo de 100.0 (para Manzanillo y la zona metropolitana de Tecomán). El promedio de esta variable es 20.4 y su desviación estándar es 51.1 (más de dos veces el valor de la media), lo que refleja el vasto rango de variación de la percepción de la seguridad en las ciudades consideradas en el estudio del Imco.

Cuando se afecta la variable de atractividad urbana (*población ocupada*) por la *percepción de la seguridad*, los resultados del modelo de interacción espacial son diferentes que si se usara *solamente* la variable población ocupada. Los coeficientes de correlación son 0.329, 0.446 y 0.750 cuando se aplican parámetros de fricción de la distancia de 1.0, 2.5 y 5.0 respectivamente (Cuadro 3.8).

Por lo tanto se puede concluir, de manera preliminar, que el indicador de atractividad que resulta de multiplicar la población ocupada por la percepción de la seguridad en cada ciudad *podría* añadir valor al modelo. El problema es que el índice de percepción de seguridad del Imco no parece muy consistente y varía de 1.0 a 100.0, lo que “castiga” demasiado a ciertas ciudades como Mazatlán (que registra el valor mínimo de percepción: igual a 1.0), y provoca que al final algunas ciudades resulten incapaces de atraer flujos de consumidores, lo cual *no es realista*. La lección es que el indicador de atractividad debe construirse con variables sólidas que efectivamente midan la capacidad de atracción de flujos y que sean estimadas en unidades adecuadas.

En este tema, vale referirse a una experiencia para México de un indicador de atractividad multivariado que resultó relativamente exitoso. Garrocho (1996) construye un indicador de *atractividad de flujos migratorios* de la siguiente manera:

W_j = Índice de atractividad migratoria de cada entidad federativa

$$W_j = W_{jo} * W_{js}$$

Donde:

$$W_{jo} = \text{Atractividad migratoria objetiva} = (E_t / E_{(t-1)}) * (S_{ij}) * (\log E_t)$$

Donde:

$E_{(t-1)}$ = Empleo en el estado j en el año $t-1$

E_t = Empleo en el estado j en el año t

S_{ij} = Diferencias entre las remuneraciones medias anuales entre el estado de origen i y el destino j

$S_{ij} = RMA_j / RAM_i$

Donde:

RAM_j = Remuneración media anual en j

RAM_i = Remuneración media anual en i

W_{js} = Atractividad migratoria *subjectiva*. Su valor se define endógenamente en el modelo, de manera iterativa.

El diseño de este índice de atractividad (W_j) es interesante porque integra tres elementos diferenciados que son importantes para el análisis migratorio: *i.* el *dinamismo del empleo*: $E_t / E_{(t-1)}$; *ii.* la *calidad del empleo*: S_j , y *iii.* la *magnitud del empleo*: $\log E_t$. La razón de utilizar el logaritmo del empleo total se deriva del supuesto de que la *atractividad* de la magnitud del empleo aumenta menos que proporcionalmente, lo cual se comprobó empíricamente. Sin embargo, la construcción de indicadores de atractividad *multivariados* requiere la disponibilidad de datos de los *flujos observados* para calibrar la construcción del indicador.

En el trabajo que aquí nos ocupa, no se dispone de *flujos observados* de consumidores entre ciudades. Así, lo más adecuado y *seguro* (en términos metodológicos) es utilizar un indicador de atractividad *simple* (*univariado*) que permita monitorear claramente y con *sencillez*, los resultados del modelo de interacción espacial. Debe subrayarse enfáticamente, que en este caso la *sencillez* del índice de atractividad hace *más robusto* el modelo de interacción espacial.

3.5. Aplicación experimental de la metodología de Nyusten y Dacey

En este apartado se aplica en su totalidad (de manera *experimental*) la metodología de Nyusten y Dacey (1961) para definir la red de la muestra de 86 ciudades utilizada en el estudio del Imco (2010). Esto será clave para determinar la red de ciudades del conjunto de 358 ciudades para México definidas por el Conapo

(2010a), que es el *propósito final* de este trabajo. La *matriz adyacente* de las interacciones entre las 86 ciudades se expandió hasta la quinta potencia, de tal manera que todos los totales de las columnas tuvieron 12 o más decimales. Esto es, 50% más decimales que los que obtuvieron Nystuen y Dacey (1961). Con esto se garantiza un nivel de exactitud adecuado para medir las relaciones *directas e indirectas* entre los asentamientos de la red.

Sólo como recordatorio: el *indicador de atractividad* (W_j) fue la población ocupada en cada ciudad; el *indicador de los consumidores* que se podían mover entre las ciudades (O_i) fue la población total; el *indicador proxy de los costos de transporte* (C_{ij}) que se utilizó fue la distancia interurbana por carretera medida en kilómetros, y el parámetro de la fricción de la distancia ($-b$) fue -1.5. Los argumentos que *justifican cada una de estas decisiones* se presentaron en las secciones anteriores de este capítulo.

3.5.1. Resultados

La metodología de Nyusten y Dacey (1961) mostró, *una vez más*, sus bondades prácticas y su solidez conceptual y metodológica, lo que permitió identificar la red de ciudades a escala nacional.

Los resultados *experimentales* son *muy alentadores*: todos los componentes del modelo actuaron en el sentido esperado y la red resultante (incluyendo las *relaciones directas e indirectas*) resultó altamente lógica. Se identificó una ciudad nodal de escala nacional: la ZMVM, y 25 ciudades nodales de escala regional (ciudades *subnodales*) (Cuadro 3.10; Figura 3.2). Las ciudades *vinculadas* a las principales ciudades *nodales* y *subnodales* muestran también un número lógico: 35 se vinculan a la ZMVM; 9 a Guadalajara y 6 a Monterrey (aunque esto depende, en parte, de qué ciudades se consideren en el análisis).

Destacan, además de Guadalajara y Monterrey, algunas ciudades *subnodales* que juegan un papel importante en sus regiones. Por ejemplo: las ZM de Tijuana, León, Mérida, Villahermosa y Hermosillo. Y otras que a pesar de su importancia poblacional, no tienen una gran influencia subnacional debido a su cercanía con la ZMVM: las ZM de Puebla y Toluca.

Deben mencionarse, también, ciudades *subnodales* que han surgido o se han consolidado en los últimos 20 años: la ZM de Juárez (que tiene como ciudad vinculada a la capital del estado: Chihuahua), la ZM de La Laguna (que vincula a Durango), la ZM de Querétaro (que vincula a Celaya, perteneciente al estado de Guanajuato, pero que funcionalmente se asocia más a la ZM de Querétaro),

la ZM de Aguascalientes (que incluye en su zona de influencia a la capital de un estado vecino: la ZM de Zacatecas-Guadalupe), la ZM Reynosa-Río Bravo (que fortalece su vinculación con Matamoros, a pesar de la presencia regional de una ciudad *subnodal* tan importante como Monterrey), Irapuato (que consolida su vinculación con Salamanca) o la ZM de Oaxaca (que registra como ciudad vinculada a Zihuatanejo, que pertenece al estado de Guerrero).

En particular, la ciudad *nodal* ZMVM y las ciudades *subnodales* de La Laguna, Querétaro, Aguascalientes y Oaxaca, muestran que la organización funcional del territorio no entiende de límites político-administrativos arbitrarios, que responden a razones del pasado pero no necesariamente del presente y que, con frecuencia, son imaginarios (Garrocho, 2011).

Cuadro 3.10
Resultados experimentales: red de ciudades de México, 2010
(con la muestra de 86 ciudades del Imco, 2010)

1.0 ZM del Valle de México		
1.01	ZM	Guadalajara
1.02	ZM	Monterrey
1.03	ZM	Puebla
1.04	ZM	Toluca
1.05	ZM	de Tijuana
1.06	ZM	León
1.07	ZM	Juárez
1.08	ZM	La Laguna
1.09	ZM	San Luis Potosí - Soledad de G. S.
1.10	ZM	Querétaro
1.11	ZM	Mérida
1.12	ZM	Tampico
1.13	ZM	Cuernavaca
1.14	ZM	Acapulco
1.15	ZM	Veracruz
1.16	ZM	Morelia
1.17	ZM	Villahermosa
1.18		Hermosillo
1.19		Culiacán Rosales
1.20	ZM	Xalapa
1.21	ZM	Tuxtla Gutiérrez
1.22	ZM	Oaxaca
1.23	ZM	Poza Rica
1.24	ZM	Pachuca
1.25	ZM	Cuatla

Continúa Cuadro 3.10...

	1.26	ZM Orizaba
	1.27	ZM Minatitlán
	1.28	ZM Tehuacán
	1.29	Uruapan
	1.30	ZM Tulancingo
	1.31	Tapachula de Córdova y Ordóñez
	1.32	ZM Tula
<hr/>		
	1.33	ZM Salina Cruz
	1.34	San Juan del Río
	1.35	Tuxtepec
<hr/>		
2.0 ZM de Guadalajara		
	2.1	ZM Tepic
	2.2	Mazatlán
	2.3	ZM Puerto Vallarta
	2.4	ZM Colima-Villa de Álvarez
	2.5	ZM Zamora-Jacona
	2.6	ZM La Piedad-Pénjamo
	2.7	ZM Ocotlán
	2.8	Manzanillo
	2.9	Delicias
<hr/>		
3.0 ZM de Monterrey		
	3.1	ZM Saltillo
	3.2	ZM Reynosa-Río Bravo
	3.3	ZM Nuevo Laredo
	3.4	ZM Monclova-Frontera
	3.5	Ciudad Victoria
	3.6	ZM Piedras Negras
<hr/>		
4.0 ZM de Puebla		
	4.1	ZM Tlaxcala-Apizaco
<hr/>		
5.0 ZM de Tijuana		
	5.1	ZM Mexicali
	5.2	Ensenada
	5.3	La Paz
<hr/>		
6.0 ZM de León		
	6.1	ZM de Aguascalientes
	6.2	Irapuato
	6.3	ZM San Francisco del Rincón
	6.4	Guanajuato
<hr/>		
7.0 ZM de Juárez		
	7.1	ZM Chihuahua
<hr/>		
8.0 ZM de La Laguna		
	8.1	Victoria de Durango
<hr/>		
9.0 ZM de San Luis Potosí-SGS		

Continúa Cuadro 3.10...

	9.1	ZM Rioverde-Ciudad Fernández
10.0 ZM de Querétaro		
	10.1	Celaya
11.0 ZM de Mérida		
	11.1	ZM Cancún
	11.2	Campeche
	11.3	Chetumal
12.0 ZM de Aguascalientes		
	12.1	ZM Zacatecas-Guadalupe
13.0 ZM de Villahermosa		
	13.1	Ciudad del Carmen
	13.2	Cárdenas
	13.3	Comalcalco
	13.4	Macuspana
14.0 Hermosillo		
	14.1	Ciudad Obregón
	14.2	Heroica Nogales
	14.3	ZM Guaymas
15.0 ZM de Reynosa-Río Bravo		
	15.1	ZM Matamoros
16.0 Culiacán Rosales		
	16.1	Los Mochis
17.0 ZM de Tuxtla Gutiérrez		
	17.1	San Cristóbal de las Casas
18.0 ZM de Oaxaca		
	18.1	Zihuatanejo
19.0 ZM de Orizaba		
	19.1	ZM Córdoba
20.0 Irapuato		
	20.1	Salamanca
21.0 ZM de Minatitlán		
	21.0	ZM Coatzacoalcos
22.0 ZM de Colima-Villa de Álvarez		
	22.1	ZM Tecomán
23.0 Ciudad Obregón		
	23.1	Navojoa
24.0 La Paz		
	24.1	Los Cabos
25.0 ZM de Piedras Negras		
	25.1	Ciudad Acuña
26.0 Cárdenas		
	26.1	Huimanguillo

Figura 3.2
Resultados experimentales: red de ciudades de México, 2010
(con la muestra de 86 ciudades del Imco, 2010)



Conclusiones

La importancia de este capítulo radica en que *justifica cada detalle y cada decisión* de la metodología y de la construcción operativa del modelo de interacción espacial, a partir de múltiples *pruebas experimentales*. Se inicia analizando la metodología general (Nyusten y Dacey, 1961) y luego se procede a realizar una disección del modelo de interacción espacial que se utilizará en el siguiente capítulo, analizando *en profundidad* cada uno de sus componentes. Este análisis *exploratorio y experimental* ofrece la seguridad suficiente para aplicar la metodología y el modelo aquí referidos al conjunto de 358 ciudades de México definidas por el Conapo (2010a), para perfilar de manera completa la red nacional de ciudades.

Se puede concluir que el método de Nyusten y Dacey (1961) sigue siendo muy *robusto* en términos conceptuales y metodológicos, y tiene el valor adicional de ser práctico de utilizar. Quizá por esto se reportan más de cincuenta artículos especializados que han utilizado su metodología en los últimos 10 años, y tiene cerca de cinco mil registros en Internet. En la *prueba experimental* que se presentó en este capítulo, la metodología de Nyusten y Dacey volvió a salir avante.

Los componentes del modelo de interacción espacial que se utilizarán para medir de manera completa las interacciones en la red de ciudades del país están claros: el *indicador de atractividad (W_j)* será la *población ocupada* en cada ciudad; el *indicador de los consumidores* que se pueden mover entre las ciudades (O_i) será la *población total*; el *indicador proxy de los costos de transporte (C_{ij})* que se utilizará será la *distancia interurbana lineal medida en kilómetros*, y el parámetro de la fricción de la distancia ($-b$) será -1.5 . Las justificaciones de cada una de estas decisiones se detallaron a lo largo de este capítulo y pueden discutirse y evaluarse de manera transparente.

Estructura funcional de la red y las subredes de ciudades de México



4

Introducción

HASTA EL MOMENTO, la *lógica del trabajo* ha sido la siguiente: en el primer capítulo se definió el *concepto* de red de ciudades, subrayando sus diferencias y ventajas respecto a la idea más tradicional de sistema de ciudades. Una vez aclarado el concepto básico del estudio se procedió, en el Capítulo 2, a justificar el *enfoque teórico y técnico* que se utilizaría en el análisis empírico: la teoría de interacción espacial, así como los modelos operativos y los métodos analíticos que de ella se derivan. La plataforma conceptual, teórica y operativa que conforma los primeros dos capítulos del trabajo, *se sometió a diversas pruebas experimentales* en el Capítulo 3, utilizando una muestra reducida de ciudades (87 para ser exactos).

Sin embargo, para realizar las pruebas de manera ordenada fue necesario seleccionar una metodología general que permitiera definir empíricamente redes de asentamientos. Esta metodología debía cumplir un *requisito clave*: ser capaz de armonizar coherentemente los componentes conceptuales, teóricos y operativos explicados en los primeros dos capítulos del trabajo. Por esta razón, el Capítulo 3 se inició explicando en detalle el método de Nyusten y Dacey (1961) y la manera como se le acoplarían los principales elementos que articularían el análisis de la red de ciudades de México. Para esto se requirió realizar múltiples experimentos con los propósitos de: *i.* precisar los componentes del modelo de

interacción espacial que se utilizaría en este capítulo para definir la estructura funcional de las 358 ciudades que existen en el país, y *ii.* anticipar algunos problemas *de detalle* en la aplicación de la metodología.

De esta manera se completó el soporte básico del trabajo, porque finalmente se contó con los componentes fundamentales, ya probados, que permitirán identificar empíricamente la estructura funcional de la red de ciudades de México; éstos son: *i.* conceptos, *ii.* teoría, *iii.* instrumentos operativos, y *iv.* método de análisis empírico.

Lo que procede ahora, en este cuarto capítulo, es identificar y presentar la estructura funcional de la red de ciudades de México. Para lograrlo, en la primera sección del capítulo se perfila un *marco general* que permita una interpretación correcta de los resultados del trabajo. Esto implica entender la importancia social y económica de las ciudades, y poner énfasis en una pregunta que a estas alturas del trabajo parece central en los análisis de redes de ciudades en nuestro país: *¿qué especificaciones debe cumplir un asentamiento para ser calificado como ciudad en México?* Esta pregunta, aparentemente sencilla pero sumamente compleja de responder, es urgente contestarla de manera reflexiva e informada para avanzar en la correcta definición de redes de ciudades que apoyen eficazmente el diseño de políticas públicas y privadas en nuestro país. En esta misma primera sección se puntualizan las ventajas y las limitaciones de la manera como se definió la red de ciudades de México, se presenta una agenda de trabajo hacia el futuro inmediato y se identifican algunas importantes oportunidades de mejora para el análisis y la definición de redes de ciudades en nuestro país a diversas escalas espaciales.

Una vez establecido el *marco general* que permita entender mejor los resultados del trabajo (lo que podríamos llamar "*las reglas del juego*"), en la segunda sección se presentan los principales rasgos del conjunto de ciudades de México. Es importante tenerlos en mente, porque permiten matizar los resultados y comprenderlos mejor. Por eso se pone especial atención en la enorme diversidad de la magnitud poblacional de las ciudades definidas por el Conapo (2010a), lo que complica el análisis y se vincula con la pregunta central formulada anteriormente: *¿Qué son las ciudades en México?* También se explora la primacía del conjunto urbano, la concentración de población en unas cuantas ciudades y el papel que deberían jugar las ciudades como motores del desarrollo social y económico nacional y regional. Este último punto es importante para este trabajo porque, como se aclaró desde el inicio, *no existe una sola red de ciudades, sino una red de ciudades para cada propósito* de política pública o

privada. Como se ha repetido a lo largo del trabajo, la red de ciudades que se define aquí se orienta a propósitos de *desarrollo social*, es decir: a la provisión de bienes y servicios básicos para ampliar las oportunidades de desarrollo de la población, a diferentes escalas territoriales. Seguramente una red orientada al *desarrollo económico* hubiera considerado otras variables e identificado otra red y otras subredes de ciudades (véase Capítulo 3).

En la tercera sección se presenta de manera sucinta el modelo de interacción espacial que se utiliza para identificar las interrelaciones urbanas que definen la estructura funcional de la red de ciudades de México. Este tema se discutió ampliamente en los capítulos 2 y 3, por lo que en esta sección sólo se requirió explicar brevemente algunos detalles operativos.

La cuarta y quinta secciones presentan la red de ciudades de México e integran dos ejercicios. El ejercicio que se presenta en la sección 4.4 incluye la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM). Sin embargo, su enorme masa poblacional (19.2 millones de habitantes), equivalente a la población de las siguientes 10 ciudades en la jerarquía urbana, generó un *efecto eclipsante múltiple*. Es decir, su enorme masa poblacional ocultó la importante influencia regional de diversas ciudades del país. Por ello, en la sección 4.5, se realizó un segundo ejercicio para la definición de la red de ciudades de México, excluyendo la ZMVM. En este ejercicio se eliminó el *efecto eclipsante* de la ZMVM y se logró detectar 69 redes de carácter regional, muy relevantes para la provisión de bienes y servicios a varias escalas espaciales.

Se termina con una sección de conclusiones que destaca los principales hallazgos presentados a lo largo del capítulo.

4.1. Marco general para interpretar los resultados

4.1.1. ¿Qué son las ciudades en México?: Unikel, Ruiz y Garza en la segunda década del siglo XXI

Las ciudades son concentraciones de población y actividades que generan beneficios netos, tanto económicos como sociales, para su población residente y para la población que sin residir permanentemente en las ciudades realiza actividades en ellas (trabajan, estudian, reciben servicios diversos, visitan amigos y familiares,

entre muchas otras actividades).¹ A esta población no residente, pero que se beneficia de la ciudad, se le ha llamado *población vinculada* (Garrocho, 2011), por lo que a las ciudades que se benefician de otras ciudades (por motivos de provisión de bienes y servicios, difusión de nuevas ideas y mejores prácticas, entre otros muchos aspectos) las llamaremos *ciudades vinculadas*. Las ciudades vinculadas se beneficiarán más si su interconectividad con las ciudades principales (*nodos o subnodos centrales*) es mayor. En otras palabras y para sintetizar la idea: *a mayor interconectividad urbana, mayores beneficios para las ciudades*.

A esta *primera idea* se le debe sumar una *segunda idea* fundamental. En nuestro país (como en muchos otros países del mundo), se ha elegido desde hace décadas un modelo de desarrollo económico y social que privilegia las *ciudades* sobre el *campo*. Prueba de ello es que en México la población urbana (la que radica en asentamientos mayores de 15 mil habitantes)² ha llegado a mediados de 2010 a 78.7 millones de personas, lo que equivale a 72.6% del total de la población nacional (Conapo, 2010b). En otras palabras: tres de cada cuatro mexicanos radican en ciudades. La conclusión es evidente: el futuro del desarrollo económico y social de México *se está y se estará jugando* en sus ciudades, no en el campo. Por lo tanto, en estas circunstancias, se requieren ciudades que realmente sean motores potentes que impulsen efectivamente el desarrollo nacional y regional. Es decir, ciudades eficientes, competitivas e *interconectadas* a diversas escalas espaciales. Sin este tipo de ciudades el desarrollo social y económico del país y sus regiones seguirá siendo inviable.

Las dos ideas anteriores nos llevan a *una tercera idea clave*, que es la que se quiere subrayar en esta sección: *qué son las ciudades en México*. Es importante contextualizar espacialmente la pregunta porque una cosa son los *criterios taxonómicos* internacionales que sirven para hacer comparaciones generales entre naciones, y otra, muy diferente, los criterios que debe cumplir un asentamiento en nuestro país para ser considerado como *ciudad*, y por lo tanto como un *elemento estratégico* del desarrollo social y económico nacional y regional de México. En estos términos, la pregunta es fundamental para el diseño y la aplicación de políticas de desarrollo, y no un simple ejercicio ocioso de entretenimiento clasificatorio.³

¹ Véase una profunda discusión conceptual sobre el tema en Parr, 2007.

² Este criterio con tanta historia y fundamento, resulta ahora simplista y se relaciona más adelante con la pregunta: ¿qué especificaciones debe cumplir un asentamiento para ser calificado como ciudad en México?

³ Véase la excelente discusión conceptual y metodológica que presentan al respecto Unikel, Ruiz y Garza (1976: 337-355).

Debe mencionarse que la pregunta acerca de *qué es una ciudad* no es nueva en nuestro país. Ya Unikel, Ruiz y Garza (1976: 337) la planteaban como una *cuestión clave* en el libro más importante sobre temas urbanos que se ha escrito en México. La conclusión de Unikel, Ruiz y Garza (1976: 337 y 339) era clara: es imposible generar una definición de ciudad que sea válida para todo tipo de sociedad y para cualquier época, porque las diferencias socioculturales entre países sólo permiten describir un cierto tipo de ciudad, en un determinado momento y lugar.

En términos prácticos, la cambiante definición de los asentamientos urbanos ha sido evidente en México. El concepto de población urbana se ha captado en los censos desde 1910. En ese año se consideraron localidades urbanas las mayores de 4 000 habitantes. En 1921, el umbral se redujo a 2 000 o más habitantes; de 1930 a 1960 se mantuvo vigente un límite de 2 500 habitantes, y el censo de 1970 no estableció definición poblacional para las localidades urbanas. Sin embargo, en los años sesenta y setenta estudios sobre la urbanización en México establecían límites diversos para definir la población urbana: algunos, 5 000 habitantes; otros, 10 000, y aún otros utilizaban un límite de 20 000 habitantes. No obstante, cuando estrictamente era necesario utilizar información estadística censal sobre población urbana y rural, la línea divisoria se mantenía en 2 500 habitantes (Unikel, Ruiz y Garza, 1976).

Sin embargo, a pesar de los diferentes *umbrales* establecidos a lo largo del tiempo y de las diversas disciplinas desde las cuales se ha definido la población urbana (las ciudades), no estaban claros los criterios conceptuales y operativos. Eran definiciones mucho más intuitivas que científicas. Hasta que apareció el famoso trabajo de Unikel, Ruiz y Garza de 1976.

En ese trabajo se utilizaron diversas variables demográficas, económicas y sociales, y se aplicaron técnicas estadísticas para producir una definición operativa de población urbana y rural que pretendía “reducir el grado de arbitrariedad implícito en toda clasificación de población y, en lo posible, superar las deficiencias de la definición censal y de otras no censales” (Unikel, Ruiz y Garza, 1976: 340). El análisis de Unikel, Ruiz y Garza estableció la siguiente clasificación de *continuum*:

- i. Localidades *rurales*: menos de 5 000 habitantes.
- ii. Localidades *mixtas-rurales*: entre 5 000 y 10 000 habitantes.
- iii. Localidades *mixtas-urbanas*: entre 10 000 y 15 000 habitantes.
- iv. Localidades *urbanas*: mayores de 15 000 habitantes.

Unikel, Ruiz y Garza (1976: 341) aclararon con gran nitidez que su clasificación de población urbana y rural tenía “validez para un determinado periodo de tiempo, así como alcances limitados para explicar la complejidad de la realidad urbana, rural y sus interrelaciones”. En otras palabras: elaboraron una definición de *ciudad* para el México de los años sesenta y setenta. Nada más, pero nada menos.

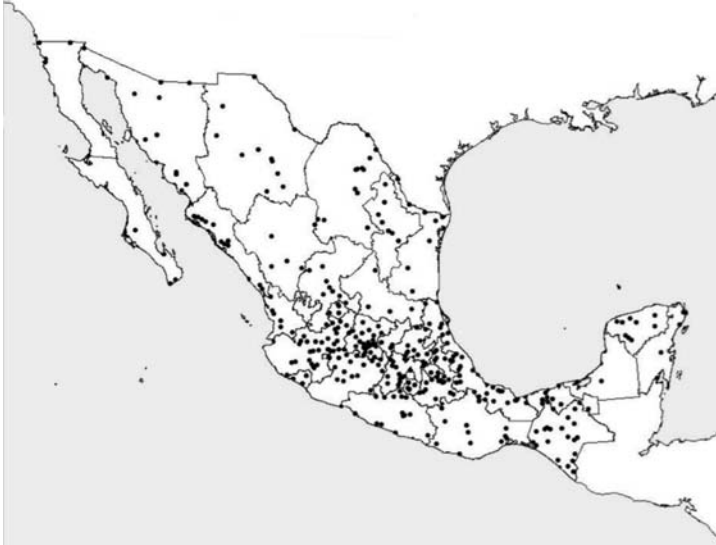
Sin duda, el ejercicio clasificatorio de Unikel, Ruiz y Garza es el más importante realizado hasta la fecha en México. Pero de eso ya pasaron cuarenta años.⁴ Lo curioso es que actualmente, las instituciones oficiales de México continúan definiendo como ciudad los asentamientos de 15 mil o más habitantes. Es decir, se siguen utilizando los criterios derivados del análisis estadístico de Unikel, Ruiz y Garza de los años setenta del siglo pasado, para los asentamientos del México de la segunda década del siglo XXI. A pesar de la contundencia de la nota aclaratoria de Unikel, Ruiz y Garza sobre lo *transitorio* de su clasificación acerca de lo que era una ciudad en México, la definición se volvió *permanente* y, por tanto, ha perdido significado y utilidad.

Por ello, al aplicar la definición de Unikel, Ruiz y Garza a una realidad tan diferente para la que fue diseñada, se genera un conjunto de asentamientos clasificados como *urbanos* (o *ciudades*) que resulta confuso, profuso y difuso, porque es altamente heterogéneo en las características y el tamaño poblacional de las localidades que incluye. Localidades que van desde asentamientos de influencia muy local como San Juan Xiutetelco (en el estado de Puebla: 15 099 habitantes) o Izamal (en el estado de Yucatán: 15 101 habitantes), hasta la enorme y globalizada ZMVM (19.2 millones de habitantes). Esta heterogeneidad acerca de lo que es una ciudad en México hizo más complicado identificar y analizar la red nacional de ciudades (figuras 4.1, 4.2 y 4.3).

La conclusión es ineludible: la clasificación de Unikel, Ruiz y Garza fue altamente valiosa y cumplió cabalmente su cometido, pero ya no es vigente. Dejémosla descansar en paz. Por ello, la tarea que Unikel, Ruiz y Garza se plantearon hace más de cuarenta y cinco años debe retomarse con urgencia. Aún más, dado el modelo de desarrollo del país, fundamentado en sociedades y economías urbanas, es ahora mucho más necesario que entonces definir operativamente lo que es una ciudad como *elemento estratégico* del desarrollo social y económico del país y sus regiones.

⁴ El libro se publicó en 1976, pero los trabajos para su elaboración requirieron cerca de diez años, según comentaba el profesor Crescencio Ruiz Chiapetto, coautor del libro.

Figura 4.1
Conjunto urbano nacional, 2010
(358 asentamientos mayores de 15 mil habitantes)



Fuente: Conapo, 2010.

Figura 4.2
Ciudades mayores de 1.0 millón de habitantes, 2010



Fuente: Conapo, 2010.

Figura 4.3
Ciudades mayores de 100 mil habitantes, 2010



Fuente: Conapo, 2010a.

4.1.2. Ventajas, limitaciones y áreas de oportunidad de mejora del estudio empírico

Ventajas

El estudio empírico registra algunas ventajas sobre otros intentos por identificar la estructura funcional de la red de ciudades de México. Entre otras, utiliza un modelo de interacción espacial más sólido en términos teóricos y operativos que los modelos gravitacionales simples que se han utilizado en el pasado en nuestro país. Esto permitió hacer numerosos experimentos, probar las ventajas de utilizar diversas variables en el modelo, realizar múltiples análisis de sensibilidad del parámetro de la fricción de la distancia y evaluar la metodología de manera integral para un conjunto de 87 ciudades, antes de aplicarla a las 358 ciudades del conjunto urbano nacional. Al final, el modelo de interacción espacial que se utilizó en este capítulo logró generar información valiosa y consistente sobre las interacciones urbanas, lo que permitió identificar con claridad la red nacional de ciudades.

Limitaciones

Quizá la principal limitación del estudio empírico es que *carece de información contrafactual* sobre interacciones urbanas *observadas* en la realidad para intentar el diseño y la construcción de un modelo más completo (como el utilizado para el caso de México por Garrocho [1996], aunque existen muchos ejemplos de aplicaciones internacionales de diversos modelos de interacción espacial), validar los resultados, minimizar el error promedio estándar, calibrar el modelo y hacer simulaciones de política. Aunque los resultados del modelo son consistentes y lógicos, no dejan de ser una *hipótesis* de la manera como se estructura funcionalmente la red de ciudades del país con propósitos de desarrollo social.

Como la red de ciudades que se presenta en este trabajo está orientada al desarrollo social, específicamente a la *provisión de bienes y servicios básicos* (por ejemplo: abasto de alimentos, servicios de salud, educación o de procuración de justicia, por mencionar algunos), hubiera sido de gran ayuda contar con más información sobre la *conducta espacial* de los *consumidores* y de los *productores*. En el primer caso se cuenta con información para algunas ciudades y regiones del país (por ejemplo, para la zona metropolitana de Toluca y su región circundante: Garrocho, 1995b, y Garrocho, Chávez y Álvarez, 2002; o para San Luís Potosí: Garrocho, 1987; a escala nacional, Casado [2007 y 2008] estudia la movilidad por motivos de trabajo; y Graizbord [2008] y Nava [2009] hacen algo similar para la ZMM), pero son excepciones, y cuando existen no están actualizadas, lo que resulta una limitación importante especialmente en regiones que se están urbanizando aceleradamente o en otras donde por cuestiones de seguridad se complican los trayectos entre ciudades (en amplias zonas del norte y occidente del país, por ejemplo).

Algo similar ocurre con la investigación en nuestro país sobre la conducta espacial de los productores. Existen en México trabajos orientados a la escala intraurbana (por ejemplo, Garrocho y Álvarez, 2010; Garrocho, Álvarez y Chávez, 2011, y Sobrino, 2009), pero los estudios detallados a escala regional son escasos y parciales (se pueden ver algunos ejemplos recientes que se reportan en Garza y Sobrino, 2009). La falta de información sobre la conducta espacial de los consumidores y los productores limita la construcción de modelos de interacción espacial más robustos. Sin embargo, ésta es una característica casi inherente de estos modelos porque son pocos los países que monitorean per-

manentemente la conducta espacial de consumidores y productores (Simmons y Kamikihara, 2007).⁵

Áreas de oportunidad de mejora

Las principales áreas de oportunidad de mejora del estudio empírico tienen que ver con las limitaciones ya mencionadas, pero existen otras que son mucho más fáciles de solucionar. La primera sería, tal vez, mejorar la medida de los costos de transporte. Los resultados de los experimentos presentados en el Capítulo 3 mostraron que una buena manera de estimarlos es mediante las distancias recorridas a través de la red de carreteras o de otros medios de transporte ampliamente utilizados en cada región. Esta oportunidad de mejora es muy clara en el caso de un ejemplo extremo como la interacción entre La Paz (BC) y Mazatlán (Sinaloa). Los costos de transporte entre estas dos ciudades son muy diferentes si se miden a través de la red carretera o mediante el trayecto del transbordador que conecta ambas ciudades (Figura 4.5). Situaciones similares pueden aplicar a otras ciudades del país, pero al ser desconocidas no pudieron integrarse al estudio empírico. Como se advirtió desde el Capítulo 3, las distancias entre las 358 ciudades del país del estudio empírico se estimaron de *manera lineal* (“a vuelo de pájaro”), debido a lo costoso que hubiera resultado estimarlas a través de la red carretera. Sin embargo, ésta no es la mejor manera de estimarlas, pues su correlación con las distancias por la red carretera es de 0.650, lo que necesariamente genera un margen de error (véase Capítulo 3).

La segunda área de oportunidad de mejora se relaciona con una mejor estimación del *parámetro de la fricción de la distancia*. En este estudio empírico se utilizó un *único parámetro* para toda la red de ciudades, debido a la falta de información sobre la movilidad de la población en las diversas ciudades o regiones del país.⁶ Sin embargo, la literatura reporta estudios donde se utiliza un parámetro de la fricción de la distancia para cada localidad de origen. Esto se justifica porque es lógico suponer que las poblaciones de cada ciudad no son igualmente sensibles a los costos de transporte. Por ejemplo, es muy probable que las localidades más prósperas sean menos sensibles a los costos de transporte y realicen viajes más largos (por ejemplo: la población de Monterrey que va de

⁵ Véanse, por ejemplo, las publicaciones del *Centre for Study of Commercial Activity* de la Ryerson University, Toronto, Canadá: <<http://www.cscs.ryerson.ca/Publications.html>>.

⁶ Este tipo de información es común en países como los Estados Unidos, Canadá, Nueva Zelanda, Holanda o el Reino Unido, por mencionar algunos ejemplos. Véase una amplia revisión al respecto en Garrocho, 2011.

Figura 4.4
Ciudades menores de 25 mil habitantes, 2010



Fuente: Conapo, 2010a.

Figura 4.5
Costos de transporte entre La Paz y Mazatlán



compras a McAllen en Texas) que la población de localidades del altiplano potosino que visita la capital estatal apenas una vez cada dos o tres años (Garrocho, 1995b).⁷ Existen ejemplos para México de modelos de interacción espacial con *parámetros específicos* para cada unidad espacial de origen, pero su estimación requiere información detallada sobre los flujos *observados* (Garrocho, 1996).

No obstante la dificultad de estimar estos parámetros, es posible calcularlos a partir de fuentes oficiales y de encuestas realizadas *ad hoc*. Específicamente de muestras de registros de unidades de salud de los diferentes niveles de atención (consultorios, clínicas, hospitales generales, hospitales de especialidades), de centros educativos (universitarios principalmente) y de encuestas realizadas en centros de abasto (mercados regionales y urbanos). Se reportan experiencias de análisis de este tipo de estudios en el estado de San Luis Potosí (GESLP, 1998) y en la ZM del Valle de Toluca (Garrocho, 1995b). Sin embargo, no es una práctica que exista en todo el país, y es un hecho que las fuentes de información oficiales relacionadas indirectamente con la *movilidad* y la *conducta espacial de la población* están seriamente subutilizadas (Garrocho, 2011).

Otra alternativa para afinar el efecto del parámetro de la fricción de la distancia sería asignarle valores *deliberadamente altos*, para reducir el alcance de los bienes y los servicios que ofrecen las ciudades (como se demostró en el Capítulo 2) y forzar que los principales flujos de población se orienten a las ciudades más cercanas; aunque éste sería un artilugio metodológico interesante y útil, no resuelve el problema de fondo, que consiste en que desconocemos la conducta espacial de los consumidores y la movilidad de la población del país.⁸

La tercera principal área de oportunidad de mejora consistiría en rescatar numerosos elementos metodológicos que se utilizan en estudios sobre la movilidad de la población. Específicamente, en los estudios relacionados con la delimitación de mercados laborales locales (MLL) (Casado, 2007; Garrocho, 2011). Quizá los más importantes serían:

⁷ Además, en las circunstancias actuales, la situación de la seguridad en las carreteras puede estar modificando el comportamiento espacial de los consumidores. De hecho ya lo ha modificado: diversos gobiernos estatales y locales piden a la población no utilizar ciertos tramos carreteros, y menos por las noches.

⁸ En Garrocho, 2011, se puede ver un revisión muy completa de estudios sobre movilidad de la población realizados alrededor del mundo que permiten perfilar con gran precisión la conducta espacial de los consumidores. Se debe mencionar que numerosos países desarrollados realizan cotidianamente este tipo de estudios.

- i. Aplicar *umbrales de distancias* a las interacciones, para eliminar interrelaciones estimadas por el modelo de interacción espacial, pero que implican recorridos muy largos, lo que resulta *poco realista* para viajes por consumo de la mayoría de los bienes y los servicios.
- ii. Verificar la importancia de las interacciones calculadas por el modelo con especialistas de cada ciudad (por ejemplo, funcionarios, líderes de organizaciones, académicos, empresarios), para confirmar o rechazar algunos de los resultados del modelo (tal como lo hace el equipo de la Universidad de Newcastle encabezado por Michael Coombes, para confirmar las delimitaciones de los MLL que realiza para todo el Reino Unido) (Coombes, 2006). Esta verificación sería relativamente sencilla de instrumentar a través de los Consejos Estatales de Población, que existen en todos los estados del país.
- iii. Aplicar *correcciones manuales* a los resultados del modelo de interacción espacial, tal como lo prevé la metodología canadiense para delimitar MLL (Statistics Canada, 2007) y como lo hace, apoyado en el *conocimiento local*, el equipo de Coombes en el Reino Unido. La razón que justifica estos ajustes manuales es que en ocasiones los problemas que hay que resolver (en el caso que nos ocupa: la definición de una red nacional de ciudades) son tan complejos, que no existe una metodología que considere todos los elementos y los detalles que intervienen, así como los distintos *casos de excepción*. Por ejemplo: el tema ya mencionado de la comunicación vía transbordador entre La Paz (BC) y Mazatlán (Sinaloa), que afecta las interacciones entre estas dos ciudades, o los problemas de inseguridad que están modificando la conducta espacial de la población en diversas regiones del país, y que no son del conocimiento público a escala nacional.

Se debe recordar que en la época en que Nyusten y Dacey diseñaron su metodología (fines de los años cincuenta del siglo pasado, aunque publicada en 1961), predominaba la idea de la *precisión cuantitativa*, como *máximo estándar* de calidad metodológica. Sin embargo, con el paso del tiempo se ha demostrado que las metodologías cuantitativas también tienen limitaciones que en ocasiones pueden ser subsanadas correcta y eficientemente mediante información cualitativa muy valiosa. Por eso, añadir *información cualitativa local* y hacer ajustes manuales a los resultados del modelo de interacción espacial son dos áreas de oportunidad importantes que se pueden incluir en el futuro en la metodología que aquí se utiliza.

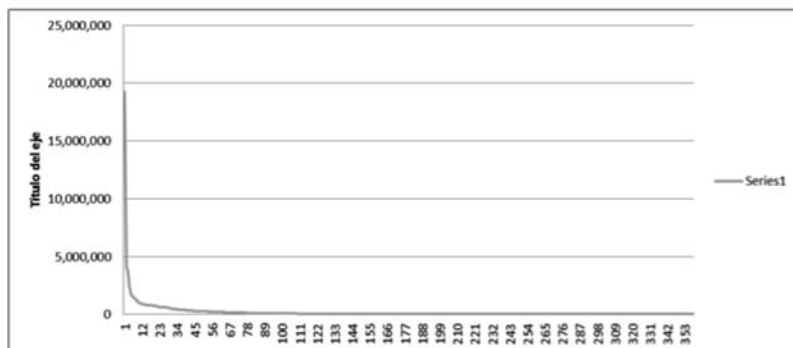
4.2. Principales rasgos del conjunto de ciudades de México

4.2.1. Diversidad de la magnitud de la población

Quizá la primera característica que distingue al conjunto urbano del país es el espectro tan amplio de su magnitud de población (Cuadro 4.A.1 en el Anexo 1). La ciudad de mayor tamaño, que es la ZMVM (19.2 millones de habitantes), es 1 274 veces más grande en términos de población que la ciudad más pequeña del conjunto (San Juan Xiutetelco, en Puebla, con 15 099 habitantes). En este conjunto urbano, el promedio estadístico no significa nada, porque la desviación estándar es superior a un millón de habitantes. Una manera más clara para comprender la diversidad de tamaños de las ciudades del conjunto urbano de México se presenta en la Figura 4.6.

La Figura 4.6 muestra que la curva de distribución de las ciudades de México por su tamaño de población registra una clara forma de "L". Esto se debe a la presencia de una enorme ciudad (la ZMVM) que es el nodo más importante de la red de ciudades del país. Luego, hasta el rango 11, se detecta una decena de ciudades mayores de un millón de habitantes (pero menores a 4.2 millones), que es donde se forma la esquina de la "L", y después, una enorme cantidad de ciudades muy pequeñas en términos *relativos* que forman la línea horizontal de la "L".

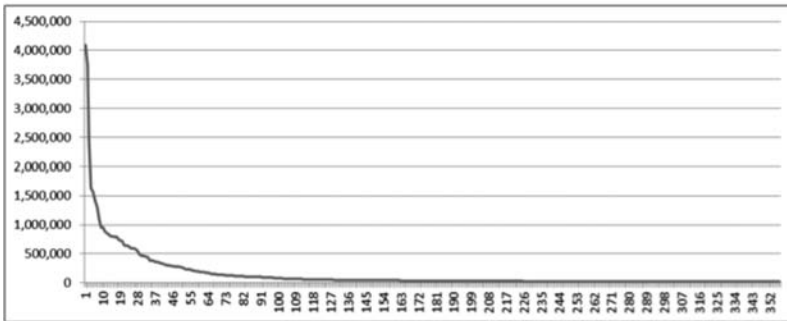
Figura 4.6
Curva de distribución de las ciudades de México por tamaño de población, 2010



Aun si se elimina de la gráfica la ZMVM, la curva resultante sigue teniendo una clara forma de "L", aunque se suaviza el ángulo de quiebre que va de las ciudades que están en el rango de 1.5 millones de habitantes a 250 mil (Figura 4.7). Incluso si excluye a la ZMVM, la desviación estándar del conjunto urbano resultante es de 390 mil personas, que representa una aglomeración de población mayor a 324 de las 358 ciudades del conjunto urbano nacional. Es decir: una desviación estándar que es mayor a 90.5% de la muestra total, lo que sigue indicando una enorme dispersión de los tamaños de las poblaciones del conjunto urbano nacional.

Estos indicadores y gráficos tan sencillos resultan contundentes y nos remiten a la pregunta que articuló la primera sección de este capítulo: *¿cómo se debe definir operativamente una ciudad en México?* Tal como mencionamos entonces, contar con una respuesta a esta pregunta es urgente, porque una clasificación que comprende elementos tan heterogéneos suscita sospechas sobre su consistencia y utilidad.

Figura 4.7
Curva de distribución de las ciudades de México por tamaño de población sin la ZMVM, 2010



4.2.2. Primacía y concentración en el conjunto urbano nacional

El índice de primacía del conjunto urbano nacional se calculó de la misma manera que en el Capítulo 3, para la muestra de 86 ciudades. Es decir, dividiendo la población de la ciudad mayor entre la suma de la población de las siguientes cinco ciudades de la jerarquía. El índice de primacía resultante tiene el mismo

valor que el que se presentó en el Capítulo 3 (1.42), porque incluye las mismas ciudades: las ZM del Valle de México, Guadalajara, Monterrey, Puebla-Tlaxcala, Toluca y Tijuana.

Otra manera de analizar la *primacía* de un conjunto urbano es aislando la concentración de población de sus principales ciudades (Cuadro 4.1). Tan sólo la ciudad de mayor población del conjunto (la ZMVM) concentra 26.1% del total de la población urbana del país. Esta tremenda magnitud absoluta y relativa anticipa que polarizará importantes interacciones urbanas cuando se aplique el modelo de interacción espacial.

Ahora, si se consideran las primeras tres ciudades del conjunto urbano, se observa que la concentración de población urbana llega a 36.7%. Esto es: más de una de cada tres personas que viven en asentamientos urbanos en el país radican en las ZM del Valle de México, Guadalajara y Monterrey. La concentración de población urbana sigue siendo asombrosa si se consideran las primeras cinco ciudades de la jerarquía (42.3%) y las primeras 10 (51.0%), donde se rebasa la mitad de la población urbana nacional. En contraparte, la tercera parte de las ciudades más pequeñas del conjunto urbano nacional (que coincidentemente son las que tienen 25 mil habitantes o menos), sólo concentran 3.2% de la población urbana de México.

Cuadro 4.1
Concentración de población en ciudades seleccionadas, 2010

<i>Ciudades</i>	<i>Población</i>	<i>Porcentaje</i>
ZMVM	19,239,910	26.10
Tres primeras ciudades	27,073,840	36.77
Cinco primeras ciudades	31,177,098	42.30
Diez primeras ciudades	37,559,315	51.00
Tercera parte más pequeñas	2,392,372	3.20

Esto es lo que muestran los datos duros: un conjunto urbano altamente *desbalanceado* en su concentración de población. Esto no es una característica negativa en sí misma, pero muestra, en gran parte, un problema de clasificación de los asentamientos urbanos, derivado de la falta de claridad sobre lo que se debe entender por *ciudad* en México en la segunda década del siglo XXI.

En términos estratégicos, es fácil identificar los motores urbanos del desarrollo nacional: son las 10 ciudades que concentran más de la mitad de la población

urbana, más otras que estén jugando un papel de importancia regional y que se identifican más adelante mediante las interacciones urbanas (Figura 4.2)

Por rangos de población se detecta la importancia de las ciudades mayores a un millón de habitantes, que concentran prácticamente la mitad de la población urbana nacional (49.7%), y en segundo lugar, las ciudades que van de 100 mil a 999 mil habitantes, que aportan 38.4% de la población urbana nacional, lo que genera un subtotal agregado de 88.1% del total de la población urbana de México. El grupo restante, los 269 asentamientos menores de 100 mil habitantes (75% de los asentamientos del conjunto urbano nacional), apenas aportan 11.9% de la población urbana del país (Cuadro 4.2). Estos datos serán de interés si se investigan a fondo las *especificaciones* que debe cumplir un asentamiento para ser calificado como ciudad en México en la segunda década del siglo XXI.

Cuadro 4.2

Concentración de población por rangos de población de ciudades, 2010

<i>Rangos de población</i>	<i>Población</i>	<i>Porcentaje</i>	<i>Acumulado absoluto</i>	<i>Acumulado %</i>
> 4.1 millones	19,239,910	26.1	19,239,910	26.1
De 3.0 a 4.1 millones	7,833,930	10.6	27,073,840	36.7
De 2.0 a 2.9 millones	2,470,206	3.4	29,544,046	40.1
De 1.0 a 1.9 millones	7,057,516	9.6	36,601,562	49.7
De 800 mil a 999 mil	6,102,348	8.3	42,703,910	57.9
De 500 mil a 799 mil	8,601,207	11.7	51,305,117	69.6
De 300 mil a 499 mil	5,776,036	7.8	57,081,153	77.4
De 100 mil a 299 mil	7,827,329	10.6	64,908,482	88.1
De 50 mil a 99.9 mil	2,793,238	3.8	67,701,720	91.8
De 25 mil a 49.9 mil	3,620,961	4.9	71,322,681	96.8
De 15 mil a 24.9 mil	2,392,372	3.2	73,715,053	100.0
Total	73,715,053	100.0		

4.3. El modelo de interacción espacial

El modelo de interacción espacial que se utilizó para identificar la estructura funcional de la red de ciudades de México es el que se analizó en el Capítulo 2 y se definió en el Capítulo 3, luego de numerosos experimentos. Su diseño final es el siguiente:

$$F_{ij} = A_i O_i W_j C_{ij}^{-b}$$

Donde:

F_{ij} = Intensidad de las interacciones urbanas: flujo de consumidores de la ciudad de origen i a la ciudad de destino j .

O_i = Número de consumidores potenciales en la ciudad de origen i : *población total de cada ciudad i en 2005*.

W_j = Atractividad de cada ciudad: *población ocupada en cada ciudad j en 2003*.

C_{ij} = Costo de transporte de la ciudad i a la ciudad j : *estimado como la distancia lineal que las separa*. Como se demostró en el Capítulo 3, éste no es el mejor indicador de los costos de transporte, pero es el indicador que era posible utilizar en este trabajo. Un mejor indicador es la distancia medida por la red carretera, pero resultó demasiado costoso de estimar para las 358 ciudades del país. También se debe recordar que la correlación entre la distancia lineal y la distancia por carretera en México de acuerdo con los experimentos realizados en el Capítulo 3, es de 0.650, lo que indica que la medida de los costos de transporte utilizada en este estudio puede ser una fuente de *imprecisión* del modelo.

A_i = *Factor de balance*, que asegura que: $\sum_j F_{ij} = O_i$

$$A_i = 1/\sum_j (W_j C_{ij}^{-b})$$

b = *Parámetro de la fricción de la distancia*: -1.5.

La matriz resultante de aplicar el modelo de interacción espacial genera la *matriz adyacente*, es decir, la matriz de *interacciones directas*. No obstante, es necesario incorporar las *asociaciones indirectas* porque pueden tener una influencia importante en la determinación de las *asociaciones funcionales*. Las asociaciones indirectas en una red de ciudades pueden ser calculadas expandiendo la *matriz adyacente* (véase la explicación detallada en el Capítulo 3). En este trabajo se expandió la matriz adyacente hasta lograr valores de b_{ij} de ocho decimales (tal como se hizo en la aplicación experimental de la metodología, en el Capítulo 3). Cabe reiterar que hasta donde sabemos, no existen trabajos publicados en México en los que se utilice la *expansión exponencial* de la matriz de interrelaciones directas (o matriz adyacente) para estimar simultáneamente los *flujos directos e indirectos* interurbanos en México con el fin de identificar la *estructura funcional* de la red nacional de ciudades.

Las justificaciones de cada *una de las decisiones metodológicas* se presentan en el Capítulo 3 y no hace falta repetir las en este espacio. Toda la información para las 358 ciudades, salvo la distancia lineal entre las ciudades, fue proporcionada por el Conapo.

4.4. La Red Urbana Nacional con la ZMVM

En el primer ejercicio para definir la red nacional de ciudades se consideran las 358 ciudades del conjunto urbano nacional, incluyendo la ZMVM. Es importante aclarar este punto porque su *masa demográfica* (especialmente en términos *relativos*: en comparación con las demás ciudades) es de tal magnitud que registra una clara polarización de interacciones urbanas, más allá de lo que convendría para una red de ciudades *orientada al desarrollo social* mediante la provisión de bienes y servicios.

En efecto, la ZMVM es destino de la interacción más importante de 224 de las 358 ciudades de la red (véase Cuadro 4.A.2. en el Anexo 1). Esto es: 62.6% del total de las ciudades establecen su *primera interacción* con la ZMVM. En consecuencia, la red ZMVM es por mucho la más importante del país, lo que refleja la elevada primacía del conjunto urbano nacional (la primacía se analizó en las primeras secciones de este capítulo). La red ZMVM suma una población total de 63.7 millones de habitantes, de los cuales 44.4 millones integran su *población vinculada primaria* (la población vinculada primaria es igual a la población de la red derivada de las interacciones primarias menos la población de la ciudad más importante de la red, llamada *nodo central*) (Cuadro 4.3). Así, en este caso: la población total de la red es igual a 63.7 millones de habitantes, menos los 19.2 millones del *nodo central* (la ZMVM), da como resultado una *población vinculada primaria* de 44.4 millones de habitantes *vinculados al nodo central* mediante las interacciones primarias. La población vinculada es un indicador de la importancia regional de cada red, y en el caso de la ZMVM, de su importancia nacional.

Se debe recordar que además existen *interacciones secundarias* que establece cada ciudad con todas las demás (aunque muchas de ellas tienen importancia marginal), lo que genera la *población vinculada secundaria* a cada red de ciudades. Sin embargo, esta población vinculada secundaria se analizará más adelante, en un segundo ejercicio (que se presenta en la sección 5). Por ahora, lo que importa es concentrarse en la *distorsión* que genera la enorme

masa relativa de la ZMVM en la definición de la estructura funcional de la red nacional de ciudades.

A este efecto de distorsión de la enorme masa relativa de una ciudad le hemos llamado *efecto eclipsante*.⁹ El efecto eclipsante se genera cuando la masa relativa de una ciudad (es decir, su tamaño en relación con el tamaño de las demás ciudades) es tal, que oculta el papel de otras ciudades como importantes nodos que organizan funcionalmente espacios de escala regional.

El *efecto eclipsante* de la ZMVM es claro. Su tamaño relativo oculta sin duda el papel de ciudades tan importantes como la ZM de Toluca (la quinta ciudad más importante del país), que no aparece como nodo central de ninguna red, o bien reduce la importancia regional de otras como las ZM de Mérida o Puebla-Tlaxcala, que polarizan las interacciones de apenas unas cuantas ciudades. De cualquier manera, vale observar que a pesar del *efecto eclipsante* de la ZMVM, aún se identifican 40 *redes de ciudades* que articulan funcionalmente al país (cuadros 4.3 y 4.A.2 [éste en el Anexo 1]; Figura 4.8).

Población total y población vinculada de cada red

Un aspecto que vale la pena destacar es la *población total* y la *población vinculada* de cada red. Esto es de suma importancia porque muestra que la *población de cada asentamiento* no es el dato estratégico para definir la *escala* y la *localización* espacial, sectorial y temporal de los puntos de oferta de bienes o servicios *clave* para el desarrollo social (por ejemplo: unidades educativas, de salud, de seguridad, entre muchas otras). Lo más importante es tomar en cuenta la *población total y vinculada* de cada red de ciudades, porque las ciudades no funcionan de manera aislada, sino en red. En otras palabras, la demanda de bienes o servicios funciona en red, no está fragmentada en cada ciudad, y menos en esta época de *movilidad creciente de la población* (Garrocho, 2011). Así, el tema clave *no* es la población total de cada asentamiento, sino la *población que articula*, que sirve a ese asentamiento mediante la oferta de bienes y servicios. Por lo tanto, el *mercado potencial* de cada unidad de oferta de bienes o servicios *no es la población de cada asentamiento*, sino la suma de la población que *articula* funcionalmente cada asentamiento: es decir, la suma de la población del asentamiento en cuestión más la *población vinculada* y que acude principalmente a ese asentamiento para adquirir bienes o servicios (Cuadro 4.3).

⁹ En astronomía se le llama *efecto eclipsante* al hecho de que la luminosidad de una estrella oculte la presencia de otras estrellas de menor tamaño.

Cuadro 4.3
Redes de ciudades de México, 2010

<i>Redes</i>	<i>Población total 2005</i>	<i>%</i>	<i>Población vinculada 2005</i>	<i>%</i>	<i>Rango población total 2005</i>	<i>Rango población vinculada primaria 2005</i>
ZM del Valle de México	63,688,816	62.74	44,448,906	81.59	1	1
ZM de Monterrey	6,399,079	6.30	2,661,002	4.88	2	2
ZM de Guadalajara	6,297,823	6.20	2,201,970	4.04	3	3
ZM de Tijuana	2,766,436	2.73	1,191,410	2.19	4	4
ZM de Puebla-Tlaxcala	2,516,796	2.48	46,590	0.09	5	26
ZM de León	1,797,774	1.77	372,564	0.68	6	6
ZM de Ciudad Juárez	1,432,603	1.41	119,265	0.22	7	16
ZM de La Laguna	1,184,421	1.17	73,531	0.13	8	21
ZM de Mérida	1,176,876	1.16	279,136	0.51	9	8
ZM de Reynosa-Río Bravo	1,095,887	1.08	462,157	0.85	10	5
ZM de Chihuahua	1,030,943	1.02	246,061	0.45	11	10
ZM de Mexicali	994,758	0.98	138,796	0.25	12	14
ZM de Aguascalientes	928,283	0.91	93,785	0.17	13	19
ZM de Villahermosa	903,695	0.89	259,066	0.48	14	9
Hermosillo	852,345	0.84	210,554	0.39	15	11
ZM de Tuxtla Gutiérrez	776,330	0.76	199,458	0.37	16	12
Culiacán Rosales	740,632	0.73	135,328	0.25	17	15
ZM de Cancún	686,671	0.68	100,383	0.18	18	18
ZM de Minatitlán	651,963	0.64	321,182	0.59	19	7
ZM de Xalapa	612,274	0.60	17,231	0.03	20	37
ZM de Oaxaca	562,013	0.55	18,292	0.03	21	34
ZM de Matamoros	509,853	0.50	47,696	0.09	22	25
Ciudad Obregón	423,305	0.42	147,803	0.27	23	13
Celaya	392,086	0.39	81,673	0.15	24	20
ZM de Coatzacoalcos	359,169	0.35	37,987	0.07	25	28
Los Mochis	350,503	0.35	118,526	0.22	26	17
ZM de Monclova-Frontera	312,142	0.31	17,951	0.03	27	35
ZM de Zacatecas-	291,048	0.29	29,626	0.05	28	30
Guadalupe						
Ensenada	284,530	0.28	15,814	0.03	29	39
Heroica Nogales	243,927	0.24	54,168	0.10	30	24
Tapachula de Córdova	220,398	0.22	30,407	0.06	31	29
y Ordóñez						
Playa del Carmen	171,784	0.17	71,401	0.13	32	22
Cabo San Lucas	147,201	0.15	59,325	0.11	33	23
Navojoa	132,588	0.13	29,276	0.05	34	31
Delicias	129,493	0.13	21,306	0.04	35	33
Cárdenas	109,501	0.11	26,402	0.05	36	32
Teziutlán	102,391	0.10	15,099	0.03	37	40
Comitán de Domínguez	100,838	0.10	17,267	0.03	38	36
Sabinas	88,549	0.09	40,616	0.07	39	27
Ciudad Melchol Múzquiz	48,132	0.05	16,133	0.03	40	38

Figura 4.8
Redes de ciudades de México, 2010 (con la ZMVM)



Un par de ejemplos mostrarán la importancia de este punto. En los cuadros 4.3 y 4.A.2 (éste en el Anexo 1) se puede observar que la población de la ZMVM es de 19.2 millones de habitantes, pero su población vinculada es de 44.4 millones, lo que genera una población total *articulada* funcionalmente a la ZMVM de 63.7 millones de personas.

En este caso, la población vinculada es 2.3 veces mayor que la población del *nodo central* (la ZMVM). Es evidente que no es lo mismo estimar la *escala* de una unidad o conjunto de unidades de oferta de bienes o servicios para 19.2 millones de habitantes, que para 63.7, y esto también afecta la *localización espacial* de las unidades de oferta (de acuerdo con las variaciones de accesibilidad espacial en el territorio), su *localización sectorial* (de acuerdo con los perfiles demográficos o epidemiológicos, por ejemplo) y su localización temporal (de acuerdo con la dinámica demográfica de los asentamientos que integran la red).

En este sentido, los casos de las redes de la ZM de Monterrey y Guadalajara también son muy interesantes. En términos de la población de *cada uno de estos nodos* (la ZM de Guadalajara: 4.1 millones de habitantes; la ZM de Monterrey: 3.7 millones), la ZM de Guadalajara aparece como más importante en

el conjunto urbano nacional. Sin embargo, al considerarlos como parte de una *red* a la que articulan funcionalmente, el orden de importancia *se invierte*: la red de la ZM de Monterrey articula 6.4 millones de habitantes, mientras que la ZM de Guadalajara es nodo de 6.3 millones (Cuadro 4.3). Por lo tanto, si la demanda de bienes y servicios clave para el desarrollo funciona en *red*, la oferta debe ser planeada e instrumentada también en *red*.

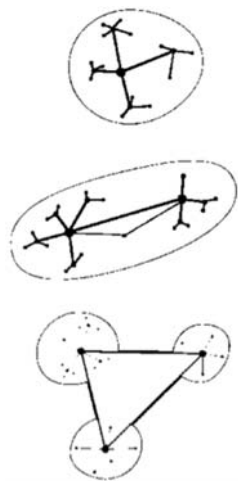
Se debe reconocer que las ciudades de cada red se combinan de maneras *únicas* en ambientes *singulares* de intercambio de bienes y servicios. En estos entornos, las redes de ciudades pueden generar *sinergias*, evitar algunas de las principales *deseconomías* de las grandes ciudades (especialmente los costos de congestión), lograr una mejor *distribución socioespacial de oportunidades de desarrollo* y generar importantes *economías de diversidad* (si se cuenta con una buena infraestructura de comunicaciones y transportes).¹⁰ Esto es cada vez más importante en el contexto mexicano actual de *creciente movilidad de la población* a escalas regionales (Casado, 2008; Graizbord, 2008; Nava, 2009).

Es innegable que la *alta polarización funcional* de la red urbana del país es una faceta de la realidad nacional (que incluso no es nueva, Conapo, 1991): el predominio de un nodo central con una gran masa relativa, que articula una red de ciudades de enormes proporciones. La red de la ZMVM es la *única red urbana de carácter nacional*, ya que incluye todas las ciudades más importantes del país (Cuadro 4.3; Figura 4.8). El resto de las redes identificadas son de carácter regional, aunque su importancia es muy diversa. Por ejemplo, la relevancia de las redes de las ZM de Guadalajara y Monterrey es mucho mayor que la de las redes de Sabinas o Ciudad Melchor Múzquiz, en el estado de Coahuila.

Este perfil funcional de la red urbana tiende a ser *monocéntrico* (Figura 4.9) y no resulta el más adecuado para los propósitos de definir una red de ciudades útil para distribuir eficiente y equitativamente servicios básicos para el desarrollo social, y para apoyar las decisiones de inversiones públicas y privadas orientadas al desarrollo social, en términos de su *escala y localización* espacial, sectorial

¹⁰ Las *economías de diversidad* son parecidas a las *economías de escala*. Éstas se refieren a la reducción marginal de los costos conforme se incrementa la cantidad producida de un bien o servicio. Por ejemplo: si se hace un solo pastel, su precio unitario será muy superior al precio unitario de cada pastel cuando se hacen mil, porque se prorratan los costos de toda la infraestructura necesaria para cocinarlos, por mencionar un rubro de gasto. De la misma manera, las *economías de variedad* (llamadas en inglés *economías de scope*), se refieren a que es menos costoso fabricar varios productos u ofrecer varios servicios en una misma unidad, en una misma ciudad o en una misma red de ciudades. Por ejemplo: para McDonald's es menos costoso fabricar hamburguesas y papas fritas en un mismo local, que si las fabricara en sitios separados, porque en esta segunda circunstancia habría duplicidad de ciertos costos de infraestructura o administrativos. Lo mismo ocurre a *escala de ciudad* y a *escala de red de ciudades* (Batten, 1995).

Figura 4.9
Tres configuraciones de redes urbanas:
monocéntrica (arriba), corredor (en medio) y malla (abajo)



Fuente: Batten, 1995.

y temporal. La razón es que una red con esta estructura funcional favorece la *centralización de la oferta de bienes y servicios*, lo que limita su *accesibilidad y utilización* por parte de la población, afectando, finalmente, la *justicia socioespacial* de la distribución de las oportunidades de desarrollo social. Para estos fines sería más útil contar con una red de tipo *corredor* o, aún mejor, de tipo *malla* (Figura 4.9).

Por esto, en la siguiente sección se realiza un ejercicio en el que se *excluye del análisis* la ZMVM. La razón que justifica esto es que está suficientemente claro que la ZMVM es el *nodo central* de la red nacional de ciudades, y que su enorme masa genera un *efecto eclipsante* que oculta nodos y redes urbanas de carácter regional que resultan *clave* para para la provisión de bienes y servicios que impulsen el desarrollo social a diversas escalas espaciales.

4.5. La Red Urbana Nacional *sin* la ZMVM

En esta sección se *excluye del análisis* la ZMVM con el fin de evitar su *efecto eclipsante* sobre diversos nodos urbanos de gran importancia regional (véase sección anterior).

4.5.1. Resultados del análisis sin el efecto eclipsante de la ZMVM

Al eliminar el efecto eclipsante de la ZMVM surgen 29 nuevas redes urbanas que estaban ocultas por la enorme masa demográfica de la ciudad más poblada del país. Así, es posible identificar 69 redes de carácter regional que organizan funcionalmente el territorio nacional a diversas escalas espaciales (Cuadro 4.4; Figura 4.10). Al observar el conjunto urbano nacional de manera integrada, es decir: en forma de red, en lugar de adoptar una perspectiva fragmentada: de ciudad por ciudad, la jerarquía urbana nacional registra cambios importantes.

Por un lado, se acentúa la primacía de la red de la ZM de Guadalajara, como la más importante a escala regional, pero también se detectan cambios de posiciones notables en la jerarquía urbana. La red ZM de Puebla-Tlaxcala, por ejemplo, supera a la red ZM de Monterrey, debido a la magnitud mayor de su población vinculada primaria (8.5 millones de personas en el primer caso, contra 6.6 millones en el segundo). Este ejemplo es paradigmático y expone con gran nitidez la importancia de considerar las ciudades como redes si se quiere aprovechar cabalmente el patrón espacial de la urbanización para definir la escala y la localización de inversiones públicas y privadas orientadas, en el caso de este estudio, al desarrollo social. Una visión fragmentada de estas dos zonas metropolitanas indicaría una gran superioridad demográfica de la ZM de Monterrey (3.7 millones de habitantes) sobre la ZM de Puebla-Tlaxcala (2.5 millones), pero la diferencia la marca la población vinculada primaria, y en este rubro la de la ZM de Puebla-Tlaxcala es 29% superior a la de la ZM de Monterrey, por lo que termina superándola en términos de la magnitud de su población urbana en casi 610 mil habitantes. Sin duda, considerar a la población vinculada ofrece una nueva realidad acerca de la organización funcional de la población del país que resulta sumamente útil para definir la escala y la localización (espacial, sectorial y temporal) de inversiones públicas y privadas.

Pero los casos de la ZM de Puebla-Tlaxcala y la ZM de Monterrey no son excepciones. Algo similar ocurre con las ZM de León y Toluca (donde la población vinculada de la primera hace que supere a la segunda en la jerarquía urbana nacional por más de 1.0 millones de habitantes), o los casos de las ZM de Villahermosa y San Luis Potosí. En este caso, la red de la ZM de Villahermosa es 60% mayor que la de San Luis Potosí (lo que equivale a 657 mil habitantes), pero si se observan de manera individual (es decir: de manera artificialmente fragmentada), la ZM de San Luis Potosí ocupa el lugar 10 de la jerarquía urbana

Cuadro 4.4
Redes de ciudades de México, 2010 (sin la ZMM) (1ª parte)

<i>Subredes</i>	<i>Población total 2008</i>	<i>%</i>	<i>Población vinculada 2005</i>	<i>%</i>	<i>Rango población total 2005</i>	<i>Rango población acumulada 2005</i>
ZM de Guadalajara	16,567,729	19.58	12,471,876	26.67	1	1
ZM de Puebla-Tlaxcala	11,096,875	13.11	10,596,069	22.66	2	2
ZM de Monterrey	10,337,276	12.21	6,599,199	14.11	3	3
ZM de León	4,165,345	4.92	2,740,135	5.86	4	4
ZM de Toluca	3,144,697	3.72	1,511,645	3.23	5	6
ZM de Juárez	3,064,302	3.62	1,750,964	3.74	6	5
ZM de Tijuana	2,766,436	3.27	1,191,410	2.55	7	8
ZM de Mérida	2,133,190	2.52	1,235,450	2.64	8	7
ZM de Villahermosa	1,742,063	2.06	1,097,434	2.35	9	9
ZM de Querétaro	1,648,792	1.95	697,964	1.49	10	10
ZM de Cuernavaca	1,424,106	1.68	621,735	1.33	11	12
ZM de Tuxtla Gutiérrez	1,262,654	1.49	685,782	1.47	12	11
ZM de La Laguna	1,207,981	1.43	97,091	0.21	13	31
Hermosillo	1,180,177	1.39	538,386	1.15	14	13
ZM de Reynosa-Río Bravo	1,095,887	1.29	462,157	0.99	15	14
ZM de San Luis Potosí-Soledad de GS	1,084,750	1.28	126,997	0.27	16	26
ZM de Chihuahua	1,049,321	1.24	264,439	0.57	17	18
ZM de Mexicali	994,758	1.18	138,796	0.30	18	24
Culiacán Rosales	972,609	1.15	367,305	0.79	19	15
ZM de Aguascalientes	947,223	1.12	112,725	0.24	20	28
ZM de Morelia	925,975	1.09	190,351	0.41	21	21
ZM de Tampico	875,287	1.03	72,091	0.15	22	33
ZM de Veracruz	874,012	1.03	132,778	0.28	23	25
ZM de Acapulco	830,472	0.98	43,642	0.09	24	44
ZM de Cancún	686,671	0.81	100,383	0.21	25	29
ZM de Orizaba	674,854	0.80	293,768	0.63	26	17
ZM de Xalapa	671,449	0.79	76,406	0.16	27	32
ZM de Minatitlán	651,963	0.77	321,182	0.69	28	16
ZM de Oaxaca	609,892	0.72	66,171	0.14	29	37
ZM de Coahuila de Zaragoza	564,251	0.67	243,069	0.52	30	19
ZM de Poza Rica	511,399	0.60	30,010	0.06	31	50
ZM de Matamoros	509,853	0.60	47,696	0.10	32	42
Celaya	509,663	0.60	199,250	0.43	33	20
Irapuato	497,978	0.59	143,838	0.31	34	23
Victoria de Durango	485,623	0.57	21,793	0.05	35	60
ZM de Pachuca	468,037	0.55	29,345	0.06	36	52
Ciudad Obregón	423,305	0.50	147,803	0.32	37	22
Mazatlán	367,781	0.43	1,5310	0.03	38	69
Los Mochis	350,503	0.41	118,526	0.25	39	27
ZM de Córdoba	322,865	0.38	29,097	0.06	40	54
ZM de Tehuacán	320,608	0.38	41,199	0.09	41	46
ZM de Moclova-Frontera	312,142	0.37	17,951	0.04	42	65
ZM de Zacatecas-	291,048	0.34	29,626	0.06	43	51
Guadalupe						
ZM de Tula	284,940	0.34	100,249	0.21	44	30

Cuadro 4.4
Redes de ciudades de México, 2010 (sin la ZMVM) (2ª parte)

<i>Subredes</i>	<i>Población total 2005</i>	<i>%</i>	<i>Población vinculada 2005</i>	<i>%</i>	<i>Rango población total 2005</i>	<i>Rango población vinculada 2005</i>
ZM de Ensenada	284,530a	0.34	15,814	0.03	45	68
Tapachula de Córdova y Ordóñez	254,779	0.30	64,788	0.14	46	38
Heroica Nogales	243,927	0.29	54,168	0.12	47	41
Campeche	238,906	0.28	27,235	0.06	48	55
ZM de Tehuantepec	220,995	0.26	70,714	0.15	49	35
Chilpancingo de los Bravo	210,838	0.25	44,042	0.09	50	43
Safamanca	205,959	0.24	62,121	0.13	51	39
Ciudad del Carmen	181,411	0.21	27,214	0.06	52	56
Playa del Carmen	171,784	0.20	71,401	0.15	53	34
Teziutlán	153,618	0.18	66,326	0.14	54	36
San Juan del Río	147,842	0.17	26,858	0.06	55	57
Cabo San Lucas	147,201	0.17	59,325	0.13	56	40
Navojoa	132,588	0.16	29,276	0.06	57	53
Delicias	129,493	0.15	21,306	0.05	58	62
ZM de Moroleón-Uriangato	121,536	0.14	21,708	0.05	59	61
Comitán de Domínguez	120,041	0.14	36,470	0.08	60	49
Tuxtepec	113,271	0.13	16,030	0.03	61	67
Cárdenas	109,501	0.13	26,402	0.06	62	58
Juchitán de Zaragoza	94,414	0.11	23,700	0.05	63	59
Sabinas	88,549	0.10	40,616	0.09	64	47
Zihuatanejo	83,096	0.10	20,720	0.04	65	64
Perote	76,024	0.09	41,366	0.09	66	45
Huauchinango	75,747	0.09	20,994	0.04	67	63
Zacatepec-Santa Rosa Treinta	14,984	0.09	37,269	0.08	68	48
Ciudad Melchor Múzquiz	48,132	0.06	16,133	0.03	69	66

(con 957 mil habitantes), mientras que la ZM de Villahermosa ocupa el lugar 22 (con 644 mil habitantes) (Cuadro 4.A.3, en Anexo 1).

Es muy interesante que la *visión de red* permite observar *mercados invisibles* que no puede apreciar la *perspectiva fragmentada de ciudad por ciudad* (que es artificial y arbitraria). Algunos ejemplos ilustrativos para reforzar este punto son las redes de la ZM de Tuxtla-Gutiérrez (Chiapas) y la ZM de Reynosa-Río Bravo (Tamaulipas). La primera ocupa el lugar 28 en la *jerarquía urbana fragmentada* (con 577 mil habitantes) y la segunda el lugar 24 (con 634 mil habitantes). Sin embargo, cuando se observan en forma de *red*, surgen *dos mercados que superan el millón de habitantes*: la ZM de Tuxtla-Gutiérrez alcanza 1 262 millones de personas y la ZM de Reynosa-Río Bravo llega a 1 095 millones. Por lo tanto, la distribución de bienes y servicios (legales e ilegales) en el territorio nacional, no se puede entender si no se adopta una visión de los mercados fundamentada en *redes de ciudades*. Es decir, en el *funcionamiento espacial de los mercados*.

La conclusión es evidente: observar las ciudades de manera individual (fragmentada) es equivocado para diseñar políticas orientadas a definir la *escala y la localización* de bienes y servicios *clave* para el desarrollo. La perspectiva que se debe adoptar es una que permita observar de manera integral las *redes de ciudades*, porque esta perspectiva incluye la *población vinculada funcionalmente* con cada ciudad. Así funcionan los mercados: de manera *continua en el territorio*, no saben de *fronteras artificiales* y a menudo *arbitrarias* sobre los límites de las ciudades, que han sido definidas por razones de un pasado remoto o por argumentos administrativos esgrimidos por organismos oficiales, pero no por el *comportamiento espacial de la demanda y de la oferta*. Por tanto, si la *demanda* funciona en *espacios continuos*, así debe responder la *oferta* de bienes y servicios públicos y privados: considerando que los mercados funcionan en *espacios continuos* a diversas *escalas territoriales*.

Una ventaja adicional de eliminar el efecto eclipsante de la ZMVM

El caso ya mencionado de la ZM de Villahermosa es muy interesante, además, porque al igual que las ZM de Tijuana, Puebla-Tlaxcala, Toluca y Mérida, es un *centro nodal aislado* (en la terminología de Nyusten y Dacey, 1961). Es decir, estos centros no tienen conexiones *hacia arriba* de la jerarquía urbana (salvo con la ZMVM, que fue excluida de este análisis). En otras palabras: son centros nodales que encabezan redes de ciudades de gran importancia regional que se vinculan sólo con el *nodo central* de la red nacional de ciudades (la ZMVM).

Figura 4.10
Redes de ciudades de México, 2010 (sin la ZMVM)



Al revisar la localización espacial de estos *centros nodales aislados*, se confirma la relevancia de eliminar el *efecto eclipsante* de la ZMVM: las ZM de Tijuana y Mérida se localizan en los *puntos extremos* del país, y, sin embargo, eran eclipsadas por la ZMVM; las ZM de Puebla-Tlaxcala y Toluca se localizan muy cerca de la ZMVM (la primera a menos de 130 kilómetros y la segunda, a 57 kilómetros), lo que ocultaba su importante papel regional, y la ZM de Villahermosa se localiza en un punto poco accesible a otros centros de primera importancia del país, por lo que también era eclipsada por la masa de la ZMVM.

4.5.2. Población vinculada secundaria

El modelo de interacción espacial utilizado en este análisis permite estimar la *población vinculada secundaria* a cada ciudad. La *población vinculada secundaria* es aquella que se localiza en asentamientos que se organizan funcionalmente en torno a una ciudad que juega el papel de *nodo regional*, incluyendo aquellos que no dirigen necesariamente sus tres flujos más importantes a esa ciudad que es *nodo regional*. El Cuadro 4.5 presenta los resultados para las primeras 25

Cuadro 4.5
Jerarquía de ciudades según población vinculada secundaria, 2005

<i>Rango</i>	<i>Ciudad</i>	<i>Sin la ZMVM</i>
1	ZM de Guadalajara	2,752,187
2	ZM de Monterrey	2,646,475
3	ZM de Puebla-Tlaxcala	1,530,014
4	ZM de León	1,486,933
5	ZM de Saltillo	1,108,696
6	ZM de Toluca	851,136
7	ZM de Aguascalientes	825,265
8	ZM de Querétaro	805,896
9	ZM de La Laguna	776,184
10	ZM de Tijuana	768,005
11	ZM de San Luis Potosí-Soledad de Graciano Sánchez	715,981
12	ZM de Mexicali	592,982
13	ZM de Juárez	550,961
14	ZM de Reynosa-Río Bravo	541,892
15	ZM de Cuernavaca	540,157
16	ZM de Chihuahua	478,218
17	Celaya	478,189
18	ZM de Morelia	464,895
19	Ensenada	459,211
20	Irapuato	432,969
21	ZM de Tlaxcala-Apizaco	422,771
22	ZM de Mérida	398,391
23	ZM de Veracruz	358,718
24	ZM de Matamoros	346,130
25	ZM de Coatzacoalcos	343,950

ciudades (se excluye, naturalmente, la ZMVM), y el cuadro 4.A.1 (en el Anexo 1) registra los resultados para el total de la red urbana nacional.

Si se concentra la observación en las principales 25 ciudades de la jerarquía urbana según su *población vinculada secundaria*, lo que emerge es una confirmación de las ciudades más importantes del país a escala regional, una vez que se elimina el *efecto eclipsante* de la ZMVM. No hay sorpresas si se revisan

las primeras cuatro ciudades de la jerarquía (las ZM de Guadalajara, Monterrey, Puebla-Tlaxcala y León), pero sí llama la atención que la ZM de Saltillo aparezca en el quinto puesto. Esto se debe a su cercanía con la ZM de Monterrey, por lo que el modelo de interacción espacial estima un flujo importante de esta ciudad a la ZM de Saltillo, pero esto habría que confirmarlo en la realidad porque no parece lógico (véase sección 4.5.1 en este mismo capítulo). El resto de las ciudades que se ubican entre las primeras 25 de la jerarquía de las redes urbanas según su *población vinculada secundaria* no generan extrañeza ni por su lugar en la jerarquía (que podrá ser un poco más o menos alto o bajo en el ordenamiento) ni por el monto de su *población vinculada secundaria* (recordar que es la suma de todos los flujos de población de las ciudades consideradas en el análisis).

La mayor utilidad de revisar la *población vinculada secundaria* es identificar las ciudades que están despuntando como *centros nodales regionales*. La mayoría ya fueron identificados cuando se revisó la *población vinculada primaria*, pero algunos como las ZM de Saltillo, Cuernavaca, Celaya, Irapuato o Coatzacoalcos, no eran visibles a ese nivel de agregación. En estos términos, la *población vinculada secundaria* es una alternativa para enfocar la supervisión a ciertas ciudades que son *centros nodales emergentes* en diversas regiones del país.

Conclusiones

En este capítulo se identificaron algunos *temas clave* que urge resolver para avanzar en la identificación de redes de ciudades a diversas escalas espaciales. Destaca el de investigar cuáles deben ser las *especificaciones* que debe cumplir un asentamiento para ser considerado urbano, o más específicamente: qué se va a entender por *ciudad* en México en esta segunda década del siglo XXI. Seguir utilizando actualmente como dogma de fe la definición que Unikel, Ruiz y Garza (1976) establecieron con tanto fundamento e inteligencia hace 40 años es incomprensible y está dificultando (paradójicamente) avanzar en la investigación del desarrollo urbano de México, en general, y en el de las redes urbanas en lo particular.

El estudio empírico que se presenta a lo largo del capítulo registra algunas ventajas y diversas limitaciones y áreas de oportunidad de mejora. Las *ventajas* principales son, quizá, que: *i.* justifica en detalle su estructura conceptual y operativa, así como la metodología que se utiliza para definir la estructura funcional de la red de ciudades; *ii.* emplea un modelo de interacción espacial relativamente

sofisticado para definir las interacciones urbanas, que es más robusto en términos conceptuales y operativos que los que se han usado hasta el momento en México para el mismo fin, y *iii.* se apoya en un fuerte trabajo experimental para definir los componentes operativos del modelo de interacción espacial.

Por el otro lado, se identifican importantes *debilidades* del trabajo empírico: *i.* no existe en México información contrafactual de los flujos observados de consumidores en el territorio, lo que impidió calibrar el modelo de interacción espacial; *ii.* no existe en México investigación suficiente sobre la movilidad de la población, para derivar rasgos predominantes del comportamiento espacial, tanto de consumidores como de oferentes de bienes y servicios básicos para el desarrollo, lo que limita la aplicación plena de modelos de interacción espacial para identificar interacciones urbanas, y *iii.* el conjunto urbano nacional resulta demasiado amplio y heterogéneo si se utiliza el criterio de población mayor de 15 mil habitantes para definir lo que es una ciudad, lo que dificulta develar la estructura funcional de la red nacional de ciudades.

En cuanto a las *áreas de oportunidad de mejora* del estudio empírico, las más relevantes son: *i.* mejorar la *medición de los costos de transporte* (utilizando como indicador, tal vez, las distancias por carretera entre las ciudades); *ii.* investigar más a fondo la *conducta espacial* de los consumidores a escala regional, para mejorar la estimación del parámetro de la fricción de la distancia; *iii.* ensayar la inclusión de *límites a la distancia recorrida* por los consumidores, con el fin de añadirle realismo al modelo de interacción espacial; *iv.* recuperar el *conocimiento local* acerca de la manera como se estructuran funcionalmente las ciudades de cada región, para verificar los resultados del modelo, y *v.* realizar *correcciones manuales* a la estructura funcional de la red a partir del conocimiento local, como lo hacen en la escena internacional metodologías cuantitativas altamente sofisticadas de análisis regional (específicamente, los que intentan delimitar mercados urbanos locales).

Los resultados de la aplicación del modelo de interacción espacial para develar la estructura funcional de la red de ciudades de México son muy estimulantes. Se puso en evidencia el *efecto eclipsante* de la ZMVM y se descubrió que aislando este efecto, surgen 69 redes de ciudades regionales de gran importancia para articular funcionalmente el territorio nacional, en términos de la provisión de bienes y servicios clave para el desarrollo. Además, se aisló la trascendencia tan importante de la *población vinculada primaria y secundaria*, lo que puso al descubierto la que es, quizá, la idea central de este trabajo: las ciudades se deben entender en forma de red y no de manera fragmentada si se

quieren diseñar mejores políticas orientadas a definir la *escala* y la *localización* de bienes y servicios *clave* para el desarrollo.

Por lo tanto, el enfoque que se debe adoptar es uno que permita observar las *redes de ciudades*, porque esta perspectiva incluye la *población vinculada funcionalmente* con cada ciudad, que es la demanda que resulta *invisible* para las perspectivas fragmentadas de la ciudad. Los mercados funcionan así en el mundo real: de manera *continua en el territorio* y no conocen de *fronteras artificiales y arbitrarias* acerca de los límites de las ciudades. Estos límites responden, en el mejor de los casos, a razones de un pasado remoto (y en el peor de los casos: a simples ocurrencias), pero no reflejan el *comportamiento espacial de los mercados*. Dado que la *demanda* (es decir: los ciudadanos que buscan adquirir bienes y servicios públicos y privados) funciona en *espacios continuos*, así debe responder la *oferta*: considerando que los mercados funcionan en *espacios continuos* a diversas *escalas territoriales*, y no en ciudades fragmentadas con límites imaginarios.

Conclusiones generales



ESTA SECCIÓN DE conclusiones es deliberadamente sucinta, porque las grandes discusiones sobre el análisis de las redes de ciudades de México se llevaron a cabo en el Capítulo 4 (en la sección 4.1), donde se perfiló el marco general para interpretar los resultados del estudio. Sin embargo, no se puede dejar pasar la oportunidad para subrayar algunos temas de importancia central.

El primero, quizá, deba ser el que se relaciona con la visión de las ciudades en *red* en contraste con la perspectiva que las considera de manera *aislada*. En materia de desarrollo social, la segunda perspectiva es equivocada porque no considera la *dimensión real* de la demanda de bienes y servicios clave para el desarrollo. El Capítulo 4 es muy ilustrativo en este sentido cuando se analiza el impacto de la *población vinculada* en la jerarquía urbana y el dimensionamiento de la población de cada red de ciudades.

La visión en red tiene la ventaja adicional de plantear la jerarquía urbana y las interacciones de una manera más adecuada para la planeación del desarrollo que el enfoque tradicional de los sistemas de ciudades. Mientras que desde esta perspectiva se entiende el conjunto urbano como un sistema jerárquico de *nodos dominantes y subordinados* basado en *interacciones verticales* de abajo hacia arriba, en la perspectiva de redes de ciudades lo que se observa es un conjunto urbano operando en un entorno de *cooperación competitiva*, articulado por una estructura funcional de vínculos e interacciones *multidireccionales*, que generan *efectos multiplicadores* entre todos los integrantes de la red. Esta concepción

es más realista y propositiva, y por tanto más adecuada para la planeación del desarrollo urbano nacional.

Queda claro, entonces, que *no existe* una única red nacional de ciudades (o, para el caso: un único sistema nacional de ciudades, como lo asumía el Conapo en su trabajo de 1991). Lo que existe es una red de ciudades *para cada propósito* de política pública o privada. Estas redes de ciudades operan *simultáneamente* y se complementan en el tiempo y en el espacio.¹ Esto, que parece obvio, no lo ha sido en México, como se puede constatar si se revisan los trabajos relacionados con el análisis de estructuras funcionales urbanas a diversas escalas espaciales. La variedad de redes de ciudades en un mismo territorio se evidencia cuando se entiende que las redes de ciudades son, simplemente, *regiones nodales* (también llamadas *regiones funcionales*), y que, como cualquier ejercicio de regionalización, se lleva a cabo con un propósito en mente, no como un pasatiempo ocioso, y menos pensando que existe una regionalización única del territorio.

Intentar analizar redes de ciudades en México es complejo, aún más que en el pasado, porque no se dispone de información *observada* sobre flujos interurbanos (con la excepción, quizá, de los flujos migratorios y los flujos de viajes al trabajo, que están disponibles a escala municipal). Hasta los años noventa se disponía de la *Encuesta Punto a Punto*, que realizaba la empresa estatal Teléfonos de México (Telmex) y que estaba a disposición del público. Esta encuesta registraba los 10 principales destinos de llamadas telefónicas no comerciales de cada asentamiento.² Sin embargo, al privatizarse Telmex, la encuesta dejó de estar disponible. A esto hay que sumar la escasa investigación sobre movilidad espacial de la población en México, lo que contrasta con los avances tan importantes que registran en este tema diversos países del mundo.³

Una dificultad adicional a la ausencia de información sobre los vínculos funcionales observados entre las ciudades del país, es la definición misma de lo que es una *ciudad* en México. Llama la atención que se sigue utilizando la definición poblacional que dedujeron de su análisis estadístico Unikel, Ruiz y Garza

¹ Esto parece la resurrección de Lösch. El famoso economista Auguste Lösch nació en 1906 y murió a los 39 años (en 1945). Desarrolló toda una rama de la economía espacial y propuso en la década de los treinta del siglo pasado un paisaje económico en el que interactuaban diversas jerarquías y constelaciones de asentamientos en el territorio.

² Curiosamente, este mismo indicador (llamadas telefónicas) es el que utilizaron Nyusten y Dacey en su clásico estudio de 1961.

³ Los casos de los Estados Unidos, Reino Unido y Nueva Zelanda son especialmente notables. Véase una revisión de esto en Garrocho, 2011.

(1976) hace alrededor de cuarenta años. Esta definición resultó muy valiosa en su tiempo, pero es muy probable que ahora haya perdido *significado y utilidad* (o cuando menos, que éstos deban reafirmarse conceptual y empíricamente). Así las cosas, es imperativo investigar *qué es una ciudad* en México en la segunda década del siglo XXI y qué *especificaciones* debe cumplir un asentamiento para ser considerado *ciudad*. De otra manera, será más complicado aún avanzar en el estudio de las redes de ciudades del país.⁴

Cabe destacar que en este trabajo se utilizó por primera vez un *modelo de interacción espacial* para develar las interacciones funcionales de la red nacional de ciudades. En su ejercicio de 1991, el Conapo utilizó un *modelo gravitacional simple* para explorar algunas interrelaciones, pero los modelos de interacción espacial son mucho más robustos en términos conceptuales y operativos. Adicionalmente se *expandió la matriz de interrelaciones* (la llamada matriz adyacente) hasta ocho decimales, para considerar las interrelaciones *directas e indirectas* entre los asentamientos de la red, lo que también constituye un ejercicio pionero en México.

Esto fue posible porque se descubrió cómo la teoría de interacción espacial incluye los argumentos de los dos enfoques más relevantes para entender la movilidad espacial de la población por motivos de adquisición de bienes y servicios (la teoría microeconómica del consumidor y la teoría de lugar central). Asimismo, se demostró plenamente que el paisaje básico de Christaller es tan sólo *un caso espacial* de la teoría de interacción espacial, que se genera cuando, bajo los supuestos de Christaller, el parámetro de la fricción de la distancia *tiende a infinito* en un modelo de interacción espacial.

Las conexiones entre redes de ciudades, teoría de interacción espacial y la interpretación de la teoría de grafos para delimitar regiones nodales de Nyusten y Dacey (1961), permitió diseñar una *metodología genérica* para identificar redes de ciudades que se sometió a diversas *pruebas experimentales* con relativo éxito, con base en una muestra de 87 ciudades. Luego se aplicó a las 358 ciudades que integran el conjunto urbano nacional, y se identificaron y dimensionaron en términos de población 69 redes de escala regional. El tema clave que permitió lograr esto, fue que se identificó (y eliminó) el *efecto eclipsante* de la ZMVM, que distorsiona los análisis de la red urbana nacional por su enorme masa po-

⁴ Es paradójico cómo la calidad excepcional del trabajo de Unikel, Ruiz y Garza (1976), titulado *El desarrollo urbano de México*, ha terminado limitando la *actualización de algunas de sus definiciones operativas*, como la referente a *qué es una ciudad*. La reverencia a su obra, al final, ha limitado la investigación, justamente, sobre su tema de mayor interés: el desarrollo urbano de nuestro país.

blacional, y porque se descubrió el notable efecto de la *población vinculada* a cada nodo de la red. Estos resultados empíricos permitieron cumplir el *objetivo central* del trabajo: develar la estructura funcional de la red de ciudades de México, con propósitos de impulsar una distribución socioespacial más eficiente y equitativa de bienes y servicios públicos y privados, fundamentales para ampliar las oportunidades de desarrollo social de la población del país.

El análisis empírico registra diversas ventajas; destaca lo robusto de su plataforma conceptual, teórica y operativa, así como su bajo costo y su relativa sencillez. No obstante, registra importantes *debilidades* y *áreas de oportunidad de mejora*. Entre las primeras habría que destacar que al no disponer en nuestro país de *información contrafactual* de los flujos de consumidores observados en la realidad (a escala regional), los resultados del modelo son sólo una *hipótesis informada* de la manera como está estructurada la red de ciudades de México. La falta de investigación sobre *movilidad espacial* de la población también limitó la construcción de modelos más sofisticados y la calibración de(l) parámetro(s) de la fricción de la distancia. Sin embargo, los análisis experimentales que se realizaron indican que los resultados del modelo son consistentes con lo que ocurre en la realidad, según las experiencias de trabajos previos realizados a escala regional en nuestro país.

En cuanto a las *áreas de oportunidad de mejora* del estudio empírico, destacan las relacionadas con: *i.* afinar la medida de los *costos de transporte* (utilizando, quizá, la distancia a través de la red carretera del país, salvo excepciones que se rescaten del conocimiento local de la realidad regional); *ii.* lograr una mejor estimación del *parámetro de la fricción de la distancia* (realizando, tal vez, trabajo de campo en regiones seleccionadas y aprovechando mejor las fuentes oficiales de unidades de servicio clave para el desarrollo social: hospitales, universidades, juzgados, centros de abasto), que dé luz sobre un tema estratégico para la planeación del desarrollo de las redes de ciudades en México: *la movilidad y la conducta espacial de la población*, y *iii.* rescatar elementos *metodológicos* fundamentales que se utilizan en la escena internacional para analizar la movilidad de la población (en especial, algunos relacionados con la definición de *mercados laborales locales*). En este último tema, las áreas de oportunidad más importantes serían aplicar *umbrales de distancias* a las interacciones, para eliminar aquellas que impliquen recorridos demasiado altos (lo que es *poco realista* para viajes por consumo de la mayoría de los bienes y los servicios); *verificar la importancia de las interacciones* calculadas por el modelo de interacción espacial con agentes clave de cada ciudad, para aceptar o no al-

gunos resultados del modelo, y tener la opción de realizar algunas *rectificaciones manuales* que logren un mejor ajuste entre el modelo y la realidad. Actualmente la precisión cuantitativa ya *no es el máximo estándar* de la calidad metodológica y se reconoce la notable importancia de la *información cualitativa local*.

No obstante las limitaciones y áreas de oportunidad de mejora de la metodología empleada en este trabajo, los resultados obtenidos (que hubieran sido extremadamente costosos, tardados y complicados de obtener de otra manera), aun en su estado actual, pueden ser de utilidad para responder las siguientes preguntas:

- i. Dónde, en qué y cuándo* realizar ciertas inversiones clave para el desarrollo regional (la información sobre la organización espacial de la red, la población vinculada y las proyecciones de población para cada integrante de la red servirían de apoyo para responder estas preguntas).
- ii. Cuáles* son las principales opciones para ajustar la distribución espacial de la población de acuerdo con determinados objetivos de política (la respuesta radicaría en, por ejemplo: fortalecer ciertas ciudades, reducir desequilibrios demográficos regionales o incluir a determinados asentamientos en una u otra red de ciudades, entre otras alternativas).
- iii. Cómo* ser más eficiente en la integración del territorio (esto se puede contestar a partir de identificar ciertos vínculos interurbanos de importancia estratégica que se deben fortalecer para generar efectos multiplicadores o mejorar el funcionamiento de mercados regionales).
- iv. Qué* impactos pueden tener ciertas políticas o inversiones públicas o privadas en la red de ciudades, antes de que efectivamente sean aplicadas en la realidad (los modelos de interacción espacial permiten simular una gran diversidad de escenarios que permiten evaluar *ex ante* decisiones de política e inversión).

Cada una de estas preguntas es de gran calado y su relevancia para la planeación de las redes de ciudades de México es fundamental.

Anexos



Anexo 1

Cuadros de resultados



Cuadro 4.A.1
Jerarquía de ciudades de México, según población 2005

<i>Rango</i>	<i>Ciudad</i>	<i>Población 2005</i>
1	ZM del Valle de México	19,239,910
2	ZM de Guadalajara	4,095,853
3	ZM de Monterrey	3,738,077
4	ZM de Puebla-Tlaxcala	2,470,206
5	ZM de Toluca	1,633,052
6	ZM de Tijuana	1,575,026
7	ZM de León	1,425,210
8	ZM de Juárez	1,313,338
9	ZM de La Laguna	1,110,890
10	ZM de San Luis Potosí-Soledad de GS	957,753
11	ZM de Querétaro	950,828
12	ZM de Mérida	897,740
13	ZM de Mexicali	855,962
14	ZM de Aguascalientes	834,498
15	ZM de Tampico	803,196
16	ZM de Cuernavaca	802,371
17	ZM de Acapulco	786,830
18	ZM de Chihuahua	784,882
19	ZM de Veracruz	741,234
20	ZM de Morelia	735,624
21	ZM de Saltillo	725,259
22	ZM de Villahermosa	644,629
23	Hermosillo	641,791
24	ZM de Reynosa-Río Bravo	633,730
25	Culiacán Rosales	605,304
26	ZM de Xalapa	595,043
27	ZM de Cancún	586,288
28	ZM de Tuxtla Gutiérrez	576,872
29	ZM de Oaxaca	543,721
30	ZM de Poza Rica	481,389
31	Victoria de Durango	463,830
32	ZM de Matamoros	462,157
33	ZM de Tlaxcala-Apizaco	457,655
34	ZM de Pachuca	438,692
35	ZM de Cuautla	383,010
36	ZM de Orizaba	381,086
37	ZM de Tepic	379,296
38	ZM de Nuevo Laredo	355,827
39	Irapuato	354,140

Continúa Cuadro 4.A.1...

<i>Rango</i>	<i>Ciudad</i>	<i>Población 2005</i>
40	Mazatlán	352,471
41	ZM de Minatitlán	330,781
42	ZM de Coatzacoalcos	321,182
43	Celaya	310,413
44	ZM de Puerto Vallarta	304,107
45	ZM de Colima-Villa de Álvarez	294,828
46	ZM de Monclova-Frontera	294,191
47	ZM de Córdoba	293,768
48	ZM de Tehuacán	279,409
49	Ciudad Victoria	278,455
50	Ciudad Obregón	275,502
51	Ensenada	268,716
52	ZM de Zacatecas-Guadalupe	261,422
53	Uruapan	243,478
54	Los Mochis	231,977
55	ZM de Zamora-Jacona	230,777
56	ZM de La Piedad-Pénjamo	229,289
57	Campeche	211,671
58	ZM de Tulancingo	204,708
59	Tapachula de Córdoba y Ordóñez	189,991
60	Heroica Nogales	189,759
61	La Paz	189,176
62	ZM de Guaymas	184,816
63	ZM de Tula	184,691
64	ZM de Piedras Negras	169,771
65	Chilpancingo de los Bravo	166,796
66	ZM de San Francisco del Rincón	159,127
67	Ciudad del Carmen	154,197
68	ZM de Tehuantepec	150,281
69	Salamanca	143,838
70	San Cristóbal de las Casas	142,364
71	San Luis Río Colorado	138,796
72	Chetumal	136,825
73	ZM de Ocotlán	133,157
74	ZM de Rioverde-Ciudad Fernández	126,997
75	Lázaro Cárdenas	126,709
76	Ciudad Acuña	124,232
77	ZM de Tecomán	123,089
78	San Juan del Río	120,984
79	Ciudad Valles	116,261
80	Fresnillo	115,432

Continúa Cuadro 4.A.1...

<i>Rango</i>	<i>Ciudad</i>	<i>Población 2005</i>
81	Manzanillo	110,728
82	Iguala de la Independencia	110,390
83	Delicias	108,187
84	ZM de Acayucan	105,552
85	Navojoa	103,312
86	Guanajuato	101,564
87	Hidalgo del Parral	101,147
88	Tuxpan (Ver)	100,586
89	Playa del Carmen	100,383
90	ZM de Moroleón-Uriangato	99,828
91	Cuauhtémoc	98,725
92	Tuxtepec	97,241
93	Ciudad Guzmán	93,609
94	Apatzingán de la Constitución	93,180
95	Lagos de Moreno	92,716
96	Cabo San Lucas	87,876
97	Teziutlán	87,292
98	Atlixco	86,173
99	Zitácuaro	83,701
100	Comitán de Domínguez	83,571
101	Cárdenas	83,099
102	Tepatitlán de Morelos	82,975
103	Ciudad Mante	81,884
104	Martínez de la Torre	72,765
105	Cozumel	71,401
106	Juchitán de Zaragoza	70,714
107	Matehuala	70,150
108	Agua Prieta	68,402
109	Guasave	66,793
110	Zihuatanejo	62,376
111	Valle de Santiago	62,121
112	San Miguel de Allende	62,034
113	Guamúchil	61,862
114	San José del Cabo	59,325
115	Sahuayo de Morelos	59,316
116	San Andrés Tuxtla	58,757
117	Ciudad Hidalgo	57,773
118	Cortazar	57,748
119	Linares	56,065
120	Acámbaro	55,082
121	Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nal.	54,843

Continúa Cuadro 4.A.1...

<i>Rango</i>	<i>Ciudad</i>	<i>Población 2005</i>
122	Huachinango	54,753
123	Almoleya del Río-Atizapán-Capulhuac-Tianguistenco	52,710
124	Heroica Caborca	52,330
125	Zacapu	51,386
126	Pátzcuaro	51,124
127	Nuevo Casas Grandes	50,863
128	Taxco de Alarcón	50,415
129	San Luis de la Paz	50,260
130	Acatzingo	48,672
131	Ixtlahuaca	48,508
132	Sabinas	47,933
133	Valle Hermoso	47,696
134	Huamantla	47,286
135	Cosamaloapan-Carlos A. Carrillo	46,490
136	Arandas	46,099
137	Valladolid	45,868
138	Heroica Ciudad de Huajuapán de León	45,321
139	Puerto Peñasco	44,647
140	Esperanza	44,491
141	Tierra Blanca	44,171
142	Tizimín	44,151
143	San Pedro	43,447
144	Comalcalco	43,371
145	San Juan de los Lagos	43,003
146	Tepeapulco-Ciudad Sahagún	42,760
147	Autlán de Navarro	42,112
148	Ajalpan-Altepexi	41,199
149	Izúcar de Matamoros	41,042
150	Las Choapas	40,773
151	Nueva Rosita-Cloete	40,616
152	La Barca-Briseñas	40,326
153	Cintalapa de Figueroa	39,804
154	Tepeji	39,387
155	Huejutla de Reyes	39,373
156	Santa Rosalía de Camargo	39,149
157	Mixquiahuala-Progreso	38,784
158	Jerez de García Salinas	38,624
159	Tecamachalco	38,559
160	Juventino Rosas	38,143
161	Montemorelos	38,122
162	Agua Dulce	37,987

Continúa Cuadro 4.A.1...

<i>Rango</i>	<i>Ciudad</i>	<i>Población 2005</i>
163	Tlapa de Comonfort	37,975
164	Zacatepec-Santa Rosa Treinta	37,715
165	Palenque	37,301
166	Jojutla-Tlaquiltenango	37,269
167	Ciudad Constitución	37,221
168	Xicotepec de Juárez	37,026
169	Macuspana	36,473
170	Salvatierra	36,306
171	Villaflores	35,713
172	Progreso	35,519
173	Ocosingo	35,065
174	Ameca	35,047
175	Perote	34,658
176	Zacatlán	33,842
177	Ocozacoatlán de Espinosa	33,781
178	José Mariano Jiménez	33,567
179	Tlapacoyan	33,151
180	Parras de la Fuente	33,115
181	Ixmiquilpan	32,679
182	Los Reyes de Salgado	32,488
183	Tala	32,180
184	Maravatío de Ocampo	32,146
185	Ciudad Melchor Múzquiz	31,999
186	Tonalá	31,991
187	Tenosique de Pino Suárez	31,392
188	Ticul	31,147
189	Heroica Ciudad de Cananea	31,067
190	Ciudad Sabinas Hidalgo	30,998
191	Huixtla	30,407
192	Zapotlanejo	30,162
193	Francisco I. Madero (Chávez)	30,084
194	Tenancingo de Degollado	30,047
195	Álamo	30,010
196	Calpulalpan	30,004
197	Loma Bonita	29,783
198	San Fernando	29,666
199	Víctor Rosales	29,626
200	Actopan	29,345
201	Río Grande	29,309
202	Huatabampo	29,276
203	Puruándiro	29,144

Continúa Cuadro 4.A.1...

<i>Rango</i>	<i>Ciudad</i>	<i>Población 2005</i>
204	Paraíso	29,114
205	Ciudad Altamirano-Riva Palacio	29,108
206	Huatusco de Chicuellar	29,097
207	Puerto Escondido-Zicatela	28,892
208	Escuinapa de Hidalgo	28,789
209	Navolato	28,676
210	Nueva Italia de Ruiz	28,343
211	Tepeaca	28,337
212	Matías Romero	28,210
213	Tantoyuca	28,155
214	Yurécuaro-La Ribera	27,903
215	Juan José Ríos	27,748
216	Chilapa de Álvarez	27,510
217	Sayula	27,311
218	Champotón	27,235
219	Escárcega	27,214
220	Tequisquiapan	26,858
221	Tequila	26,809
222	Pabellón de Arteaga	26,797
223	Huimanguillo	26,402
224	Catemaco	26,141
225	Teapa	26,140
226	Tuxpan	26,134
227	Atotonilco el Alto	26,044
228	Santiago Pinotepa Nacional	25,871
229	Rincón de Romos	25,815
230	Miguel Alemán (La Doce)	25,738
231	Apan	25,627
232	Tenango de Arista	25,600
233	Abasolo	25,386
234	Villagrán	25,333
235	Apaseo el Alto	25,016
236	Ciudad Serdán	24,897
237	José Cardel-Cabezas	24,846
238	Tuxpan	24,783
239	San Felipe	24,621
240	Misantla	24,517
241	Atoyac de Álvarez	24,057
242	Isla	24,051
243	Gabriel Leyva Solano (Benito Juárez)	23,985
244	Apaseo el Grande	23,925

Continúa Cuadro 4.A.1...

<i>Rango</i>	<i>Ciudad</i>	<i>Población 2005</i>
245	Ciudad Ixtepec	23,700
246	Santiago Papasquiaro	23,560
247	Ciudad de Allende	23,546
248	Tekax de Álvaro Obregón	23,524
249	Reforma	23,446
250	Atlacomulco	23,339
251	Berriozábal	23,313
252	Costa Rica	23,164
253	Arriaga	23,143
254	Jiquilpan de Juárez	23,132
255	Magdalena de Kino	23,101
256	Encarnación de Díaz	22,902
257	Hunucmá	22,800
258	Tacámbaro de Codallos	22,653
259	Zumpango del Río	22,322
260	Valle de Bravo	22,166
261	Ebano	22,105
262	Loreto	22,085
263	Tezontepec	22,078
264	Tejupilco de Hidalgo	22,041
265	Comonfort	21,947
266	Ixtlán del Río	21,915
267	Naranjos	21,831
268	Frontera	21,810
269	El Salto	21,793
270	Tixtla de Guerrero	21,720
271	Yuriria	21,708
272	Teocaltiche	21,661
273	Jalostotitlán	21,656
274	Lic. Benito Juárez (Campo Gobierno)	21,626
275	Tamazunchale	21,614
276	Teloloapan	21,592
277	Felipe Carrillo Puerto	21,530
278	Motul de Carrillo Puerto	21,508
279	Xalatlaco-Santiago Tlapa	21,459
280	Zapotitlic	21,440
281	Cerro Azul	21,408
282	Los Baños	21,365
283	Oxkutzcab	21,341
284	Pedro Meoqui	21,306
285	Huetamo de Núñez	21,302

Continúa Cuadro 4.A.1...

<i>Rango</i>	<i>Ciudad</i>	<i>Población 2005</i>
286	San Miguel el Alto	21,080
287	Nuevo Necaxa	20,994
288	Ometepec	20,764
289	Petatlán	20,720
290	Puente de Ixtla	20,561
291	San José Iturbide	20,082
292	Chapala	19,925
293	Xoxocotla	19,644
294	Tecpan de Galeana	19,585
295	El Grullo	19,364
296	Sombrerete	19,353
297	Palmarito Tochapán	19,215
298	Las Rosas	19,203
299	Romita	19,157
300	Miahuatlán de Porfirio Díaz	18,987
301	Ojocaliente	18,940
302	Manuel Ojinaga	18,378
303	Ocotlán de Morelos	18,292
304	Allende	18,283
305	Calvillo	18,271
306	Acajete	18,253
307	Peto	18,177
308	Altotonga	18,076
309	Acaponeta	18,066
310	San Buenaventura	17,951
311	Jaral del Progreso	17,795
312	Arcelia	17,608
313	Zacualtipán	17,540
314	Motuzintla de Mendoza	17,501
315	Tamazula de Gordiano	17,441
316	Cunduacán	17,423
317	Jocotepec	17,409
318	Lerdo de Tejada	17,271
319	Las Margaritas	17,267
320	Xico	17,231
321	San Agustín Mextepec-San Pedro el Alto	16,989
322	Frontera Comalapa	16,880
323	Ciudad de Chignahuapan	16,867
324	Paracho de Verduzco	16,816
325	Emiliano Zapata	16,796
326	Ciudad Miguel Alemán	16,755

Continúa Cuadro 4.A.1...

<i>Rango</i>	<i>Ciudad</i>	<i>Población 2005</i>
327	Zinapécuaro	16,746
328	Santiago Ixcuintla	16,710
329	Heroica Ciudad de Tlaxiaco	16,635
330	Chietla	16,394
331	Yajalón	16,301
332	Axochiapan	16,255
333	Zacoalco de Torres	16,228
334	Palaú	16,133
335	Anáhuac	16,118
336	Tres Valles	16,030
337	Ciudad de Huitzucó	16,025
338	Compostela	15,991
339	Jamay	15,948
340	San Salvador el Seco	15,914
341	Zacapoxtla	15,905
342	Rodolfo Sánchez T. (Maneadero)	15,814
343	Acatlán de Osorio	15,568
344	Pijijiapan	15,443
345	Ahualulco de Mercado	15,427
346	Ario de Rosales	15,406
347	Cihuatlán	15,392
348	Hidalgo	15,392
349	Ixtapan de la Sal	15,383
350	Nochistlán de Mejía	15,322
351	El Rosario	15,310
352	Mapastepec	15,302
353	Madera	15,267
354	Santiago Tuxtla	15,225
355	Temascalcingo	15,194
356	Vicente Guerrero	15,150
357	Izamal	15,101
358	San Juan Xiutetelco	15,099
	Total	73,715,053

Fuente: Conapo, 2010a.

Cuadro 4.A.2
Redes de ciudades de México, 2010
(con la ZMVM)

	<i>Redes de ciudades</i>	<i>Población total 2005</i>	<i>Población ocupada 2003</i>	<i>Valor agregado de la producción 2003</i>
1	<i>ZM del Valle de México</i>			
	ZM del Valle de México	19,239,910	3,504,488	166,588,226
	ZM de Guadalajara (Jal)	4,095,853	802,583	27,549,979
	ZM de Monterrey (NL)	3,738,077	832,850	44,095,468
	ZM de Puebla-Tlaxcala (Pue-Tlax)	2,470,206	392,514	16,332,230
	ZM de Toluca (EdoMéx)	1,633,052	221,942	11,581,164
	ZM de Tijuana (BC)	1,575,026	317,830	9,728,044
	ZM de León (Gto)	1,425,210	268,540	11,261,512
	ZM de Juárez (Chih)	1,313,338	332,853	12,631,331
	ZM de La Laguna (Torreón)	1,110,890	237,861	7,549,445
	ZM de San Luis Potosí-Soledad de Graciano Sánchez (SLP)	957,753	176,268	6,624,062
	ZM de Querétaro (Qro)	950,828	175,815	7,777,417
	ZM de Mérida (Yuc)	897,740	183,020	4,293,328
	ZM de Aguascalientes (Ags)	834,498	164,864	6,020,829
	ZM de Tampico (Tamps)	803,196	116,215	5,188,177
	ZM de Cuernavaca (Mor)	802,371	130,086	5,617,883
	ZM de Acapulco (Gro)	786,830	100,704	2,209,583
	ZM de Chihuahua (Chih)	784,882	164,820	6,422,100
	ZM de Veracruz (Ver)	741,234	108,836	4,038,590
	ZM de Morelia (Mich)	735,624	106,802	5,679,858
	ZM de Villahermosa (Tab)	644,629	88,240	5,340,065
	Hermosillo (Son)	641,791	107,481	3,851,766
	Culiacán Rosales (Sin)	605,304	105,625	2,782,507
	ZM de Xalapa (Ver)	595,043	75,286	1,796,377
	ZM de Cancún (QR)	586,288	117,725	3,515,806
	ZM de Tuxtla Gutiérrez (Chis)	576,872	76,192	1,551,905
	ZM de Oaxaca (Oax)	543,721	91,661	1,503,651
	ZM de Poza Rica (Ver)	481,389	47,029	1,568,210
	Victoria de Durango (Dgo)	463,830	69,154	1,465,435
	ZM de Tlaxcala-Apizaco (Tlax)	457,655	64,897	2,056,581
	ZM de Pachuca (Hgo)	438,692	55,358	1,277,465
	ZM de Cuautla (Mor)	383,010	47,682	1,011,484
	ZM de Orizaba (Ver)	381,086	45,989	2,461,483
	Irapuato (Gto)	354,140	66,929	2,197,787
	Mazatlán (Sin)	352,471	64,325	1,474,354
	ZM de Minatitlán (Ver)	330,781	38,790	1,735,618

Continúa Cuadro 4.A.2...

<i>Redes de ciudades</i>	<i>Población total 2005</i>	<i>Población ocupada 2003</i>	<i>Valor agregado de la producción 2003</i>
Celaya (Gto)	310,413	77,273	2,449,339
ZM de Córdoba (Ver)	293,768	42,760	1,015,346
ZM de Tehuacán (Pue)	279,409	53,025	1,204,285
Ciudad Victoria (Tamps)	278,455	40,851	940,356
Ciudad Obregón (Son)	275,502	46,922	1,676,992
ZM de Zacatecas-Guadalupe (Zac)	261,422	37,768	735,397
Uruapan (Mich)	243,478	41,076	807,376
Los Mochis (Sin)	231,977	50,774	1,381,616
ZM de Zamora-Jacona (Mich)	230,777	31,549	649,680
ZM de La Piedad-Pénjamo (Gto)	229,289	25,123	581,527
Campeche (Camp)	211,671	34,746	603,425
ZM de Tulancingo (Hdgo)	204,708	24,593	472,822
Tapachula de Córdoba y Ordóñez (Chis)	189,991	32,121	671,845
Heroica Nogales (Son)	189,759	47,010	1,403,812
La Paz (BCS)	189,176	31,193	785,578
ZM de Tula (Hgo)	184,691	30,704	3,101,548
Chilpancingo de los Bravo (Gro)	166,796	21,672	363,732
Ciudad del Carmen (Camp)	154,197	46,608	59,924,519
ZM de Tehuantepec (Pue)	150,281	21,263	3,865,400
Salamanca (Gto)	143,838	32,144	1,840,415
Chetumal (QR)	136,825	21,063	349,439
ZM de Rioverde-Ciudad Fernández (SLP)	126,997	10,930	158,773
Lázaro Cárdenas (Mich)	126,709	24,384	987,306
ZM de Tecmán (Col)	123,089	15,112	714,916
San Juan del Río (Qro)	120,984	46,078	1,524,328
Ciudad Valles (SLP)	116,261	18,776	442,554
Fresnillo (Zac)	115,432	22,582	656,190
Iguala de la Independencia (Gro)	110,390	19,355	273,669
ZM de Acayucan (Ver)	105,552	10,283	180,090
Hidalgo del Parral (Chih)	101,147	16,500	375,606
Tuxpan (Ver)	100,586	12,309	203,493
ZM de Moroleón-Uriangato (Gto)	99,828	21,023	308,220
Tuxtepec (Oax)	97,241	17,568	807,920
Apatzingán de la Constitución (Mich)	93,180	12,780	301,065
Cabo San Lucas (BCS)	87,876	15,313	397,013
Teziutlán (Pue)	87,292	25,037	325,155
Atlixco (Pue)	86,173	14,169	170,329
Zitácuaro (Mich)	83,701	14,648	230,849
Comitán de Domínguez (Chis)	83,571	14,998	194,178
Ciudad Mante (Tamps)	81,884	14,650	293,397

Continúa Cuadro 4.A.2...

<i>Redes de ciudades</i>	<i>Población total 2005</i>	<i>Población ocupada 2003</i>	<i>Valor agregado de la producción 2003</i>
Martínez de la Torre (Ver)	72,765	12,774	307,015
Juchitán de Zaragoza (Oax)	70,714	10,813	363,349
Matehuala (SLP)	70,150	14,814	245,636
Zihuatanejo (Gro)	62,376	18,799	385,959
Valle de Santiago (Gto)	62,121	7,912	109,697
San Miguel de Allende (Gto)	62,034	15,469	258,443
San Andrés Tuxtla (Chis)	58,757	8,803	124,132
Ciudad Hidalgo (Mich)	57,773	11,955	180,794
Acámbaro (Gto)	55,082	9,809	158,380
Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nal. (Gto)	54,843	10,043	136,368
Huachinango (Pue)	54,753	6,164	65,444
Almoloya del Río-Atizapán-Capulhuac-Tianguistenco (EdoMéx)	52,710	13,463	314,547
Heroica Caborca (Son)	52,330	9,133	511,170
Zacapu (Mich)	51,386	9,906	223,886
Pátzcuaro (Mich)	51,124	10,245	111,006
Taxco de Alarcón (Gro)	50,415	17,420	200,248
San Luis de la Paz (Gto)	50,260	7,385	170,852
Acatzingo (Pue)	48,672	5,124	52,010
Ixtlahuaca (EdoMéx)	48,508	5,107	99,278
Huamantla (Tlax)	47,286	9,356	127,336
Cosamaloapan-Carlos A. Carrillo (Ver)	46,490	8,280	172,948
Heroica Ciudad de Huajuapán de León (Oax)	45,321	8,763	151,274
Tierra Blanca (Ver)	44,171	6,393	97,701
Tepeapulco-Ciudad Sahagún (Hgo)	42,760	6,730	183,063
Ajalpan-Altepexi (Pue)	41,199	6,625	61,642
Izúcar de Matamoros (Pue)	41,042	7,609	116,291
Las Choapas (Ver)	40,773	3,905	39,919
Cintalapa de Figueroa (Chis)	39,804	3,864	34,524
Tepeji (Hgo)	39,387	19,517	561,386
Huejutla de Reyes (Hgo)	39,373	7,107	78,054
Mixquiahuala-Progreso (Hgo)	38,784	5,851	90,255
Jerez de García Salinas (Zac)	38,624	5,736	72,369
Tecamachalco (Pue)	38,559	6,080	73,623
Juventino Rosas (Gto)	38,143	5,633	57,542
Tlapa de Comonfort (Gro)	37,975	4,085	53,767
Zacatepec-Santa Rosa Treinta (Mor)	37,715	7,609	123,387
Palenque (Chis)	37,301	5,265	74,326

Continúa Cuadro 4.A.2...

<i>Redes de ciudades</i>	<i>Población total 2005</i>	<i>Población ocupada 2003</i>	<i>Valor agregado de la producción 2003</i>
Jojutla-Tlaquiltenango (Mor)	37,269	9,242	108,307
Ciudad Constitución (BCS)	37,221	6,833	108,321
Xicotepec de Juárez (Pue)	37,026	6,001	67,908
Salvatierra (Gto)	36,306	8,581	145,182
Villaflores (Chis)	35,713	7,639	122,469
Ocosingo (Chis)	35,065	3,831	50,847
Perote (Ver)	34,658	6,494	81,042
Zacatlán (Pue)	33,842	4,546	39,266
José Mariano Jiménez (Chih)	33,567	5,540	99,558
Tlapacoyan (Ver)	33,151	3,622	21,465
Ixmiquilpan (Hgo)	32,679	5,858	74,044
Los Reyes de Salgado (Mich)	32,488	4,849	84,714
Maravatío de Ocampo (Mich)	32,146	4,841	86,691
Tonalá (Chis)	31,991	5,289	61,746
Tenosique de Pino Suárez (Tab)	31,392	4,207	69,287
Tenancingo de Degollado (EdoMéx)	30,047	7,048	98,292
Álamo (Ver)	30,010	4,465	88,912
Calpulalpan (Tlax)	30,004	4,358	150,874
Loma Bonita (Oax)	29,783	3,273	27,727
Actopan (Hgo)	29,345	6,780	82,315
Río Grande (NL)	29,309	4,924	71,919
Puruándiro (Mich)	29,144	5,086	65,138
Ciudad Altamirano-Riva Palacio (Gro)	29,108	8,855	220,824
Huatusco de Chicuellar (Ver)	29,097	4,391	49,504
Puerto Escondido-Zicatela (Oax)	28,892	6,492	119,491
Escuinapa de Hidalgo (Sin)	28,789	3,368	45,049
Nueva Italia de Ruiz (Mich)	28,343	3,664	79,753
Matías Romero (Oax)	28,210	4,239	51,450
Tantoyuca (Ver)	28,155	2,943	48,100
Chilapa de Álvarez (Gro)	27,510	5,976	56,601
Champotón (Camp)	27,235	5,615	89,631
Escárcega (Camp)	27,214	3,401	53,392
Tequisquiapan (Qro)	26,858	6,389	80,016
Catemaco (Ver)	26,141	2,882	29,314
Santiago Pinotepa Nacional (Oax)	25,871	3,696	74,383
Apan (Hidalgo)	25,627	3,497	36,806
Tenango de Arista (EdoMéx)	25,600	6,042	115,715
Abasolo (Gto)	25,386	3,795	44,006
Villagrán (Gto)	25,333	7,689	515,987
Apaseo el Alto (Gto)	25,016	4,527	59,445

Continúa Cuadro 4.A.2...

<i>Redes de ciudades</i>	<i>Población total 2005</i>	<i>Población ocupada 2003</i>	<i>Valor agregado de la producción 2003</i>
Ciudad Serdán (Pue)	24,897	3,090	29,982
José Cardel-Cabezas (Ver)	24,846	5,542	67,343
San Felipe (Gto)	24,621	4,294	55,806
Misantla (Ver)	24,517	3,172	27,977
Atoyac de Álvarez (Gro)	24,057	2,879	30,327
Isla (Ver)	24,051	2,714	45,718
Ciudad Ixtepec (Oax)	23,700	2,979	46,046
Santiago Papasquiaro (Dgo)	23,560	3,905	163,001
Atzacomulco (EdoMéx)	23,339	12,216	929,133
Arriaga (Chis)	23,143	3,778	47,172
Tacámbaro de Codallos (Mich)	22,653	4,027	66,990
Zumpango del Río (Gro)	22,322	3,225	28,424
Valle de Bravo (EdoMéx)	22,166	5,944	84,453
Ebano (SLP)	22,105	3,403	52,470
Tezontepec (Hgo)	22,078	2,286	13,840
Tejupilco de Hidalgo (EdoMéx)	22,041	3,599	54,271
Comonfort (Gto)	21,947	3,753	50,692
Naranjos (Ver)	21,831	3,164	30,235
Frontera (Tab)	21,810	3,714	74,644
El Salto (Dgo)	21,793	4,225	51,609
Tixtla de Guerrero (Gro)	21,720	2,478	17,644
Yuriria (Gto)	21,708	4,100	44,673
Tamazunchale (SLP)	21,614	3,089	43,200
Teloloapan (Gro)	21,592	2,664	31,283
Felipe Carrillo Puerto (Yuc)	21,530	2,864	133,473
Xalatlaco-Santiago Tilapa (EdoMéx)	21,459	4,693	111,877
Cerro Azul (Ver)	21,408	2,522	22,939
San Pedro Los Baños (EdoMéx)	21,365	2,249	43,726
Huetamo de Núñez (Mich)	21,302	3,341	41,882
Nuevo Necaxa (Pue)	20,994	1,916	20,729
Ometepec (Gro)	20,764	3,339	51,119
Petatlán (Gro)	20,720	3,299	24,758
Puente de Ixtla (Mor)	20,561	2,369	24,842
San José Iturbide (Gto)	20,082	8,000	308,295
Xoxocotla (Mor)	19,644	2,264	23,734
Tecpan de Galeana (Gro)	19,585	4,662	38,373
Sombrerete (Zac)	19,353	4,698	114,455
Palmarito Tochapán (Pue)	19,215	1,331	6,632
Las Rosas (Chis)	19,203	1,176	4,940
Miahuatlán de Porfirio Díaz (Oax)	18,987	2,863	52,684

Continúa Cuadro 4.A.2...

	<i>Redes de ciudades</i>	<i>Población total 2005</i>	<i>Población ocupada 2003</i>	<i>Valor agregado de la producción 2003</i>
	Ojocaliente (Ags)	18,940	2,805	39,268
	Manuel Ojinaga (Chih)	18,378	2,504	64,553
	Altotonga (Ver)	18,076	3,052	22,964
	Acaponeta (Nay)	18,066	3,083	57,102
	Jaral del Progreso (Gto)	17,795	1,887	19,364
	Arcelia (Gro)	17,608	2,590	25,593
	Zacualtipán (Hgo)	17,540	2,424	36,328
	Motозintla de Mendoza (Chis)	17,501	2,068	31,322
	Lerdo de Tejada (Ver)	17,271	2,974	62,138
	San Agustín Mextepec-San Pedro el Alto (EdoMéx)	16,989	2,322	20,519
	Frontera Comalapa (Chis)	16,880	2,811	34,124
	Ciudad de Chignahuapan (Pue)	16,867	2,885	31,399
	Paracho de Verduzco (Mich)	16,816	3,889	33,919
	Emiliano Zapata (Tab)	16,796	2,979	73,347
	Zinapécuaro (Mich)	16,746	3,184	25,223
	Heroica Ciudad de Tlaxiaco (Oax)	16,635	2,518	44,079
	Chietla (Pue)	16,394	3,253	91,534
	Yajalón (Chis)	16,301	1,725	21,912
	Axochiapan (Mor)	16,255	2,488	23,292
	Tres Valles (Chis)	16,030	3,686	119,717
	Ciudad de Huitzuco (Gro)	16,025	2,670	27,812
	San Salvador el Seco (Puebla)	15,914	3,271	22,526
	Zacapoxtla (Pue)	15,905	2,946	44,821
	Acatlán de Osorio (Pue)	15,568	3,184	35,378
	Pijijiapan (Chis)	15,443	2,038	26,533
	Ario de Rosales (Mich)	15,406	1,862	32,270
	Ixtapan de la Sal (EdoMéx)	15,383	4,070	46,267
	El Rosario (Sin)	15,310	2,352	59,713
	Mapastepec (Chis)	15,302	1,770	36,828
	Madera (Chih)	15,267	2,282	29,092
	Santiago Tuxtla (Ver)	15,225	1,561	15,416
	Temascalcingo (EdoMéx)	15,194	3,228	35,659
	Vicente Guerrero (Dgo)	15,150	2,524	35,794
	Suma	63,688,816	11,417,012	504,349,528
2	<i>ZM de Monterrey</i>			
	ZM de Monterrey (NL)	3,738,077	832,850	44,095,468
	ZM de Saltillo (Coah)	725,259	133,827	7,553,647
	ZM de Reynosa-Río Bravo (Tamps)	633,730	145,734	9,029,819
	ZM de Nuevo Laredo (Tamps)	355,827	56,012	1,568,586

Continúa Cuadro 4.A.2...

<i>Redes de ciudades</i>	<i>Población total 2005</i>	<i>Población ocupada 2003</i>	<i>Valor agregado de la producción 2003</i>
ZM de Monclova-Frontera (Coah)	294,191	58,154	2,112,315
ZM de Piedras Negras (Coah)	169,771	37,327	1,213,161
Ciudad Acuña (Coah)	124,232	46,613	1,017,025
Linares (NL)	56,065	11,583	249,952
Sabinas (Coah)	47,933	11,945	338,841
Montemorelos (NL)	38,122	7,760	164,993
Parras de la Fuente (Coah)	33,115	5,909	134,270
Ciudad Melchor Múzquiz (Coah)	31,999	6,475	187,515
Ciudad Sabinas Hidalgo (NL)	30,998	5,277	128,071
San Fernando (Tamps)	29,666	4,028	82,694
Ciudad de Allende (NL)	23,546	4,015	124,234
Allende (NL)	18,283	3,859	138,296
Ciudad Miguel Alemán (Tamps)	16,755	3,795	91,394
Anáhuac (NL)	16,118	2,499	38,907
Hidalgo (NL)	15,392	978	10,585
Suma	6,399,079	1,378,640	68,279,775
3 <i>ZM de Guadalajara</i>			
ZM de Guadalajara (Jal)	4,095,853	802,583	27,549,979
ZM de Tepic (Nay)	379,296	48,263	975,490
ZM de Puerto Vallarta (Jal)	304,107	60,298	1,162,046
ZM de Colima-Villa de Álvarez (Col)	294,828	43,164	806,983
ZM de Ocotlán (Jal)	133,157	20,173	469,423
Manzanillo (Col)	110,728	18,706	376,064
Ciudad Guzmán (Jal)	93,609	14,250	264,927
Tepatitlán de Morelos (Jal)	82,975	17,812	420,917
Sahuayo de Morelos (Mich)	59,316	9,177	156,249
Arandas (Jal)	46,099	9,307	224,927
San Juan de los Lagos (Jal)	43,003	7,504	101,902
Autlán de Navarro (Jal)	42,112	6,841	112,877
La Barca-Briseñas (Jal)	40,326	6,095	124,271
Ameca (Jal)	35,047	5,055	126,847
Tala (Jal)	32,180	3,856	147,654
Zapotlanejo (Jal)	30,162	6,807	93,428
Yurécuaro-La Ribera (Mich-Jal)	27,903	5,221	65,991
Sayula (Jal)	27,311	3,131	33,216
Tequila (Jal)	26,809	3,598	265,496
Tuxpan (Jal)	26,134	3,202	93,295
Atotonilco el Alto (Jal)	26,044	5,482	140,007
Tuxpan (Nay)	24,783	3,877	40,188

Continúa Cuadro 4.A.2...

	<i>Redes de ciudades</i>	<i>Población total 2005</i>	<i>Población ocupada 2003</i>	<i>Valor agregado de la producción 2003</i>
	Jiquilpan de Juárez (Mich)	23,132	3,423	49,201
	Ixtlán del Río (Nay)	21,915	2,944	38,252
	Teocaltiche (Jal)	21,661	2,544	41,658
	Jalostotitlán (Jal)	21,656	2,907	62,273
	Zapotiltic (Jal)	21,440	3,173	336,766
	San Miguel el Alto (Jal)	21,080	4,498	146,738
	Chapala (Jal)	19,925	5,156	72,116
	El Grullo (Jal)	19,364	3,039	30,953
	Tamazula de Gordiano (Jal)	17,441	3,121	154,398
	Jocotepec (Jal)	17,409	2,440	31,221
	Santiago Ixcuintla (Nay)	16,710	5,365	64,662
	Zacoalco de Torres (Jal)	16,228	2,672	45,228
	Compostela (Nay)	15,991	6,240	72,651
	Jamay (Jalisco)	15,948	1,774	22,681
	Ahualulco de Mercado (Jal)	15,427	1,940	18,806
	Cihuatlán (Jal)	15,392	3,871	59,168
	Nochistlán de Mejía (Zac)	15,322	1,842	19,832
	Suma	6,297,823	1,161,351	35,018,779
4	<i>ZM de Tijuana</i>			
	ZM de Tijuana (BC)	1,575,026	317,830	9,728,044
	ZM de Mexicali	855,962	135,709	5,316,621
	Ensenada (BC)	268,716	51,474	1,419,393
	Loreto (BCS)	22,085	3,247	51,052
	Puerto Peñasco (Son)	44,647	7,063	224,499
	Suma	2,766,436	515,323	16,739,609
5	<i>ZM de Puebla-Tlaxcala</i>			
	ZM de Puebla-Tlaxcala (Pue-Tlax)	2,470,206	392,514	16,332,230
	Tepeaca (Pue)	28,337	6,845	98,643
	Acajete (Pue)	18,253	2,650	18,714
	Suma	2,516,796	402,009	16,449,587
6	<i>ZM de León</i>			
	ZM de León (Gto)	1,425,210	268,540	11,261,512
	ZM de San Francisco del Rincón (Gto)	159,127	25,350	452,609
	Guanajuato (Gto)	101,564	15,474	300,198
	Lagos de Moreno (Jal)	92,716	18,058	662,165
	Romita (Gto)	19,157	2,560	22,676
	Suma	1,797,774	329,982	12,699,161
7	<i>ZM de Ciudad Juárez</i>			
	ZM de Juárez (Chih)	1,313,338	332,853	12,631,331
	Agua Prieta (Son)	68,402	12,860	335,659

Continúa Cuadro 4.A.2...

	<i>Redes de ciudades</i>	<i>Población total 2005</i>	<i>Población ocupada 2003</i>	<i>Valor agregado de la producción 2003</i>
	Nuevo Casas Grandes (Chih)	50,863	27,734	1,663,093
	Suma	1,432,603	373,447	14,630,082
8	<i>ZM de La Laguna</i>			
	ZM de La Laguna (Torreón)	1,110,890	237,861	7,549,445
	San Pedro (Coah)	43,447	8,995	204,441
	Francisco I. Madero (Chávez) (Coah)	30,084	5,388	107,481
	Suma	1,184,421	252,244	7,861,367
9	<i>ZM de Mérida</i>			
	ZM de Mérida (Yuc)	897,740	183,020	4,293,328
	Valladolid (Yuc)	45,868	10,778	193,462
	Tizimín (Yuc)	44,151	5,391	74,757
	Progreso (Yuc)	35,519	6,682	102,586
	Ticul (Yuc)	31,147	5,001	64,497
	Tekax de Álvaro Obregón (Yuc)	23,524	3,731	38,399
	Hunucmá (Yuc)	22,800	2,486	34,345
	Motul de Carrillo Puerto (Yuc)	21,508	6,405	58,196
	Oxkutzcab (Yuc)	21,341	2,615	21,551
	Peto (Yuc)	18,177	1,731	20,965
	Izamal (Yuc)	15,101	3,089	53,932
	Suma	1,176,876	230,929	4,956,020
10	<i>ZM de Reynosa-Río Bravo</i>			
	ZM de Reynosa-Río Bravo (Tamps)	633,730	145,734	9,029,819
	ZM de Matamoros (Tamps)	462,157	102,608	3,745,175
	Suma	1,095,887	248,342	12,774,995
11	<i>ZM de Chihuahua</i>			
	ZM de Chihuahua (Chih)	784,882	164,820	6,422,100
	Delicias (Chih)	108,187	23,288	630,083
	Cuauhtémoc (Chih)	98,725	19,661	497,840
	Santa Rosalía de Camargo (Chih)	39,149	7,400	148,206
	Suma	1,030,943	215,169	7,698,230
12	<i>ZM de Mexicali</i>			
	ZM de Mexicali	855,962	135,709	5,316,621
	San Luis Río Colorado (Son)	138,796	29,518	778,745
	Suma	994,758	165,227	6,095,366
13	<i>ZM de Aguascalientes</i>			
	ZM de Aguascalientes (Ags)	834,498	164,864	6,020,829
	Pabellón de Arteaga (Ags)	26,797	2,976	53,745
	Rincón de Romos (Ags)	25,815	4,011	103,677
	Encarnación de Díaz (Jal)	22,902	3,519	59,162

Continúa Cuadro 4.A.2...

	<i>Redes de ciudades</i>	<i>Población total 2005</i>	<i>Población ocupada 2003</i>	<i>Valor agregado de la producción 2003</i>
	Calvillo (Ags)	18,271	4,069	51,853
	Suma	928,283	179,439	6,289,265
<i>14</i>	<i>ZM de Villahermosa</i>			
	ZM de Villahermosa (Tab)	644,629	88,240	5,340,065
	Cárdenas (Tab)	83,099	20,418	3,909,830
	Comalcalco (Tab)	43,371	11,538	6,084,317
	Macuspana (Tab)	36,473	8,765	1,231,199
	Paraíso (Tab)	29,114	6,187	14,080,083
	Teapa (Tab)	26,140	3,153	69,558
	Reforma (Tab)	23,446	8,844	11,596,390
	Cunduacán (Tab)	17,423	2,533	40,550
	Suma	903,695	149,678	42,351,992
<i>15</i>	<i>Hermosillo</i>			
	Hermosillo (Son)	641,791	107,481	3,851,766
	ZM de Guaymas (Son)	184,816	31,378	588,052
	Miguel Alemán (La Doce) (Son)	25,738	4,310	154,469
	Suma	852,345	143,169	4,594,287
<i>16</i>	<i>ZM de Tuxtla Gutiérrez</i>			
	ZM de Tuxtla Gutiérrez (Chis)	576,872	76,192	1,551,905
	San Cristóbal de las Casas (Chis)	142,364	19,980	356,103
	Ocozocoautla de Espinosa (Chis)	33,781	4,348	74,461
	Berriozábal (Chis)	23,313	1,859	24,241
	Suma	776,330	102,379	2,006,710
<i>17</i>	<i>Culiacán Rosales</i>			
	Culiacán Rosales (Sin)	605,304	105,625	2,782,507
	Guamúchil (Sin)	61,862	10,827	259,406
	Costa Rica (Sin)	23,164	4,042	106,482
	Lic. Benito Juárez (Campo Gobierno) (Sin)	21,626	3,683	131,638
	Navolato (Sin)	28,676	4,884	174,552
	Suma	740,632	129,061	3,454,585
<i>18</i>	<i>ZM de Cancún</i>			
	ZM de Cancún (QR)	586,288	117,725	3,515,806
	Playa del Carmen (QR)	100,383	28,256	1,071,763
	Suma	686,671	145,981	4,587,569
<i>19</i>	<i>ZM de Minatitlán</i>			
	ZM de Minatitlán (Ver)	330,781	38,790	1,735,618
	ZM de Coatzacoalcos (Ver)	321,182	60,128	3,344,482
	Suma	651,963	98,918	5,080,100

Continúa Cuadro 4.A.2...

	<i>Redes de ciudades</i>	<i>Población total 2005</i>	<i>Población ocupada 2003</i>	<i>Valor agregado de la producción 2003</i>
20	<i>ZM de Xalapa</i>			
	ZM de Xalapa (Ver)	595,043	75,286	1,796,377
	Xico (Ver)	17,231	1,366	9,106
	Suma	612,274	76,652	1,805,483
21	<i>ZM de Oaxaca</i>			
	ZM de Oaxaca (Oax)	543,721	91,661	1,503,651
	Ocotlán de Morelos (Oax)	18,292	2,074	21,051
	Suma	562,013	93,735	1,524,702
22	<i>ZM de Matamoros</i>			
	ZM de Matamoros (Tamps)	462,157	102,608	3,745,175
	Valle Hermoso (Tamps)	47,696	13,857	301,033
	Suma	509,853	116,465	4,046,208
23	<i>Ciudad Obregón</i>			
	Ciudad Obregón (Son)	275,502	46,922	1,676,992
	Navojoa (Son)	103,312	19,967	715,195
	Esperanza (Son)	44,491	7,577	270,819
	Suma	423,305	74,466	2,663,006
24	<i>Celaya</i>			
	Celaya (Gto)	310,413	77,273	2,449,339
	Cortazar (Gto)	57,748	8,597	196,965
	Apaseo el Grande (Gto)	23,925	7,138	187,959
	Suma	392,086	93,008	2,834,264
25	<i>ZM de Coatzacoalcos</i>			
	ZM de Coatzacoalcos (Ver)	321,182	60,128	3,344,482
	Agua Dulce (Ver)	37,987	7,565	1,275,561
	Suma	359,169	67,693	4,620,043
26	<i>Los Mochis</i>			
	Los Mochis (Sin)	231,977	50,774	1,381,616
	Guasave (Sin)	66,793	12,139	285,266
	Juan José Ríos (Sin)	27,748	5,202	125,720
	Gabriel Leyva Solano (Benito Juárez) (Sin)	23,985	4,359	102,437
	Suma	350,503	72,474	1,895,039
27	<i>ZM de Monclova-Frontera</i>			
	ZM de Monclova-Frontera (Coah)	294,191	58,154	2,112,315
	San Buenaventura (Coah)	17,951	2,672	32,310
	Suma	312,142	60,826	2,144,625

Continúa Cuadro 4.A.2...

	<i>Redes de ciudades</i>	<i>Población total 2005</i>	<i>Población ocupada 2003</i>	<i>Valor agregado de la producción 2003</i>
28	<i>ZM de Zacatecas-Guadalupe</i>			
	ZM de Zacatecas-Guadalupe (Zac)	261,422	37,768	735,397
	Víctor Rosales (Zac)	29,626	8,675	897,177
	Suma	291,048	46,443	1,632,574
29	<i>Ensenada</i>			
	Ensenada (BC)	268,716	51,474	1,419,393
	Rodolfo Sánchez T. (Maneadero) (BC)	15,814	3,029	83,532
	Suma	284,530	54,503	1,502,925
30	<i>Heroica Nogales</i>			
	Heroica Nogales (Son)	189,759	47,010	1,403,812
	Heroica Ciudad de Cananea (Son)	31,067	4,976	329,653
	Magdalena de Kino (Son)	23,101	5,321	145,687
	Suma	243,927	57,307	1,879,153
31	<i>Tapachula de Córdova y Ordóñez</i>			
	Tapachula de Córdova y Ordóñez (Chis)	189,991	32,121	671,845
	Huixtla (Chis)	30,407	5,506	126,121
	Suma	220,398	37,627	797,965
32	<i>Playa del Carmen</i>			
	Playa del Carmen (QR)	100,383	28,256	1,071,763
	Cozumel (QR)	71,401	15,671	403,202
	Suma	171,784	43,927	1,474,965
33	<i>Cabo San Lucas</i>			
	Cabo San Lucas (BCS)	87,876	15,313	397,013
	San José del Cabo (BCS)	59,325	10,337	268,023
	Suma	147,201	25,650	665,037
34	<i>Navojoa</i>			
	Navojoa (Son)	103,312	19,967	715,195
	Huatabampo (Son)	29,276	6,475	102,692
	Suma	132,588	26,442	817,887
35	<i>Delicias</i>			
	Delicias (Chih)	108,187	23,288	630,083
	Pedro Meoqui (Chih)	21,306	6,008	116,163
	Suma	129,493	29,296	746,246
36	<i>Cárdenas</i>			
	Cárdenas (Tab)	83,099	20,418	3,909,830
	Huimanguillo (Tab)	26,402	5,981	418,330
	Suma	109,501	26,399	4,328,160

Continúa Cuadro 4.A.2...

	<i>Redes de ciudades</i>	<i>Población total 2005</i>	<i>Población ocupada 2003</i>	<i>Valor agregado de la producción 2003</i>
37	<i>Teziutlán</i>			
	Teziutlán (Pue)	87,292	25,037	325,155
	San Juan Xiutetelco (Pue)	15,099	1,520	20,139
	Suma	102,391	26,557	345,294
38	<i>Comitán de Domínguez</i>			
	Comitán de Domínguez (Chis)	83,571	14,998	194,178
	Las Margaritas (Chis)	17,267	1,813	11,240
	Suma	100,838	16,811	205,418
39	<i>Sabinas</i>			
	Sabinas (Coah)	47,933	11,945	338,841
	Nueva Rosita-Cloete (Coah)	40,616	7,066	199,603
	Suma	88,549	19,011	538,444
40	<i>Ciudad Melchor Múzquiz</i>			
	Ciudad Melchor Múzquiz (Coah)	31,999	6,475	187,515
	Palaú (Coah)	16,133	3,265	94,540
	Suma	48,132	9,740	282,055

Cuadro 4.A.3
Redes de ciudades de México, 2010
(sin la ZMVM)

	<i>Redes de ciudades</i>	<i>Población total 2005</i>	<i>Población ocupada 2003</i>	<i>Valor agregado de la producción 2003</i>
1	<i>ZM de Guadalajara</i>			
	ZM de Guadalajara (Jal)	4,095,853	802,583	27,549,979
	ZM de Monterrey (NL)	3,738,077	832,850	44,095,468
	ZM de León (Gto)	1,425,210	268,540	11,261,512
	ZM de Aguascalientes (Ags)	834,498	164,864	6,020,829
	ZM de Morelia (Mich)	735,624	106,802	5,679,858
	Culiacán Rosales (Sin)	605,304	105,625	2,782,507
	Victoria de Durango (Dgo)	463,830	69,154	1,465,435
	ZM de Tepic (Nay)	379,296	48,263	975,490
	Mazatlán (Sin)	352,471	64,325	1,474,354
	ZM de Puerto Vallarta (Jal)	304,107	60,298	1,162,046
	ZM de Colima-Villa de Álvarez (Col)	294,828	43,164	806,983
	ZM de Zacatecas-Guadalupe (Zac)	261,422	37,768	735,397
	Uruapan (Mich)	243,478	41,076	807,376
	ZM de Zamora-Jacona (Mich)	230,777	31,549	649,680
	ZM de La Piedad-Pénjamo (Gto)	229,289	25,123	581,527
	La Paz (BCS)	189,176	31,193	785,578
	ZM de Ocotlán (Jal)	133,157	20,173	469,423
	Lázaro Cárdenas (Mich)	126,709	24,384	987,306
	ZM de Tecomán (Col)	123,089	15,112	714,916
	Fresnillo (Zac)	115,432	22,582	656,190
	Manzanillo (Col)	110,728	18,706	376,064
	Ciudad Guzmán (Jal)	93,609	14,250	264,927
	Apatzingán de la Constitución (Mich)	93,180	12,780	301,065
	Cabo San Lucas (BCS)	87,876	15,313	397,013
	Tepatitlán de Morelos (Jal)	82,975	17,812	420,917
	Zihuatanejo (Gro)	62,376	18,799	385,959
	Sahuayo de Morelos (Mich)	59,316	9,177	156,249
	Zacapu (Mich)	51,386	9,906	223,886
	Arandas (Jal)	46,099	9,307	224,927
	San Juan de los Lagos (Jal)	43,003	7,504	101,902
	Autlán de Navarro (Jal)	42,112	6,841	112,877
	La Barca-Briseñas (Jal)	40,326	6,095	124,271
	Jerez de García Salinas (Zac)	38,624	5,736	72,369

Continúa Cuadro 4.A.3...

<i>Redes de ciudades</i>	<i>Población total 2005</i>	<i>Población ocupada 2003</i>	<i>Valor agregado de la producción 2003</i>
Ciudad Constitución (BCS)	37,221	6,833	108,321
Ameca (Jal)	35,047	5,055	126,847
Los Reyes de Salgado (Mich)	32,488	4,849	84,714
Tala (Jal)	32,180	3,856	147,654
Zapotlanejo (Jal)	30,162	6,807	93,428
Puruándiro (Mich)	29,144	5,086	65,138
Escuinapa de Hidalgo (Sin)	28,789	3,368	45,049
Nueva Italia de Ruiz (Mich)	28,343	3,664	79,753
Yurécuaro-La Ribera (Mich-Jal)	27,903	5,221	65,991
Sayula (Jal)	27,311	3,131	33,216
Tequila (Jal)	26,809	3,598	265,496
Tuxpan (Jal)	26,134	3,202	93,295
Atotonilco el Alto (Jal)	26,044	5,482	140,007
Tuxpan (Nay)	24,783	3,877	40,188
Jiquilpan de Juárez (Mich)	23,132	3,423	49,201
Ixtlán del Río (Nay)	21,915	2,944	38,252
Teocaltiche (Jal)	21,661	2,544	41,658
Jalostotitlán (Jal)	21,656	2,907	62,273
Zapotiltic (Jal)	21,440	3,173	336,766
Huetamo de Núñez (Mich)	21,302	3,341	41,882
San Miguel el Alto (Jal)	21,080	4,498	146,738
Chapala (Jal)	19,925	5,156	72,116
El Grullo (Jal)	19,364	3,039	30,953
Sombrerete (Zac)	19,353	4,698	114,455
Acaponeta (Nay)	18,066	3,083	57,102
Tamazula de Gordiano (Jal)	17,441	3,121	154,398
Jocotepec (Jal)	17,409	2,440	31,221
Paracho de Verduzco (Mich)	16,816	3,889	33,919
Santiago Ixcuintla (Nay)	16,710	5,365	64,662
Zacoalco de Torres (Jal)	16,228	2,672	45,228
Compostela (Nay)	15,991	6,240	72,651
Jamay (Jalisco)	15,948	1,774	22,681
Ahualulco de Mercado (Jal)	15,427	1,940	18,806
Ario de Rosales (Mich)	15,406	1,862	32,270
Cihuatlán (Jal)	15,392	3,871	59,168
Nochistlán de Mejía (Zac)	15,322	1,842	19,832

Continúa Cuadro 4.A.3...

<i>Redes de ciudades</i>		<i>Población total 2005</i>	<i>Población ocupada 2003</i>	<i>Valor agregado de la producción 2003</i>
Vicente Guerrero (Dgo)		15,150	2,524	35,794
Suma		16,567,729	3,108,029	115,795,401
2	<i>ZM de Puebla-Tlaxcala</i>			
	ZM de Puebla-Tlaxcala	2,470,206	392,514	16,332,230
	ZM de Toluca (EdoMéx)	1,633,052	221,942	11,581,164
	ZM de Acapulco (Gro)	786,830	100,704	2,209,583
	ZM de Veracruz (Ver)	741,234	108,836	4,038,590
	ZM de Xalapa (Ver)	595,043	75,286	1,796,377
	ZM de Oaxaca (Oax)	543,721	91,661	1,503,651
	ZM de Poza Rica (Ver)	481,389	47,029	1,568,210
	ZM de Tlaxcala-Apizaco (Tlax)	457,655	64,897	2,056,581
	ZM de Pachuca (Hgo)	438,692	55,358	1,277,465
	ZM de Orizaba (Ver)	381,086	45,989	2,461,483
	ZM de Minatitlán (Ver)	330,781	38,790	1,735,618
	ZM de Tehuacán (Pue)	279,409	53,025	1,204,285
	ZM de Tulancingo (Hdgo)	204,708	24,593	472,822
	Chilpancingo de los Bravo (Gro)	166,796	21,672	363,732
	Tuxpan (Ver)	100,586	12,309	203,493
	Tuxtepec (Oax)	97,241	17,568	807,920
	Teziutlán (Pue)	87,292	25,037	325,155
	Atlixco (Pue)	86,173	14,169	170,329
	Martínez de la Torre (Ver)	72,765	12,774	307,015
	Huachinango (Pue)	54,753	6,164	65,444
	Acatzingo (Pue)	48,672	5,124	52,010
	Huamantla (Tlax)	47,286	9,356	127,336
	Heroica Ciudad de Huajuapán de León (Oax)	45,321	8,763	151,274
	Tepeapulco-Ciudad Sahagún (Hgo)	42,760	6,730	183,063
	Izúcar de Matamoros (Pue)	41,042	7,609	116,291
	Huejutla de Reyes (Hgo)	39,373	7,107	78,054
	Tecamachalco (Pue)	38,559	6,080	73,623
	Tlapa de Comonfort (Gro)	37,975	4,085	53,767
	Xicotepec de Juárez (Pue)	37,026	6,001	67,908
	Zacatlán (Pue)	33,842	4,546	39,266
	Ixmiquilpan (Hgo)	32,679	5,858	74,044
	Calpulalpan (Tlax)	30,004	4,358	150,874
	Loma Bonita (Oax)	29,783	3,273	27,727

Continúa Cuadro 4.A.3...

<i>Redes de ciudades</i>	<i>Población total 2005</i>	<i>Población ocupada 2003</i>	<i>Valor agregado de la producción 2003</i>
Tepeaca (Pue)	28,337	6,845	98,643
Matías Romero (Oax)	28,210	4,239	51,450
Chilapa de Álvarez (Gro)	27,510	5,976	56,601
Santiago Pinotepa Nacional (Oax)	25,871	3,696	74,383
Apan (Hidalgo)	25,627	3,497	36,806
Ciudad Serdán (Pue)	24,897	3,090	29,982
Isla (Ver)	24,051	2,714	45,718
Tamazunchale (SLP)	21,614	3,089	43,200
Cerro Azul (Ver)	21,408	2,522	22,939
Ometepec (Gro)	20,764	3,339	51,119
Palmarito Tochapán (Pue)	19,215	1,331	6,632
Acajete (Pue)	18,253	2,650	18,714
Zacualtipán (Hgo)	17,540	2,424	36,328
Ciudad de Chignahuapan (Pue)	16,867	2,885	31,399
Heroica Ciudad de Tlaxiaco (Oax)	16,635	2,518	44,079
Chietla (Pue)	16,394	3,253	91,534
Axochiapan (Mor)	16,255	2,488	23,292
Ciudad de Huitzucó (Gro)	16,025	2,670	27,812
San Salvador el Seco (Puebla)	15,914	3,271	22,526
Zacapoaxtla (Pue)	15,905	2,946	44,821
Acatlán de Osorio (Pue)	15,568	3,184	35,378
Suma	10,946,594	1,577,834	52,569,740
<i>3</i>			
<i>ZM de Monterrey</i>			
ZM de Monterrey	3,738,077	832,850	44,095,468
ZM de Juárez (Chih)	1,313,338	332,853	12,631,331
ZM de La Laguna (Torreón)	1,110,890	237,861	7,549,445
ZM de Tampico (Tamps)	803,196	116,215	5,188,177
ZM de Saltillo (Coah)	725,259	133,827	7,553,647
ZM de Reynosa-Río Bravo (Tamps)	633,730	145,734	9,029,819
ZM de Nuevo Laredo (Tamps)	355,827	56,012	1,568,586
ZM de Monclova-Frontera (Coah)	294,191	58,154	2,112,315
Ciudad Victoria (Tamps)	278,455	40,851	940,356
ZM de Piedras Negras (Coah)	169,771	37,327	1,213,161
Ciudad Acuña (Coah)	124,232	46,613	1,017,025
Ciudad Valles (SLP)	116,261	18,776	442,554
Hidalgo del Parral (Chih)	101,147	16,500	375,606

Continúa Cuadro 4.A.3...

	<i>Redes de ciudades</i>	<i>Población total 2005</i>	<i>Población ocupada 2003</i>	<i>Valor agregado de la producción 2003</i>
	Ciudad Mante (Tamps)	81,884	14,650	293,397
	Matehuala (SLP)	70,150	14,814	245,636
	Linares (NL)	56,065	11,583	249,952
	Sabinas (Coah)	47,933	11,945	338,841
	Montemorelos (NL)	38,122	7,760	164,993
	José Mariano Jiménez (Chih)	33,567	5,540	99,558
	Parras de la Fuente (Coah)	33,115	5,909	134,270
	Ciudad Melchor Múzquiz (Coah)	31,999	6,475	187,515
	Ciudad Sabinas Hidalgo (NL)	30,998	5,277	128,071
	San Fernando (Tamps)	29,666	4,028	82,694
	Río Grande (NL)	29,309	4,924	71,919
	Ciudad de Allende (NL)	23,546	4,015	124,234
	Allende (NL)	18,283	3,859	138,296
	Ciudad Miguel Alemán (Tamps)	16,755	3,795	91,394
	Anáhuac (NL)	16,118	2,499	38,907
	Hidalgo (NL)	15,392	978	10,585
	Suma	10,337,276	2,181,624	96,117,753
4	<i>ZM de León</i>			
	ZM de León (Gto)	1,425,210	268,540	11,261,512
	ZM de San Luis Potosí-Soledad de Gra- ciano Sánchez (SLP)	957,753	176,268	6,624,062
	ZM de Querétaro (Qro)	950,828	175,815	7,777,417
	Irapuato (Gto)	354,140	66,929	2,197,787
	ZM de San Francisco del Rincón (Gto)	159,127	25,350	452,609
	Guanajuato (Gto)	101,564	15,474	300,198
	Lagos de Moreno (Jal)	92,716	18,058	662,165
	Dolores Hidalgo Cuna de la Indepen- dencia Nal. (Gto)	54,843	10,043	136,368
	Abasolo (Gto)	25,386	3,795	44,006
	San Felipe (Gto)	24,621	4,294	55,806
	Romita (Gto)	19,157	2,560	22,676
	Suma	4,165,345	767,126	29,534,607
5	<i>ZM de Toluca</i>			
	ZM de Toluca (EdoMéx)	1,633,052	221,942	11,581,164
	ZM de Cuernavaca (Mor)	802,371	130,086	5,617,883
	ZM de Tula (Hgo)	184,691	30,704	3,101,548
	Zitácuaro (Mich)	83,701	14,648	230,849

Continúa Cuadro 4.A.3...

	<i>Redes de ciudades</i>	<i>Población total 2005</i>	<i>Población ocupada 2003</i>	<i>Valor agregado de la producción 2003</i>
	Ciudad Hidalgo (Mich)	57,773	11,955	180,794
	Almoloya del Río-Atizapán-Capulhuac-Tianguistenco (EdoMéx)	52,710	13,463	314,547
	Ixtlahuaca (EdoMéx)	48,508	5,107	99,278
	Tenancingo de Degollado (EdoMéx)	30,047	7,048	98,292
	Ciudad Altamirano-Riva Palacio (Gro)	29,108	8,855	220,824
	Tenango de Arista (EdoMéx)	25,600	6,042	115,715
	Atlacomulco (EdoMéx)	23,339	12,216	929,133
	Valle de Bravo (EdoMéx)	22,166	5,944	84,453
	Tejupilco de Hidalgo (EdoMéx)	22,041	3,599	54,271
	Teloloapan (Gro)	21,592	2,664	31,283
	Xalatlaco-Santiago Tilapa (EdoMéx)	21,459	4,693	111,877
	San Pedro Los Baños (EdoMéx)	21,365	2,249	43,726
	Arcelia (Gro)	17,608	2,590	25,593
	San Agustín Mextepec-San Pedro el Alto (EdoMéx)	16,989	2,322	20,519
	Ixtapan de la Sal (EdoMéx)	15,383	4,070	46,267
	Temascalcingo (EdoMéx)	15,194	3,228	35,659
	Suma	3,144,697	493,425	22,943,674
6	<i>ZM de Juárez</i>			
	ZM de Juárez (Chih)	1,313,338	332,853	12,631,331
	ZM de Chihuahua (Chih)	784,882	164,820	6,422,100
	Hermosillo (Son)	641,791	107,481	3,851,766
	Heroica Nogales (Son)	189,759	47,010	1,403,812
	Agua Prieta (Son)	68,402	12,860	335,659
	Nuevo Casas Grandes (Chih)	50,863	27,734	1,663,093
	Madera (Chih)	15,267	2,282	29,092
	Suma	3,064,302	695,040	26,336,853
7	<i>ZM de Tijuana</i>			
	ZM de Tijuana	1,575,026	317,830	9,728,044
	ZM de Mexicali (BC)	855,962	135,709	5,316,621
	Ensenada (BC)	268,716	51,474	1,419,393
	Puerto Peñasco (Son)	44,647	7,063	224,499
	Loreto (BCS)	22,085	3,247	51,052
	Suma	2,766,436	515,323	16,739,609
8	<i>ZM de Mérida</i>			
	ZM de Mérida	897,740	183,020	4,293,328
	ZM de Cancún (QR)	586,288	117,725	3,515,806
	Campeche (Camp)	211,671	34,746	603,425
	Chetumal (QR)	136,825	21,063	349,439

Continúa Cuadro 4.A.3...

	<i>Redes de ciudades</i>	<i>Población total 2005</i>	<i>Población ocupada 2003</i>	<i>Valor agregado de la producción 2003</i>
	Valladolid (Yuc)	45,868	10,778	193,462
	Tizimín (Yuc)	44,151	5,391	74,757
	Progreso (Yuc)	35,519	6,682	102,586
	Ticul (Yuc)	31,147	5,001	64,497
	Tekax de Álvaro Obregón (Yuc)	23,524	3,731	38,399
	Hunucmá (Yuc)	22,800	2,486	34,345
	Felipe Carrillo Puerto (Yuc)	21,530	2,864	133,473
	Motul de Carrillo Puerto (Yuc)	21,508	6,405	58,196
	Oxkutzcab (Yuc)	21,341	2,615	21,551
	Peto (Yuc)	18,177	1,731	20,965
	Izamal (Yuc)	15,101	3,089	53,932
	Suma	2,133,190	407,327	9,558,163
9	<i>ZM de Villahermosa</i>			
	ZM de Villahermosa	644,629	88,240	5,340,065
	ZM de Tuxtla Gutiérrez (Chis)	576,872	76,192	1,551,905
	Ciudad del Carmen (Camp)	154,197	46,608	59,924,519
	Cárdenas (Tab)	83,099	20,418	3,909,830
	Comalcalco (Tab)	43,371	11,538	6,084,317
	Palenque (Chis)	37,301	5,265	74,326
	Macuspana (Tab)	36,473	8,765	1,231,199
	Tenosique de Pino Suárez (Tab)	31,392	4,207	69,287
	Paraíso (Tab)	29,114	6,187	14,080,083
	Teapa (Tab)	26,140	3,153	69,558
	Reforma (Tab)	23,446	8,844	11,596,390
	Frontera (Tab)	21,810	3,714	74,644
	Cunduacán (Tab)	17,423	2,533	40,550
	Emiliano Zapata (Tab)	16,796	2,979	73,347
	Suma	1,742,063	288,643	104,120,020
10	<i>ZM de Querétaro</i>			
	ZM de Querétaro (Qro)	950,828	175,815	7,777,417
	Celaya (Gto)	310,413	77,273	2,449,339
	San Juan del Río (Qro)	120,984	46,078	1,524,328
	San Miguel de Allende (Gto)	62,034	15,469	258,443
	Acámbaro (Gto)	55,082	9,809	158,380
	San Luis de la Paz (Gto)	50,260	7,385	170,852
	Maravatío de Ocampo (Mich)	32,146	4,841	86,691

Continúa Cuadro 4.A.3...

	<i>Redes de ciudades</i>	<i>Población total 2005</i>	<i>Población ocupada 2003</i>	<i>Valor agregado de la producción 2003</i>
	Apaseo el Alto (Gto)	25,016	4,527	59,445
	Comonfort (Gto)	21,947	3,753	50,692
	San José Iturbide (Gto)	20,082	8,000	308,295
	Suma	1,648,792	352,950	12,843,882
11	<i>ZM de Cuernavaca</i>			
	ZM de Cuernavaca (Mor)	802,371	130,086	5,617,883
	ZM de Cuautla (Mor)	383,010	47,682	1,011,484
	Iguala de la Independencia (Gro)	110,390	19,355	273,669
	Taxco de Alarcón (Gro)	50,415	17,420	200,248
	Zacatepec-Santa Rosa Treinta (Mor)	37,715	7,609	123,387
	Puente de Ixtla (Mor)	20,561	2,369	24,842
	Xoxocotla (Mor)	19,644	2,264	23,734
	Suma	1,424,106	226,785	7,275,245
12	<i>ZM de Tuxtla Gutiérrez</i>			
	ZM de Tuxtla Gutiérrez (Chis)	576,872	76,192	1,551,905
	Tapachula de Córdova y Ordóñez (Chis)	189,991	32,121	671,845
	San Cristóbal de las Casas (Chis)	142,364	19,980	356,103
	Comitán de Domínguez (Chis)	83,571	14,998	194,178
	Cintalapa de Figueroa (Chis)	39,804	3,864	34,524
	Villaflores (Chis)	35,713	7,639	122,469
	Ocosingo (Chis)	35,065	3,831	50,847
	Ocozocoautla de Espinosa (Chis)	33,781	4,348	74,461
	Tonalá (Chis)	31,991	5,289	61,746
	Berriozábal (Chis)	23,313	1,859	24,241
	Arriaga (Chis)	23,143	3,778	47,172
	Yajalón (Chis)	16,301	1,725	21,912
	Pijijiapan (Chis)	15,443	2,038	26,533
	Mapastepec (Chis)	15,302	1,770	36,828
	Suma	1,262,654	179,432	3,274,763
13	<i>ZM de La Laguna</i>			
	ZM de La Laguna (Torreón)	1,110,890	237,861	7,549,445
	San Pedro (Coah)	43,447	8,995	204,441
	Francisco I. Madero (Chávez) (Coah)	30,084	5,388	107,481
	Santiago Papasquiaro (Dgo)	23,560	3,905	163,001
	Suma	1,207,981	256,149	8,024,368

Continúa Cuadro 4.A.3...

	<i>Redes de ciudades</i>	<i>Población total 2005</i>	<i>Población ocupada 2003</i>	<i>Valor agregado de la producción 2003</i>
<i>14</i>	<i>Hermosillo</i>			
	Hermosillo (Son)	641,791	107,481	3,851,766
	Ciudad Obregón (Son)	275,502	46,922	1,676,992
	ZM de Guaymas (Son)	184,816	31,378	588,052
	Heroica Caborca (Son)	52,330	9,133	511,170
	Miguel Alemán (La Doce) (Son)	25,738	4,310	154,469
	Suma	1,180,177	199,224	6,782,449
<i>15</i>	<i>ZM de Reynosa-Río Bravo</i>			
	ZM de Reynosa-Río Bravo (Tamps)	633,730	145,734	9,029,819
	ZM de Matamoros (Tamps)	462,157	102,608	3,745,175
	Suma	1,095,887	248,342	12,774,995
<i>16</i>	<i>ZM de San Luis Potosí-Soledad de Graciano Sánchez</i>			
	ZM de San Luis Potosí-Soledad de Gra- ciano Sánchez (SLP)	957,753	176,268	6,624,062
	ZM de Rioverde-Ciudad Fernández (SLP)	126,997	10,930	158,773
	Suma	1,084,750	187,198	6,782,835
<i>17</i>	<i>ZM de Chihuahua</i>			
	ZM de Chihuahua (Chih)	784,882	164,820	6,422,100
	Delicias	108,187	23,288	630,083
	Cuauhtémoc	98,725	19,661	497,840
	Santa Rosalía de Camargo (Chih)	39,149	7,400	148,206
	Manuel Ojinaga	18,378	2,504	64,553
	Suma	1,049,321	217,673	7,762,783
<i>18</i>	<i>ZM de Mexicali</i>			
	ZM de Mexicali (BC)	855,962	135,709	5,316,621
	San Luis Río Colorado (Son)	138,796	29,518	778,745
	Suma	994,758	165,227	6,095,366
<i>19</i>	<i>Culiacán Rosales</i>			
	Culiacán Rosales (Sin)	605,304	105,625	2,782,507
	Los Mochis (Sin)	231,977	50,774	1,381,616
	Guamúchil (Sin)	61,862	10,827	259,406
	Navolato (Sin)	28,676	4,884	174,552
	Costa Rica (Sin)	23,164	4,042	106,482
	Lic. Benito Juárez (Campo Gobierno) (Sin)	21,626	3,683	131,638
	Suma	972,609	179,835	4,836,201

Continúa Cuadro 4.A.3...

	<i>Redes de ciudades</i>	<i>Población total 2005</i>	<i>Población ocupada 2003</i>	<i>Valor agregado de la producción 2003</i>
20	<i>ZM de Aguascalientes</i>			
	ZM de Aguascalientes (Ags)	834,498	164,864	6,020,829
	Pabellón de Arteaga (Ags)	26,797	2,976	53,745
	Rincón de Romos (Ags)	25,815	4,011	103,677
	Encarnación de Díaz (Jal)	22,902	3,519	59,162
	Ojocaliente (Zac)	18,940	2,805	39,268
	Calvillo (Ags)	18,271	4,069	51,853
	Suma	947,223	182,244	6,328,533
21	<i>ZM de Morelia</i>			
	ZM de Morelia (Mich)	735,624	106,802	5,679,858
	ZM de Moroleón-Uriangato (Gto)	99,828	21,023	308,220
	Pátzcuaro (Mich)	51,124	10,245	111,006
	Tacámbaro de Codallos (Mich)	22,653	4,027	66,990
	Zinapécuaro (Mich)	16,746	3,184	25,223
	Suma	925,975	145,281	6,191,299
22	<i>ZM de Tampico</i>			
	ZM de Tampico (Tamps)	803,196	116,215	5,188,177
	Tantoyuca (Ver)	28,155	2,943	48,100
	Ebano (SLP)	22,105	3,403	52,470
	Naranjos (Ver)	21,831	3,164	30,235
	Suma	875,287	125,725	5,318,982
23	<i>ZM de Veracruz</i>			
	ZM de Veracruz (Ver)	741,234	108,836	4,038,590
	Cosamaloapan-Carlos A. Carrillo (Ver)	46,490	8,280	172,948
	Tierra Blanca (Ver)	44,171	6,393	97,701
	José Cardel-Cabezas (Ver)	24,846	5,542	67,343
	Lerdo de Tejada (Ver)	17,271	2,974	62,138
	Suma	874,012	132,025	4,438,721
24	<i>ZM de Acapulco</i>			
	ZM de Acapulco (Gro)	786,830	100,704	2,209,583
	Atoyac de Álvarez (Gro)	24,057	2,879	30,327
	Tecpan de Galeana (Gro)	19,585	4,662	38,373
	Suma	830,472	108,245	2,278,283
25	<i>ZM de Cancún</i>			
	ZM de Cancún (QR)	586,288	117,725	3,515,806
	Playa del Carmen (QR)	100,383	28,256	1,071,763
	Suma	686,671	145,981	4,587,569

Continúa Cuadro 4.A.3...

	<i>Redes de ciudades</i>	<i>Población total 2005</i>	<i>Población ocupada 2003</i>	<i>Valor agregado de la producción 2003</i>
26	<i>ZM de Orizaba</i>			
	ZM de Orizaba (Ver)	381,086	45,989	2,461,483
	ZM de Córdoba (Ver)	293,768	42,760	1,015,346
	Suma	674,854	88,749	3,476,829
27	<i>ZM de Xalapa</i>			
	ZM de Xalapa (Ver)	595,043	75,286	1,796,377
	Perote (Ver)	34,658	6,494	81,042
	Misantla (Ver)	24,517	3,172	27,977
	Xico (Ver)	17,231	1,366	9,106
	Suma	671,449	86,318	1,914,502
28	<i>ZM de Minatitlán</i>			
	ZM de Minatitlán (Ver)	330,781	38,790	1,735,618
	ZM de Coatzacoalcos (Ver)	321,182	60,128	3,344,482
	Suma	651,963	98,918	5,080,100
29	<i>ZM de Oaxaca</i>			
	ZM de Oaxaca (Oax)	543,721	91,661	1,503,651
	Puerto Escondido-Zicatela (Oax)	28,892	6,492	119,491
	Miahuatlán de Porfirio Díaz (Oax)	18,987	2,863	52,684
	Ocotlán de Morelos (Oax)	18,292	2,074	21,051
	Suma	609,892	103,090	1,696,877
30	<i>ZM de Coatzacoalcos</i>			
	ZM de Coatzacoalcos (Ver)	321,182	60,128	3,344,482
	ZM de Acayucan (Ver)	105,552	10,283	180,090
	San Andrés Tuxtla (Chis)	58,757	8,803	124,132
	Las Choapas (Ver)	40,773	3,905	39,919
	Agua Dulce (Ver)	37,987	7,565	1,275,561
	Suma	564,251	90,684	4,964,185
31	<i>ZM de Poza Rica</i>			
	ZM de Poza Rica (Ver)	481,389	47,029	1,568,210
	Álamo (Ver)	30,010	4,465	88,912
	Suma	511,399	51,494	1,657,122
32	<i>ZM de Matamoros</i>			
	ZM de Matamoros (Tamps)	462,157	102,608	3,745,175
	Valle Hermoso (Tamps)	47,696	13,857	301,033
	Suma	509,853	116,465	4,046,208

Continúa Cuadro 4.A.3...

	<i>Redes de ciudades</i>	<i>Población total 2005</i>	<i>Población ocupada 2003</i>	<i>Valor agregado de la producción 2003</i>
33	<i>Celaya</i>			
	Celaya (Gto)	310,413	77,273	2,449,339
	Cortazar (Gto)	57,748	8,597	196,965
	Juventino Rosas (Gto)	38,143	5,633	57,542
	Salvatierra (Gto)	36,306	8,581	145,182
	Villagrán (Gto)	25,333	7,689	515,987
	Apaseo el Grande (Gto)	23,925	7,138	187,959
	Jaral del Progreso (Gto)	17,795	1,887	19,364
	Suma	509,663	116,798	3,572,339
34	<i>Irapuato</i>			
	Irapuato (Gto)	354,140	66,929	2,197,787
	Salamanca (Gto)	143,838	32,144	1,840,415
	Suma	497,978	99,073	4,038,202
35	<i>Victoria de Durango</i>			
	Victoria de Durango (Dgo)	463,830	69,154	1,465,435
	El Salto (Dgo)	21,793	4,225	51,609
	Suma	485,623	73,379	1,517,044
36	<i>ZM de Pachuca</i>			
	ZM de Pachuca (Hgo)	438,692	55,358	1,277,465
	Actopan (Hgo)	29,345	6,780	82,315
	Suma	468,037	62,138	1,359,780
37	<i>Ciudad Obregón</i>			
	Ciudad Obregón (Son)	275,502	46,922	1,676,992
	Navjoa (Son)	103,312	19,967	715,195
	Esperanza (Son)	44,491	7,577	270,819
	Suma	423,305	74,466	2,663,006
38	<i>Mazatlán</i>			
	Mazatlán (Sin)	352,471	64,325	1,474,354
	El Rosario (Sin)	15,310	2,352	59,713
	Suma	367,781	66,677	1,534,066
39	<i>Los Mochis</i>			
	Los Mochis (Sin)	231,977	50,774	1,381,616
	Guasave (Sin)	66,793	12,139	285,266
	Juan José Ríos (Sin)	27,748	5,202	125,720
	Gabriel Leyva Solano (Benito Juárez) (Sin)	23,985	4,359	102,437
	Suma	350,503	72,474	1,895,039

Continúa Cuadro 4.A.3...

	<i>Redes de ciudades</i>	<i>Población total 2005</i>	<i>Población ocupada 2003</i>	<i>Valor agregado de la producción 2003</i>
40	<i>ZM de Córdoba</i>			
	ZM de Córdoba (Ver)	293,768	42,760	1,015,346
	Huatusco de Chicuellar (Ver)	29,097	4,391	49,504
	Suma	322,865	47,151	1,064,850
41	<i>ZM de Tehuacán</i>			
	ZM de Tehuacán (Pue)	279,409	53,025	1,204,285
	Ajalpan-Altepeixi (Pue)	41,199	6,625	61,642
	Suma	320,608	59,650	1,265,926
42	<i>ZM de Monclova-Frontera (Coah)</i>			
	ZM de Monclova-Frontera (Coah)	294,191	58,154	2,112,315
	San Buenaventura (Coah)	17,951	2,672	32,310
	Suma	312,142	60,826	2,144,625
43	<i>ZM de Zacatecas-Guadalupe</i>			
	ZM de Zacatecas-Guadalupe (Zac)	261,422	37,768	735,397
	Víctor Rosales (Zac)	29,626	8,675	897,177
	Suma	291,048	46,443	1,632,574
44	<i>ZM de Tula</i>			
	ZM de Tula (Hgo)	184,691	30,704	3,101,548
	Tepeji (Hgo)	39,387	19,517	561,386
	Mixquiahuala-Progreso (Hgo)	38,784	5,851	90,255
	Tezontepec (Hgo)	22,078	2,286	13,840
	Suma	284,940	58,358	3,767,029
45	<i>ZM de Ensenada</i>			
	Ensenada (BC)	268,716	51,474	1,419,393
	Rodolfo Sánchez T. (Maneadero) (BC)	15,814	3,029	83,532
	Suma	284,530	54,503	1,502,925
46	<i>Tapachula de Córdoba y Ordóñez</i>			
	Tapachula de Córdoba y Ordóñez (Chis)	189,991	32,121	671,845
	Huixtla (Chis)	30,407	5,506	126,121
	Motuzintla de Mendoza (Chis)	17,501	2,068	31,322
	Frontera Comalapa (Chis)	16,880	2,811	34,124
	Suma	254,779	42,506	863,412
47	<i>Heroica Nogales</i>			
	Heroica Nogales (Son)	189,759	47,010	1,403,812
	Heroica Ciudad de Cananea (Son)	31,067	4,976	329,653
	Magdalena de Kino (Son)	23,101	5,321	145,687
	Suma	243,927	57,307	1,879,153

Continúa Cuadro 4.A.3...

	<i>Redes de ciudades</i>	<i>Población total 2005</i>	<i>Población ocupada 2003</i>	<i>Valor agregado de la producción 2003</i>
48	<i>Campeche</i>			
	Campeche (Camp)	211,671	34,746	603,425
	Champotón (Camp)	27,235	5,615	89,631
	Suma	238,906	40,361	693,056
49	<i>ZM de Tehuantepec</i>			
	ZM de Tehuantepec (Pue)	150,281	21,263	3,865,400
	Juchitán de Zaragoza (Oax)	70,714	10,813	363,349
	Suma	220,995	32,076	4,228,750
50	<i>Chilpancingo de los Bravo</i>			
	Chilpancingo de los Bravo (Gro)	166,796	21,672	363,732
	Zumpango del Río (Gro)	22,322	3,225	28,424
	Tixtla de Guerrero (Gro)	21,720	2,478	17,644
	Suma	210,838	27,375	409,800
51	<i>Salamanca</i>			
	Salamanca (Gto)	143,838	32,144	1,840,415
	Valle de Santiago (Gto)	62,121	7,912	109,697
	Suma	205,959	40,056	1,950,112
52	<i>Ciudad del Carmen</i>			
	Ciudad del Carmen (Camp)	154,197	46,608	59,924,519
	Escárcega (Camp)	27,214	3,401	53,392
	Suma	181,411	50,009	59,977,911
53	<i>Playa del Carmen</i>			
	Playa del Carmen (QR)	100,383	28,256	1,071,763
	Cozumel (QR)	71,401	15,671	403,202
	Suma	171,784	43,927	1,474,965
54	<i>Teziutlán</i>			
	Teziutlán (Pue)	87,292	25,037	325,155
	Tlapacoyan (Ver)	33,151	3,622	21,465
	Altotonga (Ver)	18,076	3,052	22,964
	San Juan Xiutetelco (Pue)	15,099	1,520	20,139
	Suma	153,618	33,231	389,723
55	<i>San Juan del Río</i>			
	San Juan del Río (Qro)	120,984	46,078	1,524,328
	Tequisquiapan (Qro)	26,858	6,389	80,016
	Suma	147,842	52,467	1,604,345

Continúa Cuadro 4.A.3...

	<i>Redes de ciudades</i>	<i>Población total 2005</i>	<i>Población ocupada 2003</i>	<i>Valor agregado de la producción 2003</i>
56	<i>Cabo San Lucas</i>			
	Cabo San Lucas (BCS)	87,876	15,313	397,013
	San José del Cabo (BCS)	59,325	10,337	268,023
	Suma	147,201	25,650	665,037
57	<i>Navojoa</i>			
	Navojoa (Son)	103,312	19,967	715,195
	Huatabampo (Son)	29,276	6,475	102,692
	Suma	132,588	26,442	817,887
58	<i>Delicias</i>			
	Delicias	108,187	23,288	630,083
	Pedro Meoqui (Chih)	21,306	6,008	116,163
	Suma	129,493	29,296	746,246
59	<i>ZM de Moroleón-Uriangato</i>			
	ZM de Moroleón-Uriangato (Gto)	99,828	21,023	308,220
	Yuriria (Gto)	21,708	4,100	44,673
	Suma	121,536	25,123	352,893
60	<i>Comitán de Domínguez</i>			
	Comitán de Domínguez (Chis)	83,571	14,998	194,178
	Las Rosas (Chis)	19,203	1,176	4,940
	Las Margaritas (Chis)	17,267	1,813	11,240
	Suma	120,041	17,987	210,359
61	<i>Tuxtepec</i>			
	Tuxtepec (Oax)	97,241	17,568	807,920
	Tres Valles (Chis)	16,030	3,686	119,717
	Suma	113,271	21,254	927,637
62	<i>Cárdenas</i>			
	Cárdenas (Tab)	83,099	20,418	3,909,830
	Huimanguillo (Tab)	26,402	5,981	418,330
	Suma	109,501	26,399	4,328,160
63	<i>Juchitán de Zaragoza</i>			
	Juchitán de Zaragoza (Oax)	70,714	10,813	363,349
	Ciudad Ixtepec (Oax)	23,700	2,979	46,046
	Suma	94,414	13,792	409,395
64	<i>Sabinas</i>			
	Sabinas (Coah)	47,933	11,945	338,841
	Nueva Rosita-Cloete (Coah)	40,616	7,066	199,603
	Suma	88,549	19,011	538,444

Continúa Cuadro 4.A.3...

	<i>Redes de ciudades</i>	<i>Población total 2005</i>	<i>Población ocupada 2003</i>	<i>Valor agregado de la producción 2003</i>
65	<i>Zihuatanejo</i>			
	Zihuatanejo (Gro)	62,376	18,799	385,959
	Petatlán (Gro)	20,720	3,299	24,758
	Suma	83,096	22,098	410,716
66	<i>Perote</i>			
	Perote (Ver)	34,658	6,494	81,042
	Catemaco (Ver)	26,141	2,882	29,314
	Santiago Tuxtla (Ver)	15,225	1,561	15,416
	Suma	76,024	10,937	125,772
67	<i>Huauchinango</i>			
	Huauchinango (Pue)	54,753	6,164	65,444
	Nuevo Necaxa (Pue)	20,994	1,916	20,729
	Suma	75,747	8,080	86,173
68	<i>Zacatepec-Santa Rosa Treinta</i>			
	Zacatepec-Santa Rosa Treinta (Mor)	37,715	7,609	123,387
	Jojutla-Tlaquiltenango (Mor)	37,269	9,242	108,307
	Suma	74,984	16,851	231,694
69	<i>Ciudad Melchor Múzquiz</i>			
	Ciudad Melchor Múzquiz (Coah)	31,999	6,475	187,515
	Palaú (Coah)	16,133	3,265	94,540
	Suma	48,132	9,740	282,055

Anexo 2
**Cómo instrumentar “paso a paso”
un modelo de interacción espacial
restringido en el origen como el que
se utiliza en este trabajo**



A2.1. Insumos de un modelo de interacción espacial

Insumo 1

Matriz de costos de transporte cada ciudad de origen i y cada ciudad de destino j : (C_{ij})

	H	I	J
A	4	4	4
B	4	4	4
C	4	4	4
D	4	4	4
E	4	4	4
F	4	4	4
G	4	4	4

Insumo 2

Parámetro de la fricción de la distancia (-b)

	Valor del parámetro de la fricción de la distancia
b	2.5

Insumo 3**Atractividad de las ciudades de destino: (W_j)**

H	I	J
40	40	40

Insumo 4**Población consumidora de las ciudades de origen: (O_i)**

A	100
B	100
C	100
D	100
E	100
F	100
G	100

A2.2. Operación del modelo: “paso a paso”**Paso 1****Elevar los costos de transporte al valor del parámetro de la fricción de la distancia: (C_{ij})^b**

	H	I	J
A	32	32	32
B	32	32	32
C	32	32	32
D	32	32	32
E	32	32	32
F	32	32	32
G	32	32	32

Paso 2

Dividir la atractividad de las ciudades de destino (W_j) entre los costos de transporte afectados por la fricción de la distancia (C_{ij})^b, porque el parámetro b es negativo

	H	I	J	$Suma$
A	1.250	1.250	1.250	3.750
B	1.250	1.250	1.250	3.750
C	1.250	1.250	1.250	3.750
D	1.250	1.250	1.250	3.750
E	1.250	1.250	1.250	3.750
F	1.250	1.250	1.250	3.750
G	1.250	1.250	1.250	3.750

Paso 3

Multiplicar la población consumidora de las ciudades de origen O_i por ($W_j/(C_{ij})^b$)

	H	I	J
A	125.000	125.000	125.000
B	125.000	125.000	125.000
C	125.000	125.000	125.000
D	125.000	125.000	125.000
E	125.000	125.000	125.000
F	125.000	125.000	125.000
G	125.000	125.000	125.000

Paso 4

Calcular el factor de balance: (A_i) = $1 / Sumatoria (W_j/C_{ij})^b$

A	0.267
B	0.267
C	0.267
D	0.267
E	0.267
F	0.267
G	0.267

Paso 5

Calcular los flujos entre las ciudades: se multiplica el factor de balance (A_i) por ($O_i W_j / (C_{ij}^b)$), que es el resultado del Paso 3. Para comprobar que los resultados del modelo están correctos, la suma de los flujos que salen de cada ciudad de origen i debe ser igual a su población total inicial (Insumo 4). La suma de los flujos de cada columna es el total de población consumidora que llega a cada ciudad de destino j

	H	I	J	Suma
A	33.333	33.333	33.333	100.0
B	33.333	33.333	33.333	100.0
C	33.333	33.333	33.333	100.0
D	33.333	33.333	33.333	100.0
E	33.333	33.333	33.333	100.0
F	33.333	33.333	33.333	100.0
G	33.333	33.333	33.333	100.0
Suma	233.3	233.3	233.3	700.0

- Para *calibrar el modelo* se ajusta el valor del parámetro $-b$ hasta encontrar el valor que mejor replique los flujos observados.
- Para *simular escenarios*, simplemente se alteran los valores de las variables (O_i , W_j , C_{ij} , $-b$) y se analizan los impactos en la matriz de resultados (Paso 5).

Fuentes consultadas



Bibliografía

Ahuja, Ravindra K., Thomas L. Magnanti y James B. Orlin (1993), *Network Flows: Theory, Algorithms, and Applications*, Nueva York, Prentice Hall.

Alegría, Tito (1989), "La ciudad y los procesos transfronterizos entre México y Estados Unidos", *Frontera Norte*, vol. 1, núm. 2, pp. 53-90.

_____: (1990), "Ciudad y transmigración en la frontera de México con Estados Unidos", *Frontera Norte*, vol. 2, núm. 4, pp. 7-38.

Arias, Rafael (1990), *La delimitación de una megalópolis: el desplazamiento diario de los trabajadores en el área de influencia inmediata de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México*, Zinacantepec, México, El Colegio Mexiquense-Universidad Autónoma del Estado de México-Cámara Nacional de la Industria de la Construcción.

Barabási, Albert-László (2002), *Linked: The New Science of Networks*, Cambridge, Reino Unido, Perseus.

Birkin, Mark, Graham Clarke y Martin P. Clarke (2002), *Retail Geography and Intelligent Network Planning*, Chichester, Reino Unido, Wiley and Sons.

Boix, Rafael (2004), "Redes de ciudades y externalidades", *Investigaciones Regionales*, núm. 4, pp. 5-27.

Bourne, Larry S., Robert Sinclair y Kazimierz Dziewonski (eds.) (1985), *Urbanization and Settlement Systems: International Perspectives*, Oxford, Oxford University Press.

Brenner, Neil y Roger Keil (eds.) (2006), *The Global Cities Reader*, Londres, Routledge.

- Brown, W. Mark y William P. Anderson (2002), "Spatial Markets and the Potential for Economic Integration between Canadian and U.S. Regions", *Papers in Regional Science*, vol. 81, núm. 1, pp. 99-120.
- Burt, James E., Gerald M. Barber y David L. Rigby (2009), *Elementary Statistics for Geographers*, Nueva York, The Guilford Press.
- Cabrero, Enrique (coord.) (2009), *Competitividad de las ciudades en México: la nueva agenda urbana*, México, Secretaría de Relaciones Exteriores-Centro de Investigación y Docencia Económicas.
- Camagni, Roberto (1992), *Economia urbana: Principi e modelli teorici*, Roma, La Nuova Italia Scientifica.
- _____: (1994), "From City Hierarchy to City Network, Reflections about an Emerging Paradigm", en Juan R. Cuadrado-Roura, Peter Nijkamp y Pere Salva (eds.), *Moving Frontiers: Economic Restructuring, Regional Development, and Emerging Networks*, Amsterdam, Holanda, Avebury, pp. 65-87.
- Camagni, Roberto y Carlo Salone (1993), "Network Urban Structures in Northern Italy: Elements for a Theoretical Framework", *Urban Studies*, vol. 30, núm. 6, pp. 1053-1064.
- Carter, Harold (1966), *The Towns of Wales: A Study in Urban Geography*, Cardiff, University of Wales Press.
- _____: (1995), *The Study of Urban Geography*, Londres, Books Britain.
- Casado, José María (2007), *Estructura regional de los mercados laborales locales en México*, tesis de doctorado en Geografía de México, México, Facultad de Filosofía y Letras/UNAM.
- Champion, A. G. (2001), "A Changing Demographic Regime and Evolving Polycentric Urban Regions: Consequences for the Size, Composition and Distribution of City Populations", *Urban Studies*, vol. 38, núm. 4, pp. 657-677.
- Christaller, Walter (1966), *Central Places in Southern Germany*, Nueva Jersey, Englewood Cliff.
- Conapo (Consejo Nacional de Población) (1991), *Sistema de ciudades y distribución espacial de la población en México*, México, Conapo.
- _____: (2010b), *Primer Informe de Ejecución del Programa Nacional de Población 2008-2012*, México, Conapo.
- Coombes, Mike y Simon Raybould (2001), "Public Policy and Population Distribution: Developing Appropriate Indicators of Spatial Settlement Patterns", *Environment and Planning C*, vol. 19, núm. 2, pp. 223-248.
- Dematteis, Giuseppe (1990), "Modelli urbani a rete: Considerazioni preliminari", en Fausto Curti y Lidia Diappi (coords.), *Gerarchie e reti di città: tendenze e politiche*, Milán, Franco Angeli.

- _____: (1991), "Sistemi locali nucleari e sistemi a rete. Un contributo geografico all'interpretazione delle dinamiche urbane", en C. S. Bertuglia y A. La Bella (coords.), *Sistemi Urbani*, Milán, Franco Angeli.
- Emanuel, Cesare (1990), "Polimorfismo di imprese e di territorio: una possibile convergenza disciplinare nell'esame del caso italiano", *Rivista Geografica Italiana*, vol. 1, pp. 13-37.
- Esparza, Adrian X. y Andrew J. Krmenc (2000), "Large City Interaction in the US Urban System", *Urban Studies*, vol. 37, núm. 4, pp. 691-709.
- Fotheringham, A. Stewart (1981), "Spatial Structure and Distance-Decay Parameters", *Annals of the Association of American Geographers*, vol. 71, núm. 3, pp. 425-436.
- _____: (1983a), "A New Set of Spatial-Interaction Models: The Theory of Competing Destinations", *Environment and Planning A*, vol. 15, núm. 1, pp. 15-36.
- _____: (1983b), "Some Theoretical Aspects of Destinations Choice and their Relevance to Production-Constrained Gravity Models", *Environment and Planning A*, vol. 15, núm. 8, pp. 1121-1132.
- _____: (1985), "Spatial Competition and Agglomeration in Urban Modelling", *Environment and Planning A*, vol. 17, núm. 2, pp. 213-230.
- _____: (1986a), "Modelling Hierarchical Destination Choice", *Environment and Planning A*, vol. 18, núm. 3, pp. 401-418.
- _____: (1986b), "Further Discussion on Distance-Deterrence Parameters and the Competing Destinations Model", *Environment and Planning A*, vol. 18, núm. 4, pp. 553-556.
- Fotheringham, A. Stewart y Morton E. O'Kelly (1989), *Spatial Interaction Models: Formulations and Applications*, Dordrecht, Kluwer Academic Publishers.
- Fotheringham, A. Stewart, Chris Brunsdon y Martin Charlton (2000), *Quantitative Geography*, Londres, Sage.
- Fujita, M., P. Krugman y A. Venables (1999), *The Spatial Economy*, Cambridge, Mass., MIT Press.
- Fujita, M. y J.F. Thisse (2002), *The Economics of Agglomeration: Cities, Industrial Location, and Regional Growth*, Cambridge, Reino Unido, Cambridge University Press.
- Garrocho, Carlos (1987), *Análisis del sistema de ciudades de San Luis Potosí*, tesis de maestría, El Colegio de México.
- _____: (1988), *Estructura funcional del sistema de asentamientos del Estado de México*, Toluca, México, El Colegio Mexiquense (Cuadernos de Trabajo 6).
- _____: (1990), "Centralidad y jerarquía en el sistema de asentamientos del Estado de México", *Estudios Territoriales*, vol. 32, pp. 145-162.
- _____: (1992a), *Localización de servicios en la planeación urbana y regional*, México, El Colegio Mexiquense.

- _____: (1992b), "El sistema urbano de México: organización, crecimiento y estructura funcional", *Estudios Territoriales*, vol. 38, pp. 115-137.
- _____: (1995a), "Cambios en la estructura funcional del sistema migratorio mexicano, 1980-1990", en G. Aguilar (coord.), *Desarrollo regional y urbano: tendencias y alternativas*, México, UNAM.
- _____: (1995b), *Análisis socioespacial de los servicios de salud: accesibilidad, utilización y calidad*, México, El Colegio Mexiquense.
- _____: (1996), "Un modelo de simulación de los flujos de migración interna de México: aplicación empírica de un modelo de interacción espacial", *Estudios Demográficos y Urbanos*, vol. 11, núm. 3, pp. 433-476.
- _____: (2004), "Planeación del desarrollo en el estado de San Luis Potosí: una visión desde la práctica cotidiana", en Rafael Tamayo Flores y Fausto Hernández Trillo (coords.), *Descentralización, federalismo y planeación del desarrollo regional en México: ¿cómo y hacia dónde vamos?*, México, Porrúa-Centro de Investigación y Docencia Económicas-Woodrow Wilson International Center-Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey.
- _____: (2005), "Localización, localización, localización: el manejo del espacio en la competencia entre centros comerciales", *Estudios Demográficos y Urbanos*, vol. 20, núm. 3, pp. 449-494.
- _____: (2011), *Población flotante, población en movimiento: conceptos clave y métodos de análisis exitosos*, México, Consejo Nacional de Población-Fondo de Población de las Naciones Unidas-El Colegio Mexiquense (en prensa).
- Garrocho, Carlos y José Antonio Álvarez (2010), "Towards an Explanation of the Location Pattern of a Banking System in the Intrametropolitan Space: A Case Study of Toluca, Mexico", *Growth & Change* (en prensa).
- Garrocho, Carlos, Tania Chávez y José Antonio Álvarez (2003), *La dimensión espacial de la competencia comercial*, México, El Colegio Mexiquense.
- Garrocho, Carlos, Tania Chávez y José Antonio Álvarez (2010), "Calculating Intra-Urban Agglomeration of Economic Units with Planar and Network K-functions: A Comparative Analysis", *Urban Geography* (en revisión).
- _____: (2011), "Patrón espacial de firmas terciarias en el centro tradicional de negocios: del espacio continuo al espacio red", *Economía Mexicana* (en prensa).
- Garza, Gustavo y Jaime Sobrino (2009), *Evolución del sector servicios en ciudades y regiones de México*, México, El Colegio de México.
- GESLP (Gobierno del Estado de San Luis Potosí) (1998), *Definición de las microrregiones para la planeación del estado de San Luis Potosí*, San Luis Potosí, México, Gobierno del Estado de San Luis Potosí.
- Gordon, Ian R. y Philip McCann (2000), "Industrial Clusters: Complexes, Agglomeration and/or Social Networks", *Urban Studies*, núm. 37, pp. 513-532.

- Graizbord, Boris (2008), *Geografía del transporte en el área metropolitana de la Ciudad de México*, México, El Colegio de México.
- Graizbord, Boris y Carlos Garrocho (1987), *Sistemas de ciudades: fundamentos teóricos y operativos*, Zinacantepec, México, El Colegio Mexiquense (Cuadernos de Trabajo 2).
- Haig, Robert Murray (1926), "Toward an Understanding of the Metropolis", *Quarterly Journal of Economics*, vol. 40, núm. 2, pp. 179-208.
- Hotelling, Harold (1929), "Stability in Competition", *Economic Journal*, núm. 39, pp. 41-57.
- Houtum, Henk Van y Arnould Lagendijk (2000), *The Role of Regional Identity in the Construction of Polycentric Urban Regions, The Cases of the Rhur Area and the Basque Country*, ponencia presentada en el 40th Congress of the European Regional Science Association, agosto 29-septiembre 1, Barcelona.
- Johansson, Börje y John M. Quigley (2004), "Agglomeration and Networks in Spatial Economies", *Papers in Regional Science*, vol. 83, pp. 165-176.
- Johansson, Börje y Lars Westin (1994), "Affinities and Frictions of Trade Networks", *Annals of Regional Science*, núm. 28, pp. 243-261.
- Kaplan, David (2008), *Urban Geography*, Chichester, Reino Unido, Wiley.
- Knox, Paul (1994), *Urbanization: An Introduction to Urban Geography*, Nueva Jersey, Prentice Hall.
- Knox, Paul y Peter Taylor (2000), *World Cities in a World-System*, Cambridge, Reino Unido, Cambridge University Press.
- Krugman, Paul (1991), *Geography and Trade*, Cambridge, Mass., MIT Press.
- Lloyd, Peter E. y Peter Dicken (1977), *Location in Space: A Theoretical Approach to Economic Geography*, 2a. ed., Nueva York, Harper and Row.
- Lösch, August (1954), *The Economics of Location*, New Haven, Conn., Yale University Press.
- Lu, Y. y X. Chen (2006), "On the False Alarm of Planar K-function when Analyzing Urban Crime Distributed along Streets", *Social Science Research*, vol. 36, núm. 2, pp. 611-632.
- Moseley, Malcom J. (1979), *Accessibility: The Rural Challenge*, Londres, Methuen.
- Nava, Emelina (2009), *Estructura urbana policéntrica y movilidad: exploraciones en torno a la distancia y el tiempo de desplazamiento en el Área Metropolitana de la Ciudad de México*, tesis de doctorado en Urbanismo, México, Programa de Maestría y Doctorado en Urbanismo/UNAM.
- Nyusten, John y Michael Dacey (1968), "A Graph Theory Interpretations of Nodal Regions", en Brian Berry y Duane F. Marble (eds.), *Spatial Analysis, a Reader in Statistical Geography*, Englewood Cliffs, Nueva Jersey, Prentice Hall.
- Okabe, A. e I. Yamada (2001), "The K-function Method on a Network and its Computational Implementation", *Geographical Analysis*, vol. 33, núm. 3, pp. 271-290.

- O'Sullivan, Arthur (2007), *Urban Economics*, Boston, McGraw-Hill.
- _____: (2009), *Urban Economics*, Nueva York, McGraw-Hill.
- Parr, John (2007), "Spatial Definitions of the City: Four Perspectives", *Urban Studies*, vol. 44, núm. 2, pp. 381-392.
- Pellegrini, Pasquale A. y A. Stewart Fotheringham (2002), "Modelling Spatial Choice: A Review and Synthesis in a Migration Context", *Progress in Human Geography*, vol. 26, núm. 4, pp. 487-510.
- Pindyck, Robert y Daniel Rubinfeld (2008), *Microeconomics*, Nueva York, Prentice Hall.
- Pred, Allan (1977), *City-Systems in Advanced Economies*, Londres, Hutchinson.
- Priemus, Hugo (2006), "De ondernemende gemeente: grondslagen voor decentraal ruimtelijk-economisch beleid", *Building Business*, vol. 8, núm. 4, pp. 44-45.
- Reilly, William John (1931), *The Law of the Retail Gravitation*, Nueva York, edición del autor.
- Rondinelli, Dennis y G. Shabbir Cheema (1988), *Urban Services in Developing Countries: Public and Public Roles in Urban Development*, Londres, MacMillan.
- Rozenblat, Céline y Denise Pumain (2007), "Firm Linkages, Innovation and the Evolution of Urban Systems", en Peter Taylor, Ben Derudder, Pieter Saey y Frank Witlox (eds.), *Cities in Globalization: Practices, Policies and Theories*, Abingdon, Routledge, pp. 130-156.
- Rushton, Gerard (1987), "Selecting the Objective Function in Location-Allocation Analysis", en Avijit Ghosh y Gerard Rushton (eds.), *Spatial Analysis and Location-Allocation Models*, Nueva York, Van Nostrand Reinhold.
- Salingaros, Nikos (2005), *Principles of Urban Structure*, Amsterdam, Techne Press.
- Scott, Allen (1988a), *Metropolis: From the Division of Labour to Urban Form*, Berkeley y Los Angeles, University of California Press.
- _____: (1988b), *New Industrial Spaces*, Londres, Pion Ltd.
- Sedesol (Secretaría de Desarrollo Social) (2009), *Regionalización funcional del sistema urbano nacional*, Documento de Trabajo (mimeo): 27 de julio, México, Coordinación de Asesores, Subsecretaría de Desarrollo Urbano y Ordenación del Territorio.
- Shen, Jianfa (1999), "Modelling Regional Migration in China: Estimation and Decomposition", *Environment and Planning A*, vol. 31, núm. 7, pp. 1223-1238.
- Smith, David (1975), *Patterns in Human Geography*, Nueva York, Penguin Books.
- Sobriño, Luis Jaime (2009), "Estructura locacional del comercio al menudeo en la Ciudad de México", en Gustavo Garza y Jaime Sobriño (coords.), *Evolución del sector servicios en ciudades y regiones de México*, México, El Colegio de México, pp. 775-826.
- Sobriño, Luis Jaime y Carlos Garrocho (1995), *Pobreza, política social y participación ciudadana*, México, El Colegio Mexiquense.

- Taylor, Peter (2001), "Specification of the World City Network", *Geographical Analysis*, vol. 33, núm. 2, pp. 181-194.
- Unikel, Luis, Crescencio Ruiz Chiapetto y Gustavo Garza (1976), *El desarrollo urbano de México*, México, El Colegio de México.
- Van Oort, Frank G., Martin J. Burger y Otto Raspe (2010), "On the Economic Foundation of the Urban Network Paradigm: Spatial Integration, Functional Integration and Economic Complementarities within the Dutch Randstad", *Urban Studies*, vol. 47, núm. 4, pp. 725-748.
- Vartiainen, Perttu (1997), *Urban Networking: An Emerging Idea in Spatial Development Planning*, 37th European Regional Science Association Congress, 26-29 de agosto, Roma, Italia.
- Verduzco Chávez, Basilio (1990), "Centralidad urbana y patrones recientes de localización comercial y de servicios en Tijuana", *Estudios Demográficos y Urbanos*, vol. 5, núm. 2, mayo-agosto.
- Vries De, Jacob J., Peter Nijkamp y Piet Rietveld (2009), "Exponential or Power Distance-Decay for Commuting? An Alternative Specification", *Environment and Planning A*, vol. 41, núm. 2, pp. 461-480.
- Whitelegg, John (1982), *Inequality in Health Care: Problems of Access and Provision*, Lancaster, Reino Unido, Straw Barnes, University of Lancaster.
- Wilson, Alan G. (1970), *Entropy in Urban and Regional Modeling*, Londres Pion.
- _____: (1980), *Geografía y planeamiento urbano y regional*, Barcelona, KOS-TAU.
- _____: (1986), *Store and Shopping Centre Location and Size: A Review of British Research and Practice*, Leeds, School of Geography/University of Leeds.
- _____: (2000), *Complex Spatial Systems*, Chichester, Reino Unido, Wiley and Sons.
- Wilson, Alan G. y Robert John Bennett (1985), *Mathematical Methods in Human Geography and Planning*, Londres, Wiley.
- Wolf, Holger C. (2000), "Intra-National Home Bias in Trade", *The Review of Economics and Statistics*, vol. 82, núm. 4, pp. 555-563.
- Yamada, I. y J.C. Thill (2004), "Comparison of Planar and Network K-functions in Traffic Accident Analysis", *Journal of Transport Geography*, vol. 12, t. 2, pp. 149-158.

Recursos electrónicos

- Abdel-Rahman, Hesham M. y Alex Anas (2003), *Theories of Systems of Cities*, versión revisada de la ponencia presentada en la 49ª North American Meeting of Regional Science Association International, San José, Puerto Rico, Noviembre, 2002, documento pdf disponible en: <<http://www.acsu.buffalo.edu/.../Theories%20of%20Systems%20of%20Cities.pdf>> (consulta: 9/2010).

- Batten, David (1995), "Network Cities: Creative Urban Agglomerations for the 21st Century", *Urban Studies*, vol. 32, núm. 2, pp. 313-237, documento html disponible en: <[http://web.ebscohost.com/ehost/results?vid=5&hid=119&sid=5fb5e2c4-c67b-4718-aaf2-68edfa8294bd%40sessionmgr110&bquery=\(JN+%22Urban+Studies+\(Routledge\)%22+AND+DT+19950301\)&bdata=JmRiPXNpaCZ0eXBIPTEmc2I0ZT-1laG9zdC1saXZl](http://web.ebscohost.com/ehost/results?vid=5&hid=119&sid=5fb5e2c4-c67b-4718-aaf2-68edfa8294bd%40sessionmgr110&bquery=(JN+%22Urban+Studies+(Routledge)%22+AND+DT+19950301)&bdata=JmRiPXNpaCZ0eXBIPTEmc2I0ZT-1laG9zdC1saXZl)> (consulta: 9/2010).
- Boix, Rafael (2003), *Networks of Cities and Growth: Theory, Network Identification and Measurement of the Network Externality*, Florencia, Italia, European Business Module/Universidad de Florencia, documento pdf disponible en: <<http://urban.uab.es/references/2003/03007.pdf>> (consulta: 9/2010).
- Capello, Roberta (2000), "The New City Network Paradigm: Measuring Urban Network Externalities", *Urban Studies*, vol. 37, núm. 11, pp. 1925-1945, documento pdf disponible en: <<http://web.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=6&hid=105&sid=674fae3d-1837-49c7-956d-323699921b5a%40sessionmgr112>> (consulta: 9/2010).
- Casado, José María (2008), "Estudios sobre movilidad cotidiana en México", *Scripta Nova: Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, vol. XII, núm. 273, septiembre, documento htm disponible en: <<http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-273.htm>> (consulta: 12/2008).
- Conapo (Consejo Nacional de Población) (2010a), *Página electrónica institucional*, México, Conapo, disponible en: <http://www.conapo.gob.mx/index.php?searchword=sistema+urbano+nacio&ordering=&searchphrase=all&Itemid=1&option=com_search> (consulta: 11/2010).
- Conapo-INEGI (2003), *Delimitación de zonas metropolitanas*, México, Consejo Nacional de Población, documento pdf disponible en: <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/metodologias/otras/zonas_met.pdf> (consulta: 9/2010).
- Coombes, Michael G. (2006), *Defining Metropolitan Regions (MRs): Coping with Complexity*, París, CURDS-Newcastle University, documento pdf disponible en: <<http://www.oecd.org/dataoecd/50/22/37787576.pdf>> (consulta: 10/2009).
- Disdier, Anne-Célia y Keith Head (2008), "The Puzzling Persistence of the Distance Effect on Bilateral Trade", *The Review of Economics and Statistics*, vol. 90, núm. 1, pp. 37-48, documento pdf disponible en: <<http://strategy.sauder.ubc.ca/head/Papers/meta.pdf>> (consulta: 12/2010).
- Duranton, Gilles y Diego Puga (1999), *Diversity and Specialisation in Cities: Why, where and when does it matter?*, Discussion Paper uab-iae 443.99, Londres-Toronto, London School of Economics-University of Toronto, documento pdf disponible en: <<http://diegopuga.org/papers/divvsspz.pdf>> (consulta: 9/2010).
- Etzo, Ivan (2008), *Internal Migration: A Review of the Literature*, MPRA (Munich Personal RePEc Archive) Paper núm. 8783, documento pdf disponible en: <http://mpra.ub.unimuenchen.de/8783/1/MPRA_paper_8783.pdf> (consulta: 11/2008).
- Florida, Richard, Tim Gulden y Charlotta Mellander (2007), *The Rise of the Mega Region*, Toronto, The Martin Prosperity Institute/University of Toronto, documento pdf disponible en: <http://creativeclass.typepad.com/thecreativityexchange/files/florida_gulden_mellander_megaregions.pdf> (consulta: 12/2010).

- Garrocho, Carlos (2003), "La teoría de interacción espacial como síntesis de las teorías de localización de actividades comerciales y de servicios", *Economía, Sociedad y Territorio*, vol. IV, núm. 14, julio-diciembre, pp. 203-251, documento pdf disponible en: <<http://redalyc.uaemex.mx/pdf/111/11101402.pdf>> (consulta: 9/2010).
- _____: (2006), *Localización de servicios en la planeación urbana y regional: versión actualizada*, México, El Colegio Mexiquense, documento pdf disponible en: <<http://www.cmq.edu.mx/e-book/e-bookCT11079.pdf>> (consulta: 9/2010).
- Garrocho, Carlos, Tania Chávez y José Antonio Álvarez (2002), *La dimensión espacial de la competencia comercial*, Zinacantepec, México, El Colegio Mexiquense, documento html disponible en: <<http://www.cmq.edu.mx/e-book/e-book501289.htm>> (consulta: 9/2010).
- GESLP (Gobierno del Estado de San Luis Potosí) (2001), *Organización micro-regional del Estado de San Luis Potosí*, San Luis Potosí, México, Gobierno del Estado de San Luis Potosí-Secretaría de Planeación del Desarrollo, publicado en Investigaciones Legislativas del H. Congreso del Estado de San Luis Potosí, Ley de Planeación del Estado y Municipios de San Luis Potosí, 2001, documento pdf disponible en: <<http://www.finanzas.slp.gob.mx/secretaria/marco/Ley%20de%20Planeacion%20del%20Edo%20241101.pdf>> (consulta: 9/2010).
- Graham, Daniel J., Stephen Gibbons y Ralf Martin (2009), *Transport Investment and the Distance Decay of Agglomeration Benefits*, Centre for Transport Studies/Imperial College, mimeo, enero, documento pdf disponible en: <<http://personal.lse.ac.uk/reino.unido/gibbons/Papers/Agglomeration%20and%20Distance%20Decay%20Jan%202009.pdf>> (consulta: 12/2010).
- Harding, Alan y Simon Marvin (2006), *City-Regions: Why, where are we now, and how far would we need to travel?*, Londres, Office of the Deputy Prime Minister (A Framework for City-Regions: Working Paper 3), documento pdf disponible en: <<http://www.communities.gov.uk/documents/regeneration/pdf/143858.pdf>> (consulta: 1/2011).
- Imco (Instituto Mexicano para la Competitividad) (2010), *Competitividad urbana 2010: acciones urgentes para las ciudades del futuro*, México, Imco, documento html disponible en: <<http://imco.org.mx/ciudades2010/>> (consulta: 11/2010).
- Irvin, Michael y Holly L. Hughes (1972), "Centrality and the Structure of Urban Interaction: Measures, Concepts and Applications", *Social Forces*, vol. 71, núm.1, pp. 17-51, documento pdf disponible en: <ftp://163.13.201.222/Prof_Wu/SNA/SNA9301170053.pdf> (consulta: 12/2010).
- Itoh, Satoru (1987), "Geographical Studies on the Distance Parameter of Spatial Interaction Model: A Review Article", *Boletín de la Facultad de Educación, Humanidades y Ciencias Sociales*, Universidad de Kanazawa (Kanazawa, Japón), vol. 36, núm. 62, pp. 75-86, documento pdf disponible en: <<http://dspace.lib.kanazawa-u.ac.jp/dspace/bitstream/2297/20473/1/AN00044207-ED-HUSO-36-75.pdf>> (consulta: 12/2010).
- Klaasen, Ina, Remon Rooij y Jeroen van Schaick (2007), *Network Cities: Operationalising a Strong but Confusing Concept*, ponencia presentada en la International Conference on Sustainable Urban Areas, 25-28 de junio, Rotterdam, Holanda, documento pdf disponible en: <http://www.enhr2007rotterdam.nl/documents/W20_paper_Klaasen_Rooij_VanSchaick.pdf> (consulta: 9/2010).

- Krings, Gautier, Francesco Calabrese, Carlo Ratti y Vincent D. Blondel (2009), "Urban Gravity: A Model for Inter-City Telecommunication Flows", *Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment*, Revista electronica, documento pdf disponible en: <<http://www.inma.ucl.ac.be/~blondel/publications/09KCRB.pdf>> (consulta: 1/2010).
- Lee, Sang Il (2001), "A Spatial Statistical Approach to Migration Studies: Exploring the Spatial Heterogeneity in Place-Specific Distance Parameters", *Journal of the Korean Association of Regional Geographers*, vol. 7, núm. 3, pp. 107-120, documento pdf disponible en: <http://www.geoedu.snu.ac.kr/intro/si_lee/SANGIL_LEE_01a_KARG.pdf> (consulta: 12/2010).
- Lucas, Robert E. (1988), "On the Mechanics of Economic Development", *Journal of Monetary Economics*, núm. 22, pp. 3-42, documento pdf disponible en: <<http://www.fordham.edu/economics/mcleod/LucasMechanicsEconomicGrowth.pdf>> (consulta: 9/2010).
- Marvin, Simon, Alan Harding y Brian Robson (2006a), *City-Regions: Policy and Practice: Lessons from France, Germany and the Netherlands*, Londres, Office of the Deputy Prime Minister (A Framework for City-Regions: Working Paper 2), documento pdf disponible en: <<http://www.communities.gov.uk/documents/regeneration/pdf/144443.pdf>> (consulta: enero/2011).
- _____: (2006b), *The Role of City-Regions in Regional Economic Development Policy*, Londres, Office of the Deputy Prime Minister (A Framework for City-Regions: Working Paper 4), documento pdf disponible en: <<http://www.communities.gov.Reino Unido/documents/regeneration/pdf/143954.pdf>> (consulta: 1/2011).
- Neal, Zachary P. (2010), "From Central Places to Network Bases: A Transition in the U.S. Urban Hierarchy, 1900–2000", *City & Community*, doi: 10.1111/j.1540-6040.2010.01340.x, documento pdf disponible en: <<http://news.msu.edu/media/documents/2010/08/c6b1292d-20e3-4fb7-8bef-2a57bccd08d8.pdf>> (consulta: 9/2010).
- Nyusten, John D. y Michael Dacey (1961), "A Graph Theory Interpretation of Nodal Regions", *The Regional Science Association, Papers and Proceedings*, vol. 7, pp. 29-42, documento pdf disponible en: <http://deepblue.lib.umich.edu/bitstream/am/2027.42/45977/1/10110_2005_Article_BF01969070.pdf> (consulta: 9/2010).
- Ortúzar, Juan de Dios y Luis G. Willumsen (2008), *Modelos de transporte*, Santander, Universidad de Cantabria, documento disponible en: <<http://books.google.com/cu/books?id=T5ghp12eCGQC&printsec=frontcover&hl=en#v=onepage&q&f=false>> (consulta: 3/2011).
- Ramírez, Blanca y José Tapia (2000), "Tendencia regional de crecimiento urbano: el caso del Bajío", *Sociológica*, vol. 15, núm. 42, pp. 91-113, documento pdf disponible en: <<http://www.revistasociologica.com.mx/pdf/4205.pdf>> (consulta: 9/2010).
- Robson, Brian, Robert Barr, Michael Coombes, Kitty Lympelopoulou y James Rees (2006), *Mapping City-Regions*, Londres, Office of the Deputy Prime Minister (A Framework for City-Regions: Working Paper 1), documento pdf disponible en: <<http://www.communities.gov.Reino Unido/documents/regeneration/pdf/143855.pdf>> (consulta: 1/2011).

- Sassen, Saskia (1998), "Ciudades en la economía global: enfoques teóricos y metodológicos", *EURE*, vol. 24, núm. 71, pp. 5-25, documento pdf disponible en: <<http://redalyc.uaemex.mx/pdf/196/19607101.pdf>> (consulta: 9/2010).
- Scott, Allen (2006), "Globalization and the Rise of City-Regions", en Neil Brenner y Roger Keil (eds.), *The Global Cities Reader*, Londres, Routledge, documento pdf disponible en: <<http://www2.ucsc.edu/globalinterns/cpapers/scott.pdf>> (consulta: 9/2010).
- SCT (Secretaría de Comunicaciones y Transportes) (2010a), Documento de la administración 2001-2006 disponible en: <<http://www.sct.gob.mx/estadistica-y-cartografia/documentos-del-sector-comunicaciones-y-transportes-2001-2006/>> (consulta: 9/2010).
- _____: (2010b), *Traza tu Ruta*, México, Secretaría de Comunicaciones y Transportes, aplicación disponible en: <http://aplicaciones4.sct.gob.mx/sibuac_internet/ControllerUI?action=cmdEscogeRuta> (consulta: 9/2010 y 3/2011).
- Serrano, José María (2000), "Redes urbanas y sistemas de ciudades de Alemania. Algunas precisiones cara al siglo XXI", *Papeles de Geografía*, núm. 31, pp. 115-135, documento pdf disponible en: <<http://www.um.es/dp-geografia/papeles/n31/08%20Redes%20urbanas%20115-135.pdf>> (consulta: 10/2010).
- Sobrinho, Jaime (2003), "Zonas metropolitanas en México en 2000: conformación territorial y movilidad de la población ocupada (parte A)", *Estudios Demográficos y Urbanos*, núm. 54, septiembre-diciembre, pp. 461-507, documento pdf disponible en: <<http://redalyc.uaemex.mx/pdf/312/31205402.pdf>> y <<http://www.jstor.org/pss/40315162>> (consulta: 11/2008).
- Sobrinho, Luis Jaime (2002), "Competitividad y ventajas competitivas: revisión teórica y ejercicio de aplicación a treinta ciudades de México", *Estudios Demográficos y Urbanos*, núm. 50, mayo-agosto, pp. 311-361, documento pdf disponible en: <<http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=31205003>> (consulta: 9/2010).
- SS (Secretaría de Salud) (2010), *Acuerdo Nacional para la Salud Alimentaria: estrategia contra el sobrepeso y la obesidad*, México, Secretaría de Salud, documento pdf disponible en: <http://portal.salud.gob.mx/descargas/pdf/ANSA_acuerdo_original.pdf> (consulta: 9/2010).
- Statistics Canada (2007), *2006 Census Dictionary*, Statistics Canada Catalogue núm. 92-566-XWE, Ottawa, febrero 14, documento html disponible en: <<http://www12.statcan.ca/english/census06/reference/dictionary/index.cfm>> (consulta: 12/2009).
- Taylor, Peter J. y Robert E. Lang (2005), *U.S. Cities in the 'World City Network'*, Washington, D.C., Metropolitan Policy Program/The Brookings Institution (Survey Series, February), pp. 1-16, documento pdf disponible en: <http://www.brookings.edu/~media/Files/rc/reports/2005/02cities_taylor/20050222_worldcities.pdf> (consulta: 9/2010).
- Trullén, Joan y Rafael Boix (2005), *Knowledge, Networks of Cities and Growth in Regional Urban Systems*, Barcelona, Departamento de Economía Aplicada/Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales/Universidad de Barcelona (Documento de Trabajo 05-04), documento pdf disponible en: <<http://www.insme.org/documents/Knowledge,%20networks%20of%20cities%20and%20growth.pdf>> (consulta: 12/2010).

UN (United Nations) (1996), *United Nations Human Development Report*, Washington D.C., United Nations Development Program, documento pdf disponible en: <http://hdr.undp.org/en/media/hdr_1996_en_contents.pdf> (consulta: 9/2010).

_____: (2007), *United Nations Human Development Report 2007/2008 Report*, Nueva York, United Nations Development Program, documento pdf disponible en: <http://hdr.undp.org/en/media/HDR_20072008_EN_Complete.pdf> (consulta: 9/2010).

Westlund, Hans (1999), "An Interaction-Cost Perspective on Networks and Territory", *The Annals of Regional Science*, vol. 33, febrero, pp. 93-121, documento html disponible en: <http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=150670> (consulta: 9/2010).

Yongwan, Chun, M. A. (2007), *Behavioral Specifications of Network Autocorrelation in Migration Modeling: An Analysis of Migration Flows by Spatial Filtering*, tesis de doctorado en Geografía, The Ohio State University, Columbus, Ohio, documento pdf disponible en: <<http://etd.ohiolink.edu/send-pdf.cgi/Chun%20Yongwan.pdf?osu1187188476>> (consulta: 12/2010).

Estructura funcional de la red de ciudades de México, se terminó de imprimir en el mes de abril de 2012 en los talleres de Cigome, S.A. de C.V., ubicados en Vialidad Alfredo del Mazo núm. 1524, Col. Ex hacienda La Magdalena, Toluca 50010, México, tel. (722) 237 27 57; fax (722) 237 78 81.

La presente edición, sobre papel cultural de 90 g para los interiores y cartulina sulfatada de 12 pts. para el forro, constó de 500 ejemplares más sobrantes para reposición.