

## Localización, localización y localización: el manejo del espacio en la competencia entre centros comerciales\*

**Carlos Garrocho\*\***

*En este texto de geografía comercial se presenta el diseño y la aplicación de un sistema fácil de usar e interactivo que apoya la toma de decisiones locacionales de las unidades comerciales que desean establecerse en grandes zonas urbanas. El sistema, llamado Sadelcom (Sistema Automatizado para Apoyar el Diseño de Estrategias Locacionales de Unidades Comerciales), se basa en un modelo de interacción espacial que permite generar diversos escenarios de planeación comercial. Acepta como insumos archivos electrónicos de diversos tipos, incluidos los que produce el INEGI; está integrado de manera transparente a un sistema de información geográfica, lo que facilita el cálculo de diversos insumos y la multiplicidad de sus salidas tabulares, gráficas y cartográficas; y es extremadamente rápido en su operación y en la generación de resultados. Sadelcom se puso a prueba en el contexto de la Zona Metropolitana de Toluca, y para ilustrar su potencial se generaron tres escenarios de planeación altamente complejos. Los resultados de las pruebas han sido muy alentadores, como se demuestra en el cuerpo del artículo, pero además generaron innumerables preguntas y complejas tareas de investigación, lo cual se advierte en la agenda incluida al final del trabajo.*

Palabras clave: geografía comercial, localización de centros comerciales, sistemas automatizados para la toma de decisiones, modelos de interacción espacial.

Fecha de recepción: 27 de febrero de 2004.

Fecha de aceptación: 29 de septiembre de 2004.

Location, Location, Location: Spatial Management in the Competition between Commercial Centers.

*This text on commercial geography presents the design and application of an interactive, user-friendly system that supports the decisions on locations made by commercial units wishing to set up business in large urban areas. The system, known as Sadelcom (Automated System for Supporting the Design of Location Strategies for Commercial Units) is based on a spatial interaction model that enables various commercial planning scenarios to be generated. It accepts several kinds of electronic archives as input, including those produced by INEGI. It is transparently integrated into a system of geographic infor-*

\* En este trabajo Tania Chávez y José Antonio Álvarez aportaron todo su talento en materia de programación y de manejo de sistemas de información geográfica. Ambos trabajan en El Colegio Mexiquense.

\*\* Profesor investigador de El Colegio Mexiquense. Correo electrónico: cgarrocho@cmq.edu.mx.

*mation, which facilitates the calculation of various inputs and the multiplicity of its tabular, graphic and cartographic results. It is extremely quick to use and produces rapid results. Sadelcom was tested in the context of the Toluca Metropolitan Area and to illustrate its potential, three highly complex planning scenarios were generated. The results of the tests have been extremely encouraging, as shown in the body of the article, as well as generating countless questions and complex research tasks, as noted in the agenda included at the end of the article.*

Key words: commercial geography, location of commercial centers, automated systems for decision-making and spatial interaction models.

## **Introducción**

Una de las decisiones más difíciles que deben tomar los inversionistas comerciales es resolver dónde localizar sus negocios. La respuesta puede determinar el destino de su inversión, de su trabajo, de los empleos que generan y de sus sueños empresariales, ya que de ella depende, en gran medida, la capacidad de las unidades de negocios para competir exitosamente por el mercado (Salvaneschi, 2002).

La mayoría de las veces las decisiones locacionales de las firmas comerciales se basan en el conocimiento práctico y en la intuición del empresario. Sin embargo, conforme aumentan la inversión y la escala de los negocios se incrementan también los riesgos y los costos de tomar decisiones locacionales equivocadas. La pura intuición –como fundamento de la estrategia locacional de la empresa– deja de ser satisfactoria para los inversionistas, por lo que se requieren métodos sistemáticos que permitan identificar la localización más ventajosa para un negocio determinado en mercados altamente competitivos (England, 2000).

Sin embargo, pese a la relevancia que tiene la toma de decisiones locacionales para el desempeño empresarial, el sector académico le ha dedicado muy poca atención.<sup>1</sup> Tan poca ha sido que no exageramos al afirmar que el presente artículo –orientado a apoyar el logro de una mayor eficiencia en el despliegue espacial de activos empresariales– constituye una de las pocas contribuciones originales a la geografía comercial en México.

Así, con el fin de apoyar la toma de decisiones locacionales de los analistas comerciales, en este texto se presenta un instrumento *amiga-*

<sup>1</sup> Sobre todo si tomamos como punto de referencia la atención que el sector académico le otorga a las tres áreas más importantes del análisis locacional, a saber: la localización industrial, la localización residencial y la localización de servicios públicos.

*ble* (fácil de usar), *interactivo* (para aprovechar el conocimiento y la intuición del empresario), y que generará información *estratégica georreferenciada*, pues funciona en el entorno operativo de un sistema de información geográfica. Este instrumento es un sistema de cómputo al que hemos llamado Sadelcom: Sistema Automatizado para apoyar el Diseño de Estrategias Locacionales de Unidades Comerciales. En la perspectiva de la geografía comercial se considera desde hace tiempo que la generación de herramientas como Sadelcom es uno de los retos de investigación más relevantes que se pueden enfrentar (Ghosh y McLafferty, 1987; Jones y Simmons, 1990; Buckner, 1998; Birkin, Clarke y Clarke, 2002).

Al diseñar Sadelcom se requirió un gran esfuerzo conceptual para sintetizar coherentemente las teorías disponibles sobre localización comercial (Garrocho, 2004), y mucho trabajo de programación en varios lenguajes de computación para traducir en una herramienta práctica todo el andamiaje de teorías y conceptos locacionales de naturaleza abstracta (Garrocho, Chávez y Álvarez, 2003). Pero el resultado valió la pena: Sadelcom es fácil de usar y acepta como insumos archivos diversos (incluidos los que produce el INEGI, que es la principal fuente de información cartográfica y estadística en México); está integrado de manera *transparente* a un sistema de información geográfica (lo que facilita el cálculo de diversos insumos, como la distancia entre los orígenes de los consumidores y las unidades comerciales, y agiliza la exploración de la dimensión espacial de los mercados); es extremadamente rápido en su operación y generación de resultados; tiene numerosas *utilerías*, o instrumentos que facilitan todos los cálculos que requiere la simulación de flujos de clientes en el espacio intraurbano (algunos de los cálculos son complejos y muy laboriosos, como los que se requieren en los procesos de calibración) y funciona en equipos de cómputo convencionales.

Sin embargo, una vez terminado el diseño y la construcción de Sadelcom, era necesario *ponerlo a prueba* con el fin de evaluar su capacidad y utilidad para apoyar el diseño de estrategias locacionales en el mundo real, no sólo para firmas *unicelulares* (que tienen una sola unidad comercial), sino para otras más complejas que funcionan como *cadena*. Por ello en este artículo se presenta la aplicación de Sadelcom en el diseño de la estrategia locacional de una firma comercial hipotética, en un escenario real de gran complejidad.

El diseño y la construcción de Sadelcom se derivan de la teoría de interacción espacial, y permiten simular los flujos de compradores a

diversas unidades comerciales de gran escala localizadas en puntos específicos del territorio. Una vez calibrado el modelo para una situación inicial, se pueden evaluar diversas ubicaciones para una nueva unidad comercial y estimar el flujo de compradores que recibiría en cada área potencial, con el fin de elegir la más ventajosa para la nueva unidad o para la firma en su conjunto (si se trata de una empresa que cuenta con varias unidades comerciales en el mismo mercado); o simular diversos cambios que afecten la competencia comercial (por ejemplo la entrada de nuevos competidores o la expansión de algunas unidades comerciales), con el fin de anticipar los efectos y ajustar la estrategia locacional.

Este texto persigue cuatro propósitos centrales: *i*) probar la capacidad del modelo en su versión automatizada para enfrentar problemas complejos de grandes dimensiones, *ii*) ilustrar sus posibilidades analíticas, *iii*) identificar sus áreas de oportunidad, y *iv*) perfilar una agenda de investigación que abra nuevos senderos para el avance de la geografía comercial en México. De tales objetivos se infiere que este trabajo busca sumarse a la tarea de la geografía comercial de darle sentido práctico a la teoría, y contenido teórico a la investigación práctica, con la intención de resolver complejos problemas locacionales en el *mundo real*.

Para cumplir los objetivos, primero se presenta la descripción del espacio de aplicación (la zona metropolitana de Toluca: su evolución urbana reciente y la distribución espacial del mercado y de la competencia); luego se describe el modelo espacial utilizado para simular la competencia comercial, que es el elemento central de Sadelcom,<sup>2</sup> y posteriormente se examinan las premisas del análisis locacional que se realiza con el apoyo de Sadelcom, así como sus insumos y el método de calibración. Una vez establecido el contexto de la aplicación de este sistema automatizado (el área urbana de aplicación, el análisis del modelo, y las premisas del análisis), se procede a probar su utilidad para simular escenarios complejos de competencia comercial y su capacidad para generar información estratégica que facilite a una firma hipotética tomar decisiones locacionales. Se simulan tres escenarios y se ilustran ampliamente las posibilidades de Sadelcom como instrumento de pla-

<sup>2</sup> Se trata de un modelo de interacción espacial de producción condicionada –ampliamente conocido en la literatura especializada– llamado de “destinos en competencia”, cuya particularidad en este trabajo radica en que no sólo está automatizado de manera amigable, sino que funciona de forma transparente en un sistema de información geográfica, lo que agiliza su uso y abre mayores posibilidades para la presentación de los resultados (genera salidas tabulares, gráficas y cartográficas).

neación locacional. Finalmente se exponen las principales conclusiones del ejercicio y, a partir de las fuerzas y debilidades de este sistema automatizado, se presenta una agenda de investigación que permita avanzar en el análisis locacional de las unidades comerciales en general, y en el mejor funcionamiento de Sadelcom en lo particular.

Se puede adelantar que los resultados de la prueba del sistema fueron muy alentadores, como se demuestra en el cuerpo del artículo. No sólo fue capaz de generar información clave para tomar decisiones locacionales en un mercado complejo de gran escala, sino que lo hizo con gran rapidez. Más aún, mostró que sus posibilidades operativas y de aplicación son tan versátiles como numerosas. De cualquier manera, Sadelcom no resuelve problemas locacionales; es una simple herramienta generadora de información estratégica para apoyar a quien busque una óptima ubicación de su empresa, lo que en sí mismo no es cosa menor. El ejercicio de elaboración del sistema ha rendido buenos resultados, pero quizá ha sido todavía más fructífero al generar interesantes preguntas y suscitar complejas tareas de investigación, como se demuestra en la agenda que se presenta al final del artículo.

### **El campo de la batalla comercial: la ciudad y el mercado**

#### *El entorno urbano: la Zona Metropolitana de Toluca*

Normativamente la Zona Metropolitana de Toluca (ZMT) está conformada por siete municipios,<sup>3</sup> aunque en sólo tres (Toluca, Metepec y Zinacantepec) se concentra más de 85% de la población. La ZMT ha experimentado un rápido crecimiento demográfico durante los últimos años, con una tasa de crecimiento anual de 3.6% entre 1980 y 2000, lo cual la convierte en una de las 10 ciudades más grandes del país, con una población cercana al millón de habitantes. El mercado potencial que ofrece Toluca a los grandes centros comerciales en el año 2004 es de alrededor de 415 000 personas.<sup>4</sup>

Las actividades predominantes en la ZMT son de carácter industrial, y se ubican principalmente al noreste del municipio de Toluca. Pero las actividades comerciales y de servicios, que son también importantes, le dan a la zona su carácter de centro articulador regional. Esto signi-

<sup>3</sup> Lerma, Metepec, Ocoyoacac, San Mateo Atenco, Toluca, Xonacatlán y Zinacantepec.

<sup>4</sup> La población ocupada que gana cinco salarios mínimos o más al mes, junto con sus dependientes.

fica que el mercado potencial regional al que podría acceder un centro comercial localizado en la ZMT sobrepasaría 500 000 personas.

El crecimiento reciente de la zona ha generado una estructura urbana polinuclear que contrasta con la ciudad monocéntrica de fines de los años setenta y principios de los ochenta. En este sentido, el Plan Regional Metropolitano de Toluca (PRMT) es consistente con dicha tendencia, ya que propone incentivar el surgimiento de centros de comercio y servicios accesibles a toda la población. En otras palabras, no regula de manera rígida la localización de establecimientos comerciales, sino que les permite situarse en donde maximicen su cercanía al mercado local. Esta política —que podríamos llamar de *libre localización de centros de comercio y servicios*— genera amplias posibilidades locacionales para las grandes unidades comerciales que decidan localizarse en la Zona Metropolitana de Toluca.

El proceso de metropolización de Toluca ha sido acelerado; inicialmente siguió una tendencia de crecimiento radial sobre las principales vialidades para luego, en una segunda etapa, adoptar un modelo de crecimiento expansivo que, durante los últimos años de la década de los ochenta y a lo largo de los noventa, avanzó más rápidamente hacia el sur y el este de la ZMT. De aquí podría desprenderse que esta parte de la zona metropolitana ofrece mayores ventajas de localización, pero el PRMT plantea que el crecimiento metropolitano:

Deberá darse en las zonas en las cuales la dotación de servicios públicos es más económica y accesible, en lo particular el abastecimiento de agua potable. Esta situación evidencia las ventajas de las tierras ubicadas al norte de la ciudad, lo que además ayudará a preservar las áreas agrícolas al sur de la ZMT.

Se trata, pues, de una política de *orientación del crecimiento metropolitano* que trata de prevenir problemas de sustentabilidad. De acuerdo con el PRMT, no es suficiente dirigir el crecimiento metropolitano hacia el norte, sino que es necesario además “disminuir drásticamente las densidades habitacionales de los nuevos desarrollos de vivienda”.

Las tres políticas mencionadas (de libre localización comercial, de orientación del crecimiento urbano y de *ajuste a la densidad de población*) son particularmente relevantes como insumos para la planeación locacional de grandes unidades comerciales que pretendan acceder al mercado de la ZMT.<sup>5</sup>

<sup>5</sup> El PRMT plantea también diversas recomendaciones relacionadas con el sistema

Las fotografías aéreas y los recorridos por la ZMT muestran que, en efecto, en los últimos cuatro o cinco años la ciudad ha crecido predominantemente hacia el norte –como lo prevé el PRMT–, pero también resulta evidente que ha crecido notablemente en las demás direcciones,<sup>6</sup> por lo cual es razonable que las firmas comerciales no reduzcan el universo de opciones de localización a una zona específica de la ciudad.<sup>7</sup>

### *Distribución espacial de la demanda y de la competencia*

La distribución espacial de la demanda de grandes centros comerciales en la ciudad es heterogénea, con cierto predominio hacia el norte y este de la ZMT (mapa 1). Esta distribución espacial del mercado indica cuáles son las áreas más prometedoras para comenzar la búsqueda de predios adecuados para ubicar la nueva unidad comercial (las zonas en negro y gris en el mapa 1).

En cuanto a la competencia, la imagen de los grandes centros comerciales de la ZMT es muy similar. Las decoraciones son parecidas y son semejantes la variedad y la calidad de los productos. Sin embargo cabe mencionar que las diferencias en tamaño y en precios son significativas, lo cual es muy relevante dado que el nivel de precios es el factor que más influye en los consumidores mexicanos para elegir *en dónde comprar* (FMI, 1996). Así, los datos de la Procuraduría Federal del Consumidor muestran que la firma con precios más bajos en la ZMT es Wal-Mart, y la que ofrece precios más elevados es Super Kompras. La diferencia entre estos extremos es de casi 20 por ciento.<sup>8</sup>

---

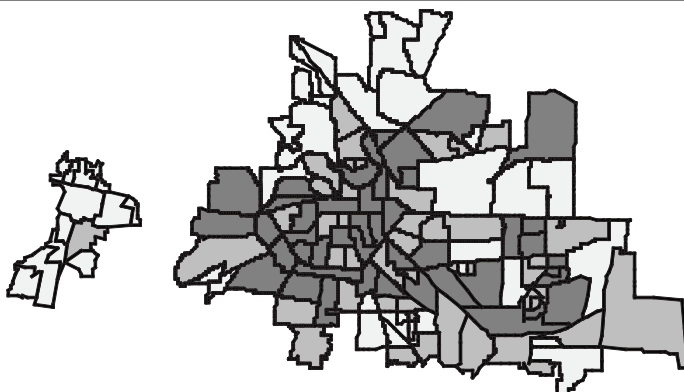
vial, pero son demasiado puntuales para incorporarse a nuestro sistema. El problema principal para incorporar a Sadelcom información sobre el tráfico y de la red vial no es de carácter operativo, pues cualquier programa de transporte la puede manejar, sino de disponibilidad de información. La mayoría de las ciudades mexicanas carecen de información detallada de tráfico vehicular a lo largo de la estructura vial.

<sup>6</sup> En México, la ZMT fue una de las de más rápido crecimiento en la década de los noventa.

<sup>7</sup> Para fines operativos se definió geográficamente la ZMT a partir de la delimitación cartográfica que hace el INEGI (1993), incluyendo la zonificación interna por AGEB. Esto tiene la ventaja de facilitar la generación de archivos cartográficos y de datos georreferenciados, listos para usarse en Sadelcom. En la ZMT no existe otra fuente de información de carácter intraurbano más confiable que la producida por el INEGI.

<sup>8</sup> Se sumaron los precios de 80 productos para cada unidad comercial; luego se dividió el total de cada unidad comercial entre el total de la unidad comercial que registró la suma más baja. Así, el índice de precios de la unidad que tuvo los precios más bajos fue igual a 1.0, y los de las demás fueron superiores.

## MAPA 1

Clientes potenciales de *Plux*

NOTA: Los tonos de gris representan la concentración espacial de la demanda.

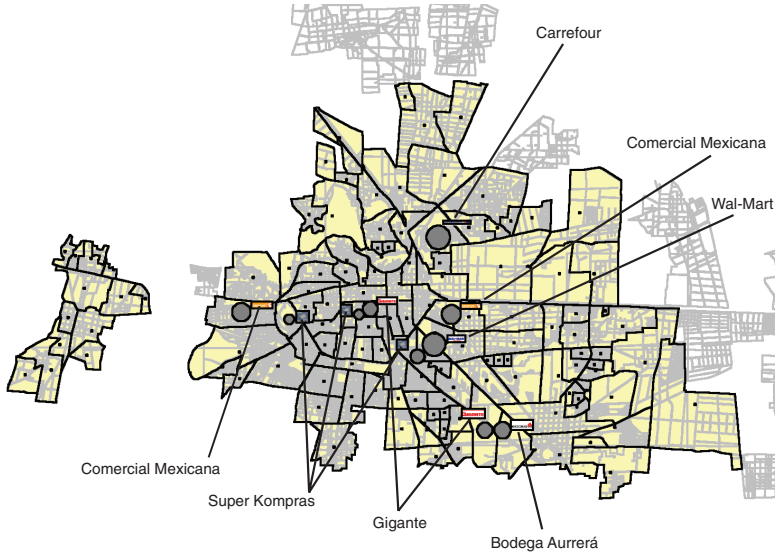
En cuanto a su distribución espacial, la competencia tiene un sesgo hacia el oeste de la ZMT, quizá porque es la parte más antigua y consolidada de la ciudad. Esto abre oportunidades de localización al norte, este y sur. Cabe mencionar que existen dos agrupamientos importantes de unidades comerciales. En el centro de la ZMT hay uno compuesto por Comercial Mexicana (unidad Tollocan), Wal-Mart y Super Kompras (unidad Terminal de Autobuses); el otro se localiza al sur y lo integran Gigante (unidad Plaza de las Américas) y Aurrerá. La competencia entre estas dos unidades es particularmente intensa.

Examinando el tamaño se advierte que son diversas las dimensiones de los grandes centros comerciales de la ZMT. Por ejemplo, Carrefour y Wal-Mart, que son los dos hipermercados más grandes de la ZMT, tienen áreas de ventas que rebasan los 21 000 metros cuadrados; mientras que la de la unidad Acrópolis de Super Kompras alcanza apenas 1 500 metros cuadrados (mapa 2).

Al combinar la información sobre el tamaño y la distribución espacial de las unidades comerciales resulta evidente la segmentación espacial del mercado. Comercial Mexicana (unidad Zinacantepec) se localiza sobre la vialidad Adolfo López Mateos, que es la principal conexión del municipio de Toluca con los de Zinacantepec y Almoloya de Juárez, y la principal salida de Toluca hacia el sur del Estado de México y Michoacán. Esta unidad domina la parte oeste de la ZMT, donde hay áreas con alto potencial de compra, sobre todo porque es alta la densidad de población en esa parte de la ciudad.



## MAPA 2

**Distribución espacial y atraktividad de los centros comerciales**

Nota: los círculos grises representan la atraktividad de los centros comerciales.

Carrefour domina la parte norte de la ZMT, donde casi no enfrenta competencia. Su ubicación es muy interesante: se localiza en la vialidad Alfredo del Mazo, que es intensamente transitada dado que es la principal salida de Toluca hacia Atlacomulco y Naucalpan; además, como el plan de desarrollo de la ZMT plantea que se debe alentar el crecimiento de la población hacia el norte –lo que ya se está dando–, esto está reeditando beneficios económicos importantes a dicha unidad comercial.

Gigante y Aurrerá eligieron una localización muy ventajosa: cerca de zonas de baja densidad, pero con población de altos ingresos, lo que las hace accesibles a esa parte tan importante del mercado. Gigante es la tienda ancla de una plaza comercial exitosa, y Aurrerá está en las inmediaciones de la plaza. Toda esa área se ha convertido en un polo de comercios y servicios: tres plazas comerciales importantes (una de ellas tiene como tiendas ancla a Liverpool y Sears), más de veinte salas cinematográficas de Cinemex y Cinépolis, diversos restaurantes de comida rápida, varios videoclubes importantes, y muchos negocios más, que atraen a numerosos compradores procedentes de diversas áreas de la ZMT.

En el centro de la ZMT dominan dos unidades: Gigante (unidad Centro) y Super Kompras (unidad Plaza Acrópolis). Su localización central favorece el acceso de grandes grupos de compradores que viajan en transporte público. El centro tradicional de la ciudad sigue siendo el núcleo comercial de influencia regional más importante de la ZMT, y la mayoría de las líneas de autobuses urbanos pasan por ahí.

Entre Carrefour y las unidades localizadas al sur de la ZMT se ubican tres unidades (Wal-Mart, Comercial Mexicana unidad Tollocan, y Super Kompras unidad Terminal de Autobuses) localizadas a lo largo de la principal vialidad de la ZMT. Esta vialidad, el Paseo Tollocan, se conecta con la carretera México-Toluca, que es una de las más transitadas del país. El flujo de vehículos sobre el Paseo Tollocan es intenso durante todo el día, por lo que estas tres unidades capturan importantes flujos de compradores.

Finalmente, Super Kompras (unidad Universidad) cubre una zona de ingresos medios y altos que cuenta con poca accesibilidad a otras unidades comerciales, y constituye un mercado relativamente cautivo para esta unidad de Super Kompras, que está también en una arteria muy transitada de la ZMT, el Paseo Vicente Guerrero.

El análisis de la localización de los hipermercados de la ZMT muestra que su patrón espacial es consistente con lo que propone la geografía comercial, ya que están en puntos de la ciudad muy accesibles a su mercado, cerca de importantes vías de comunicación, en predios de gran tamaño, muy visibles, de costo adecuado, y cerca de otros puntos que potencian la atracción de consumidores.

### **Un modelo espacial para simular la competencia comercial**

En esta sección explicaremos el diseño del modelo de interacción espacial que es el corazón del sistema automatizado de análisis comercial que aquí se utiliza, de ahí que revisemos el modelo con cierto detalle.

Existen diversos tipos de modelos de interacción espacial (Wilson y Bennett, 1985; Fotheringham y O'Kelly, 1989; Drezner y Hamacher, 2001). La utilización de cada uno depende de la información disponible sobre la estructura de flujos en el mercado<sup>9</sup> y de los objetivos del examen que se desee realizar. El modelo más común en los análisis de

<sup>9</sup> Por *estructura de flujos* se entiende la *intensidad* y *dirección* de los flujos de compradores hacia las diversas unidades comerciales.

localización comercial es el llamado “de producción condicionada”. Este tipo de modelo toma en cuenta la magnitud de la demanda en las diferentes zonas de la ciudad para estimar los flujos de compradores que llegarán a una unidad comercial existente o hipotética de acuerdo con sus características más destacadas. En este artículo se utiliza como modelo de simulación una versión del modelo de producción condicionada llamada “de destinos en competencia”,<sup>10</sup> que se expresa formalmente de la siguiente manera:

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

$F_{ij}$  = Flujo de consumidores de la zona de origen  $i$  a la unidad comercial  $j$ ;

$O_i$  = Magnitud del mercado objetivo en la zona de origen  $i$ ;

$W_j$  = Atractividad de cada unidad comercial. Generalmente se estima relacionando el tamaño físico del área de venta de la unidad comercial (como indicador *proxy* de la cantidad y variedad de productos que ofrece el establecimiento) con un índice de precios al consumidor (Ghosh y McLafferty, 1987).<sup>11</sup>

$n$  = Parámetro del indicador de atractividad que se ajusta por calibración (mediante una búsqueda sistemática de ensayo y error). Con este parámetro se pretende considerar el efecto de todas las variables que afectan la atractividad de las unidades comerciales y que no se incluyeron en el cálculo de  $W_j$ .

$C_{ij}$  = Costo de viajar de la zona  $i$  a la unidad comercial  $j$ , estimada como la distancia lineal que las separa.<sup>12</sup>

<sup>10</sup> Para explicaciones amplias de los modelos básicos de interacción espacial véase Wilson (1980); Smith (1975); Garrocho (1992); Drezner (1996) y Drezner y Hamacher (2001). Asimismo Wilson y Bennett (1985) y Fotheringham y O’Kelly (1989) presentan reflexiones conceptuales y aplicaciones diversas y novedosas de los modelos de interacción espacial, incluyendo el de destinos en competencia (llamado en inglés *Spatial Interaction Competing Destinations Model*). Para aplicaciones de modelos de interacción espacial a *escala real* en regiones de México véase Juárez (1993) y Garrocho (1995). En Garrocho y Álvarez (1995) se presenta una aplicación de un *encadenamiento* de modelos de interacción espacial para simular el crecimiento de una zona metropolitana de México; y en Garrocho (1996) se emplea un modelo muy similar al que se usa en este trabajo para simular los flujos de migración interna de México.

<sup>11</sup> Esta forma de definir el índice de atractividad es consistente con la evidencia disponible de los hábitos de compra de los consumidores mexicanos. Dos de los tres motivos más importantes que mencionaron los consumidores mexicanos para elegir el establecimiento en el que compran más a menudo fueron: precios bajos (en primer lugar) y mejor surtido (en tercer lugar) (FMI, 1996). El motivo que ocupa el segundo lugar es una mejor ubicación, pero está implícito en los supuestos del modelo y se materializa en la variable  $C_{ij}$ .

<sup>12</sup> Aunque sería deseable contar con estimaciones más precisas de los costos de

$b$  = Parámetro que se define por calibración,<sup>13</sup> tomando como referencia el comportamiento espacial observado de los consumidores.<sup>14</sup>

$D_j$  = Accesibilidad de cada destino respecto a todos los demás.

Por lo tanto,

$$D_j = \sum (W_k^n / d_{jk}), \text{ para toda } k <> j \text{ (para toda } k \text{ diferente de } j)$$

En este caso  $d_{jk}$  es una matriz de distancias entre todos los destinos, es decir, entre todas las unidades comerciales. El subíndice  $k$  de la  $W$  significa que la atractividad va tomando los valores de cada destino, excepto cuando se trata del destino para el que se está calculando la accesibilidad relativa.

$x$  = Parámetro del indicador de destinos competidores que se define por calibración (mediante una búsqueda sistemática de ensayo y error).

$A_i$  = Factor de balance, que asegura que:

$$\sum_j F_{ij} = O_i;$$

$$A_i = 1 / \sum_j (W_i^n C_{ij}^{-b} D_j^x)$$

transporte percibidos por los consumidores, esto requiere un trabajo de campo intensivo que no fue posible llevar a cabo para elaborar este artículo. De cualquier manera, la gran mayoría de los trabajos prácticos que utilizan modelos de interacción espacial utilizan la distancia lineal entre el origen y el destino como indicador aproximado de los costos de transporte (Jones y Simmons, 1990; Ghosh y McLafferty, 1987).

<sup>13</sup> En el anexo que presentamos al final de este texto se explica paso a paso cómo se opera un modelo de interacción espacial como éste, que es el que utiliza Sadelcom. También se explica cómo calcular los parámetros  $b$ ,  $n$  y  $x$ . Los detalles de este mecanismo de búsqueda de los valores óptimos de los parámetros (específicamente del parámetro  $b$ ) se explican con mayor detalle en Foot (1978 y 1981).

<sup>14</sup> Los modelos de interacción espacial como el que articula Sadelcom tratan de simular —a nivel agregado— la conducta espacial de los consumidores. Recuperan la idea de la función de utilidad de la microeconomía y la instrumentan mediante el juego de fuerzas opuestas entre la atractividad de los destinos y los costos de transporte que los separan de los orígenes de los consumidores concretos. La conducta espacial de los consumidores se investigó mediante trabajo de campo. Se aplicaron 2 500 cuestionarios en los 10 grandes supermercados de la ZMT. La principal pregunta del cuestionario se refería al origen de los consumidores. En cada unidad comercial se clasificaron sus consumidores por rango de distancia para construir la estructura de flujos observada, que sirve para calibrar el modelo de interacción espacial de Sadelcom, es decir, para encontrar los valores de los parámetros que generen los flujos calculados más parecidos a los flujos observados.

## Escenarios a simular, insumos y métodos de calibración

### *Escenarios*

Los escenarios que conviene simular para ilustrar la operación de Sadelcom son los siguientes:

- a. Una firma de grandes supermercados (cuyo nombre hipotético en este análisis es Plux)<sup>15</sup> se interesa por penetrar en el mercado de la ZMT abriendo una gran unidad comercial. El problema es *identificar la localización más ventajosa de la nueva unidad*.
- b. Suponiendo que Plux quisiera abrir una segunda unidad, ¿cuál sería la localización más conveniente de esta tienda en términos de la participación del mercado de la cadena, es decir, de la suma de las participaciones del mercado de las dos tiendas?
- c. Suponiendo que Plux ya tuviera sus dos tiendas en la ZMT y quisiera ampliar una de las dos, ¿cuál le convendría más ampliar, en términos de la participación del mercado de la firma?

La solución de estos problemas locacionales se apoyará principalmente en la utilización de Sadelcom.<sup>16</sup>

Para definir la estrategia locacional de una firma se requieren dos tipos de información: *i*) la *interna* de la firma (referente a sus metas,

<sup>15</sup> El método de utilizar firmas hipotéticas para diseñar estrategias locacionales lo utiliza también Mercurio (1984).

<sup>16</sup> La operación del modelo se divide en cinco fases. En la primera, de *ordenamiento de la información*, se integra la base de datos que describe el entorno comercial. Lo más importante aquí es contar con datos confiables (correctamente recabados en el campo de trabajo o recopilados de fuentes documentales) y bien organizados en archivos de computadora para poder utilizarlos de manera intensiva. En la segunda fase, de *calibración*, se calculan los parámetros *b*, *n* y *x* a partir de la información recabada en el campo de trabajo sobre el comportamiento espacial de los consumidores. Esta fase tiene el objetivo de encontrar los valores de los parámetros que mejor se ajusten a la estructura real de los flujos de consumidores. En la tercera fase, de *verificación*, se corre el modelo para representar los flujos de consumidores observados en la realidad. Mientras mayor sea la similitud entre los resultados del modelo y los datos recolectados sobre los flujos de compradores, mayor será la confiabilidad del modelo como herramienta para simular escenarios comerciales. En la cuarta fase, de *simulación*, se modifican los valores de algunas o de todas las variables de algunas o de todas las zonas de origen o unidades comerciales consideradas en el modelo, para explorar los efectos que tendrían esos cambios en los flujos de consumidores y en la participación del mercado de cada unidad comercial, existente o hipotética. Finalmente, en la quinta fase, de *evaluación*, se comparan los resultados de los diferentes escenarios (entre sí y con la situación observada en la realidad), se evalúan las diferencias y se formulan recomendaciones de estrategia locacional.

objetivos y aspiraciones), y *ii*) la *externa* o referente al entorno de la firma (características del mercado: perfil sociodemográfico de la demanda, patrones de consumo, competencia y otras). Esta información es demasiado extensa para presentarla en este espacio, pero la metodología se explica en detalle en Garrocho, Chávez y Álvarez (2003). En lo que sigue simplemente nos concentraremos en los aspectos más relevantes del funcionamiento de Sadelcom, pues es lo que más interesa para los objetivos de este artículo.

Cabe resaltar que aunque la firma para la que se diseñan las estrategias locacionales es hipotética, la información y la escala del análisis son reales. Como el propósito de esta investigación es poner a prueba la capacidad de Sadelcom para apoyar el diseño de estrategias locacionales, muchas de las variables se definieron de una manera deliberadamente sencilla. Pero el analista, en un caso de estudio real, puede especificarlas con la complejidad que requiera. De cualquier manera, este sistema automatizado toma las variables (cualquier variable por compleja que sea) simplemente como *entradas*. Cabe mencionar que en el análisis se incorporan los aspectos analizados en la segunda sección de este artículo, por ejemplo: la delimitación operativa del área de mercado, la zonificación, las fuentes de información, la distribución espacial de la competencia y del mercado, así como la conducta espacial de los consumidores.

### *Insumos*

Los principales insumos para operar Sadelcom en esta aplicación fueron los siguientes:

#### Flujo potencial ( $O_i$ )

El flujo potencial que puede salir de cada AGEBA (área geoestadística básica) se calculó como la población económicamente activa que gana cinco o más salarios mínimos de acuerdo con el *Censo general de población y vivienda 2000*.

#### Atractividad de las unidades comerciales ( $W_j$ )

La atractividad de cada unidad comercial se asocia directamente a su tamaño (como indicador de la variedad de productos que vende), al

nivel de los precios de las mercancías (Ghosh y McLafferty, 1987) y a la intensidad de sus campañas publicitarias en la prensa local, entre otros aspectos (Fenker, 1996; Casazza y Spink, 1999); por lo que en este ejercicio la atractividad se calculó de la siguiente manera:

$$W_j = (\text{área de venta de cada unidad comercial} * \text{índice de precios} * \text{intensidad de campañas de publicidad})$$

El nivel de precios se calculó a partir de la información de la Procuraduría Federal del Consumidor (PFC, Delegación Toluca) como el precio promedio de 80 diferentes tipos de mercancías que generalmente monitorea esa dependencia gubernamental. Por su parte, la intensidad de las campañas de publicidad se estimó a partir del número y el tamaño de los anuncios que publica en la prensa local cada una de las firmas consideradas en este análisis.

#### Costos de transporte ( $C_{ij}$ )

Los costos de transporte a las unidades comerciales se calcularon como la distancia lineal desde el centroide de cada uno de los 134 AGEB en que se dividió el área de análisis a cada una de las unidades comerciales. Esta estimación se realizó automáticamente por medio del sistema de información geográfica Mapinfo, y con ello se agilizó notablemente el trabajo de cálculo.

#### Otros insumos

Los demás elementos del modelo se calculan endógenamente. El proceso de calibración se explica en detalle en la siguiente sección.

#### *Método de calibración*

Hay varias maneras de encontrar (*calibrar*) el valor óptimo de los parámetros  $b$ ,  $n$  y  $x$  según la información disponible sobre los flujos que se quiere modelar.<sup>17</sup> Mientras más información exista sobre los flujos observados, los métodos de calibración serán más avanzados y eficien-

<sup>17</sup> Hay numerosas referencias al respecto. Para conocer algunos ejemplos véase: Batty (1976), Foot (1981), Putman (1983 y 1991), Fotheringham (1985 y 1986a), Taylor (1977), Garrocho (1993 y 1995).

tes; por el contrario, si la información sobre la situación real de los flujos fuera inexistente, no sería posible encontrar el mejor valor de los parámetros ni calibrar el modelo.

El diseño del mecanismo de calibración de Sadelcom parte del supuesto de que en cualquier mercado es sumamente difícil disponer de información completa sobre los flujos de compradores a todas las unidades comerciales. Por ello, para calibrar nuestro sistema sólo se requiere un mínimo indispensable de información, que debe recolectarse mediante la aplicación de cuestionarios en las unidades comerciales existentes. Básicamente lo que se pregunta es el origen de los compradores.<sup>18</sup>

Una vez recolectada y organizada la información se procede a analizarla por separado, es decir para cada unidad comercial a la vez. Lo que se hace es mapear los orígenes de los consumidores que llegan a cada establecimiento y trazar círculos concéntricos alrededor de las unidades comerciales.<sup>19</sup> En este trabajo se definió el radio de los círculos concéntricos en múltiplos de 300 metros. Se relativizaron los valores de compradores en cada *corona*<sup>20</sup> en términos porcentuales, lo que permitió construir para cada unidad comercial un cuadro en el que se registran las participaciones porcentuales de compradores en cada corona. Estos cuadros expresan la estructura porcentual *observada* de los flujos de viajes a cada unidad comercial, que será integrada a Sadelcom con el propósito de incluir el comportamiento espacial de los consumidores observado en la realidad.

Para calibrar los parámetros, este sistema automatizado calcula los flujos entre orígenes y destinos, y los clasifica por rangos de distancia, iguales a los radios de los círculos concéntricos (coronas) que se definieron cuando se estimó la estructura porcentual *observada* de los viajes a las unidades comerciales. El resultado de esta agrupación de Sadelcom es la estructura porcentual *calculada* de las longitudes de los viajes.

Para que el sistema encuentre los valores de los parámetros que minimicen las diferencias entre la estructura observada de los flujos y

<sup>18</sup> Lo ideal sería recolectar información adicional: frecuencia de visitas a la unidad comercial, gasto promedio por visita, medio de transporte utilizado y tiempo de viaje. Sin embargo es difícil aplicar cuestionarios en las unidades comerciales: los compradores no son proclives a contestar cuestionarios, y el personal de las unidades comerciales no simpatiza con la idea de que otra firma comercial realice encuestas en sus instalaciones.

<sup>19</sup> El incremento en la longitud del radio de los círculos concéntricos depende del tamaño del área de estudio. Por lo general es conveniente que dicha área se cubra con un mínimo de 10 anillos o coronas.

<sup>20</sup> Una corona es el área delimitada por dos círculos concéntricos consecutivos.



la estructura calculada es preciso contar con un indicador de *bondad de ajuste* que oriente la búsqueda de los valores de los parámetros que mejor reflejen la conducta espacial de los consumidores. Es decir, un indicador que estime la diferencia entre los flujos reales y los flujos calculados por Sadelcom.

Con frecuencia se utiliza el coeficiente de correlación ( $R^2$ ) como indicador de bondad de ajuste entre los valores observados y calculados, pero este indicador tiende a sobreestimarla (Webber, 1984; Batty, 1976). Por tal razón en este trabajo se decidió utilizar el *error proporcional promedio* de los flujos ( $e$ ), que es uno de los indicadores de bondad de ajuste más recomendados en la literatura especializada (Webber, 1984). El indicador ( $e$ ) se estima de la siguiente manera:

$$e = \frac{\sum |F_{rjr} - F_{ij}|}{(2\sum F_{ij})}$$

donde:

$e$  = Error proporcional promedio de los flujos calculados (proporción de compradores erróneamente calculados por Sadelcom);

$F_{rjr}$  = Estructura porcentual observada de los flujos de viajes;

$F_{ij}$  = Estructura porcentual de flujos de viajes calculado por Sadelcom.

El error proporcional promedio representa la *proporción* en la que fallan los flujos calculados por el sistema, respecto a los flujos observados en la realidad.

Así, Sadelcom comienza a ajustar automáticamente los valores de los parámetros de cada unidad comercial conforme a lo que marque el indicador de bondad de ajuste (*el error proporcional promedio*): si al incrementarse el valor de los parámetros el error proporcional promedio aumenta, esto significa que el ajuste debe hacerse en la dirección opuesta, por lo que se deben disminuir los valores.

Sadelcom ajusta automáticamente los valores de los parámetros hasta que no se generan disminuciones del error proporcional promedio. Esto indica que se ha encontrado el valor óptimo de los parámetros y el procedimiento de ajuste se detiene automáticamente.

Debido a que se calibran los parámetros para cada unidad comercial, lo que se tiene en realidad es un conjunto de modelos de interacción espacial que funcionan simultáneamente, interrelacionados por los insumos que son comunes para todos ellos. Sadelcom genera un archivo con el valor óptimo de los parámetros y produce gráficas en donde se comparan las estructuras de viajes observadas con las calculadas.

### **Comprobación de la utilidad de Sadelcom mediante la simulación de escenarios de competencia comercial**

En esta sección se presentan diversos escenarios de simulación para evaluar las ventajas locacionales que le reportarían a una firma comercial (que hemos llamado Flux) seis sitios específicos en la zona metropolitana de Toluca (ZMT). Esta evaluación considera tres factores básicos: *i*) la distribución espacial de la oferta y la demanda en la zona de estudio; *ii*) el comportamiento espacial observado de los consumidores, y *iii*) los efectos de ciertos cambios en las unidades comerciales de la competencia, sobre todo lo referente a alteraciones en la localización o tamaño de las tiendas existentes o la apertura o cierre de unidades comerciales.

El propósito es *poner a prueba* la utilidad de Sadelcom como herramienta de apoyo para tomar decisiones locacionales en un contexto de planeación realista que incluye una zona metropolitana de gran tamaño y un mercado complejo y altamente competido. Asimismo se pretende ilustrar cómo se puede utilizar la información que genera el sistema para evaluar el impacto que tendrían en cada unidad competidora diversos cambios que se podrían generar en el entorno comercial.

En un primer momento se analizarán los resultados del proceso de calibración de Sadelcom. Interesa sobre todo revisar los parámetros de la *fricción de la distancia* calculados para cada una de las unidades comerciales competidoras, y el indicador de bondad de ajuste del modelo (llamado *error proporcional promedio*), que estima la diferencia entre los flujos pronosticados por el sistema y los registrados en la realidad, que se estimaron mediante trabajo de campo. Una vez examinados estos elementos, se simulan y analizan diversos escenarios de planeación locacional. En los primeros escenarios se simula la entrada de Flux al mercado de la ZMT, y en el resto se simulan los efectos de los cambios en la participación del mercado de las unidades existentes en la zona de estudio. El propósito es ilustrar la manera en que Sadelcom puede apoyar para tomar decisiones locacionales en escenarios complejos de competencia comercial.

No se debe olvidar que el propósito de esta sección es ilustrativo, ya que el trabajo de campo que se realizó no cubrió todas las áreas de un estudio de mercado *especializado*. De cualquier manera es más que suficiente para cumplir el propósito de este texto: probar las capacidades de simulación y analíticas de un modelo automatizado, sustentado en una plataforma conceptual sólida que sea capaz de apoyar en la toma de decisiones locacionales de firmas comerciales en el mundo real.

*Resultados de la calibración*

Sadelcom se calibró para cada destino,<sup>21</sup> por lo que se calcularon los valores óptimos de los parámetros que incluye el modelo para cada una de las unidades comerciales de gran tamaño localizadas en la ZMT.

Los valores de la *fricción de la distancia* (que representan el costo de *conectar* la oferta con la demanda, y que hemos denominado parámetro *b*) fluctúan entre  $-5.99$  (para la tienda Super Kompras Universidad) y  $-3.36$  (para Carrefour). Esto indica que el espectro de variación en la sensibilidad de los compradores ante los cambios en la localización y la atractividad de las unidades comerciales es muy amplio,<sup>22</sup> lo cual significa que cambios pequeños en el valor de los parámetros *b* (cambios en la accesibilidad de las unidades comerciales)<sup>23</sup> generan alteraciones significativas en el patrón espacial de flujos de compradores a las unidades competidoras.

Por su parte, el rango de variación del parámetro de la atractividad (*n*) indica que la elección que hacen los consumidores de las unidades comerciales es altamente selectiva. Cabe resaltar que los valores de los parámetros no se acercan a cero, lo cual garantiza que no existen problemas de colinearidad entre las variables dependientes e independientes de Sadelcom.<sup>24</sup>

El error proporcional promedio (*e*) de Sadelcom registró un muy alentador ritmo de disminución conforme se fue calibrando el modelo, al pasar de 24% con el modelo sin calibrar a 11% cuando se calibraron los parámetros *b*, *n* y *x*. Esto significa que los resultados del modelo *ya calibrado* sólo difirieron de los valores observados 11% en promedio.

En la situación inicial del modelo *sin calibrar* (es decir, con todos

<sup>21</sup> Lo que Fotheringham y O'Kelly (1989) llaman "*destination-specific calibration*".

<sup>22</sup> Los resultados de diversos experimentos mostraron que el modelo es muy sensible a cambios en los valores de los parámetros *b* y *n*, lo cual es compatible con la evidencia empírica de que los compradores le dan un gran valor a la localización y a la atractividad de las unidades comerciales cuando deciden en dónde realizar sus compras.

<sup>23</sup> Cabe subrayar que el concepto de accesibilidad no sólo incluye la cuestión espacial (la distancia), sino también el costo, la energía requerida, la distancia cultural, política, de género o religiosa entre el cliente y el oferente del servicio, y muchos otros factores que afectan la manera en que el usuario percibe la accesibilidad de un servicio específico (Garrocho, 1995; Miller, Jackson, Thrift, Holbrook y Rowlands, 1998; Arduser, 2002). El concepto de accesibilidad es uno de los más complejos en el análisis locacional.

<sup>24</sup> El llamado *bogus calibration problem* (Batty, 1976), que tanto afecta a algunos modelos de interacción espacial.

los parámetros iguales a uno), el coeficiente de correlación  $R^2$  entre los valores observados y calculados fue de 0.88, lo que indica que en general el comportamiento de los flujos que calcula Sadelcom es altamente similar al del patrón de los valores reales. Pero el indicador de error proporcional promedio ( $e$ ) muestra que los resultados del sistema tienen una desviación en términos globales de 24% respecto de los observados. De todas formas, esto sugiere que aun sin calibrar, los modelos derivados de la estructura conceptual de la interacción espacial (como Sadelcom) pueden generar resultados aceptablemente similares a los registrados en la realidad, lo que confirma lo sólido de su fundamentación teórica (que se analiza ampliamente en Garrocho, Chávez y Álvarez, 2003 y en Garrocho, 2004).

Como era de esperarse, al calibrar el parámetro  $b$  se logra un mejor ajuste entre los datos observados y los calculados por Sadelcom. El coeficiente de correlación sube a 0.91 y el error proporcional promedio baja a 0.13; y si se usan los valores óptimos de  $b$  y se calibran los parámetros de la atractividad de las unidades comerciales y el del componente de destinos competidores ( $n$  y  $x$ ), el coeficiente de correlación aumenta a 0.93 y se reduce el error proporcional promedio a 0.11. Es decir, Sadelcom genera patrones de flujos de compradores que sólo difieren 11% de los observados en la realidad.

Estos indicadores muestran que Sadelcom es capaz de simular escenarios muy parecidos a los registrados en un contexto comercial de *escala real*, como la ZMT. Si se dispusiera de más información (derivada de un trabajo de campo extensivo y profundo) se podrían integrar al modelo más datos del área de estudio (de la oferta, de la demanda, de la conducta espacial de los consumidores, de la estructura espacial de la zona metropolitana) y generar resultados aún más precisos.<sup>25</sup> Sin embargo cabe mencionar que por lo general cuando existen problemas de calibración focalizados que elevan el error proporcional promedio,

<sup>25</sup> Por ejemplo, si se dispusiera de una medida más precisa de la percepción que tienen los usuarios de los costos de transporte (en términos de esfuerzo, tiempo, costo, distancia), de la atractividad del entorno de las unidades comerciales (si existen elementos urbanos o comerciales que prestigien, potencien o reduzcan la atractividad de las unidades comerciales), la lealtad de los consumidores a unidades comerciales específicas, la importancia de factores diversos que incrementan la satisfacción de los usuarios con su experiencia de comprar (por ejemplo, la amabilidad de los empleados, la rapidez en los puntos de cobro, las facilidades de estacionamiento y muchas otras características). Todos estos factores se podrían estimar a partir de métodos de investigación específicos (por ejemplo, con grupos de enfoque en los que se pudieran explorar con profundidad las percepciones de los consumidores, tal como lo hacen Rushton (1989), Whitelegg (1982), Schiller (2001), Underhill (2000 y 2004), y otros.

se pueden realizar ajustes específicos *a la medida*.<sup>26</sup> De cualquier manera, debemos notar que una exactitud de 89% es más que suficiente para ilustrar la utilidad de este sistema automatizado como herramienta de soporte para la toma de decisiones locacionales de unidades comerciales en el *mundo real*. Si se acepta esto podemos proseguir y utilizarlo para simular escenarios de planeación locacional en un contexto consistente con la realidad, tanto en dimensiones como en complejidad.

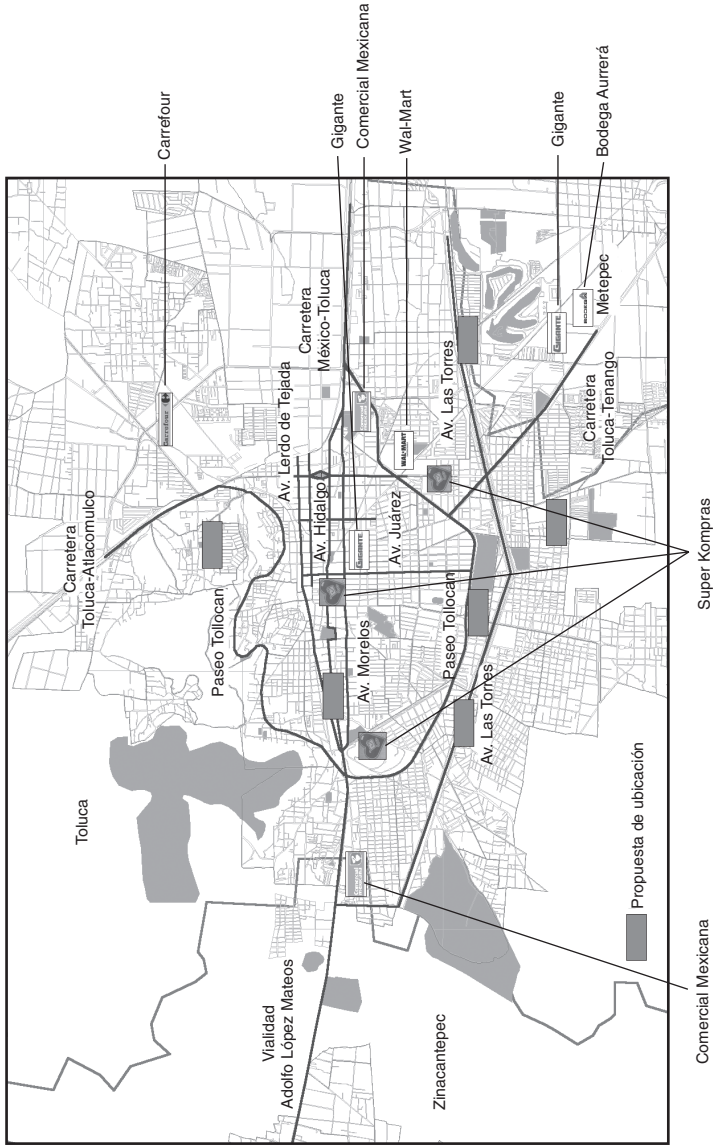
#### *Selección inicial de las opciones de localización*

La teoría revisada hasta el momento, la plataforma de valores de Plux y los análisis de la distribución espacial de los consumidores y de la competencia, son los principales insumos para seleccionar de manera inicial las opciones de localización en la ZMT para la nueva unidad comercial de Plux (esto se presenta en detalle en Garrocho, Chávez y Álvarez, 2003). En síntesis, se necesitan terrenos de aproximadamente 50 000 m<sup>2</sup> localizados sobre una vialidad importante, altamente visibles y que, sobre todo, maximicen la participación del mercado de la firma.

Tras revisar las fotografías aéreas de la ZMT se identificaron nueve predios que cumplen con los primeros dos requisitos. Al visitarlos se encontró que tres de ellos ya habían sido ocupados, pero seis seguían vacantes (mapa 3) y estaban libres de restricciones normativas de uso del suelo. Los seis predios son similares en la calidad de las instalaciones (hidráulica, eléctrica, pavimentaciones), las características del entorno físico próximo, los precios del suelo, la intensidad de flujos vehiculares, la calidad de las vialidades y la visibilidad, y constituyen las opciones de localización de Plux. Todos tienen el tamaño adecuado a la naturaleza de la firma y su localización es accesible a su mercado. El paso siguiente es evaluarlos para elegir el que maximice la participación del mercado de la firma. Aquí es donde entra en funciones Sadelcom.

<sup>26</sup> Lo que en la bibliografía especializada anglosajona se conoce como *fine tuning* o *tunning-up*.

MAPA 3  
**Opciones de localización de Plux**



*Simulación de escenarios*

Escenario 1: ¿Cuál es la mejor localización para una nueva unidad comercial de la firma Plux en la zona metropolitana de Toluca?

*Contexto.* La empresa comercial Plux ha decidido penetrar el mercado de la ZMT y establecer una gran unidad comercial en esa ciudad. Como ya se mencionó, Plux es una firma de grandes tiendas de autoservicio y sus características son muy similares a las de sus competidores estratégicos, especialmente Carrefour y Wal-Mart. Dado que los analistas de Plux ya identificaron seis predios que cumplen con los principales atributos locacionales para ubicar una tienda (dimensiones del terreno, accesibilidad, contexto urbano, congruencia con su *plataforma de valores*, y otros), el problema a resolver es *identificar cuál de las seis opciones maximiza la atracción de consumidores de la nueva unidad comercial*.

*Entorno de la competencia comercial.* Al operar Sadelcom en la situación inicial (sin considerar la entrada de una nueva unidad de Plux), la participación de las unidades competidoras muestra que el mercado<sup>27</sup> total de la ZMT está dominado por Wal-Mart, que absorbe 22.4% de los consumidores, seguida por Carrefour con 16.9%. En un segundo grupo de competidores estarían Gigante Centro y Bodega Aurrerá, cuya participación es ligeramente superior a 12%; y en un tercer grupo de competidores podríamos clasificar a las tiendas de Comercial Mexicana Zinacantepec y Tollocan, Gigante Plaza Las Américas y Super Kompras Universidad, cuyas participaciones por unidad comercial varían alrededor de 7% cada una. Finalmente, en un cuarto grupo de competidores estarían las unidades que cuentan con la menor participación del mercado: las tiendas de Super Kompras en Plaza Acrópolis y la de la Terminal de Autobuses, con apenas 3.6% cada una (gráfica 1).

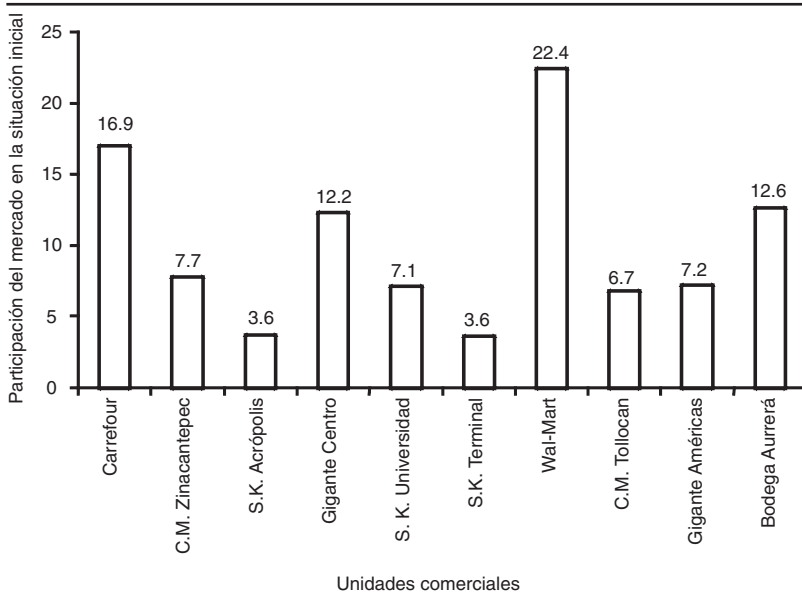
*Método para evaluar las opciones de localización.* El procedimiento para evaluar las opciones de localización de la nueva unidad de Plux consiste en aplicar Sadelcom para cada opción de localización. En este caso se activó seis veces para las mismas opciones de localización en la ZMT. En cada ejecución se introdujeron como insumos del modelo la localización y las características de la nueva unidad de Plux, y se estimó el nuevo patrón de flujos de compradores que resultaría si la nueva unidad comercial se ubicara en cada sitio específico.<sup>28</sup> Es decir,

<sup>27</sup> La participación del mercado inicial se obtiene aplicando Sadelcom a las unidades existentes, con los insumos recabados en el campo de estudio.

<sup>28</sup> Como se supone que la firma Plux es muy similar a Carrefour, a la nueva unidad

GRÁFICA 1

## Participación del mercado de las unidades comerciales en la situación inicial



se *simularon* seis escenarios comerciales en los que se incluyó la nueva unidad competidora, que afectaría en su magnitud y dirección el patrón de flujos de compradores a todas las unidades comerciales localizadas en la ciudad. Luego de correr Sadelcom para cada opción de localización, se compararon los flujos de compradores que llegarían a la nueva unidad de Plux en cada escenario y se eligió la localización que mostró la máxima participación del mercado.

*Análisis de los resultados.* Las seis opciones de localización ofrecen ventajas muy diferenciadas en términos de participación del mercado. La menos conveniente para la nueva unidad es la de la colonia San Javier, que sólo ofrecería 5.2% de la participación total del mercado. En cambio, de establecerse en la colonia San Bernardino, que es la mejor *opción locacional*, la nueva tienda de Plux absorbería 18% de los compradores de la ciudad, lo que representa un flujo casi cuatro veces mayor que el del predio de San Javier. Esta diferencia ilustra la magnitud de las pérdidas en que se puede incurrir por un error de localiza-

de Plux se le asignaron los valores de los parámetros calculados para Carrefour, y con estos valores se corre Sadelcom para calcular el nuevo patrón de flujos de compradores.



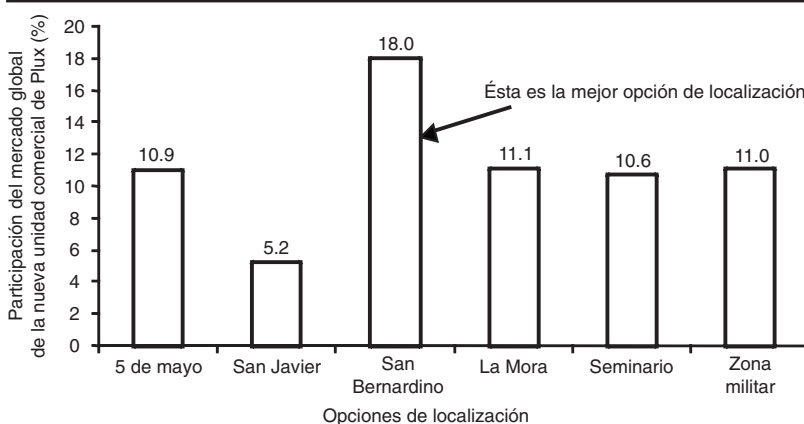
ción. Las demás opciones, en las colonias 5 de Mayo, La Mora, Seminario y Zona Militar, generarían participaciones de mercado similares, de casi 11% (gráfica 2).

Por supuesto, con la entrada de una nueva unidad comercial todas las competidoras existentes se verían afectadas negativamente en la atracción de consumidores. Sin embargo algunas resultarían más seriamente afectadas que otras. En este caso, las que perderían más con la entrada de la nueva unidad de Plux serían: la tienda Gigante Centro, que sufriría una reducción de su participación del mercado de 12.2 a 7.9%, es decir, una pérdida de 35% de su clientela; Super Kompras Universidad, que reduciría su participación del mercado de 7.1 a 2.9%, y la llevaría a perder 60% de sus consumidores; y Comercial Mexicana Zinacantepec y Super Kompras Acrópolis, que verían reducida su atracción de consumidores en 26 y 55%, respectivamente (cuadro 1).

Las unidades competidoras que pertenecen al mismo grupo estratégico de Plux (Carrefour y Wal-Mart) no registran las pérdidas cuantiosas que se podrían haber esperado por su entrada al mercado de la ZMT. La participación de Carrefour pasaría de 16.9 a 15.6%, con una reducción de 7.7% en su clientela. Por su parte, Wal-Mart se vería más afectada que Carrefour, ya que su participación del mercado se reduciría de 22.4 a 19.4%, es decir, una disminución de 13% de su clientela. No obstante, Wal-Mart seguiría manteniéndose como la firma líder en la ZMT en términos de su participación del mercado (seguida de cerca por la nueva tienda de Plux, cuya participación sería de 18%; cuadro 1).

## GRÁFICA 2

### Participación del mercado global de la nueva unidad comercial de Plux





Suponiendo (lo que no es frecuente) que el propósito de Plux fuera localizar su nueva unidad donde más afectara a su *competencia estratégica*, la mejor decisión sería ubicarla en la colonia La Mora o en la Zona Militar. En el primer sitio se reduciría la clientela de Carrefour 33% (de una participación del mercado de 16.9% pasaría a 11.3%; cuadro 1) y en el segundo, reduciría la clientela de Wal-Mart 21% (de una participación del mercado de 22.4% pasaría a 17.6%; cuadro 1). La localización de La Mora tendría, además, el efecto de ocasionar la máxima disminución de la clientela combinada de Carrefour y Wal-Mart, ya que la reduciría 18.6% en forma global. Por lo tanto, la localización en La Mora sería la más agresiva para los competidores directos de Plux. Sin embargo, si Plux se ubicara en La Mora y no en San Bernardino (donde maximiza su participación del mercado) se reduciría su participación del mercado de 18 a 11.1% (cuadro 1), lo cual seguramente sería inaceptable para los directivos de la firma.

En conclusión, la mejor localización para la nueva unidad de Plux en la ZMT sería, claramente, el predio situado en la colonia de San Bernardino, y la ubicación que más afectaría a sus competidores estratégicos sería La Mora.

Escenario 2: ¿Cuál es la localización más conveniente para una segunda unidad comercial de Plux?

*Contexto.* Una vez consolidada la primera unidad comercial de Plux, los directivos han decidido proseguir con la segunda etapa de su estrategia comercial, cuyo propósito es convertirse en el líder en cuanto a la participación del mercado de la ZMT. Esto implica abrir una segunda tienda de las mismas dimensiones que su antecesora y de las unidades con las que compite directamente (Carrefour y Wal-Mart). Existen cinco opciones de localización para la nueva tienda de Plux, y habrá que determinar *cuál es la localización más conveniente para la nueva unidad comercial y para la firma en su conjunto*.

Se debe recordar que en el caso de las cadenas comerciales (es decir, firmas que incluyen varias tiendas) es importante la participación del mercado que logra cada una de las unidades de la empresa, pero sobre todo que se maximice la participación del mercado de la firma en su conjunto. Esto es, que no se genere competencia (*canibalismo*) entre las unidades de la misma firma.

Lo que hacen los analistas de Plux es correr cinco veces el modelo de Sadelcom, una para cada opción de localización (no olvidar que

tales opciones se redujeron a cinco una vez que Plux ocupó una de las seis opciones disponibles inicialmente), simulando en cada corrida la instalación de una nueva unidad comercial con los valores de sus parámetros y atractividad (es decir  $b$ ,  $n$ ,  $x$  y  $W_j$ , respectivamente), iguales a los de la otra tienda de Plux. Luego se comparan las participaciones del mercado pronosticadas por Sadelcom para cada sitio y se elige el que reporte mayores ventajas a la firma en su conjunto.

*Evaluación de las opciones de localización.* De las cinco, la opción que ofrece mayores ventajas es la de la colonia 5 de Mayo, que generaría una participación de 10.5% del mercado total. No obstante, las opciones de las colonias La Mora y Zona Militar ofrecen participaciones cercanas a 10%. Esto contrasta con la participación que generaría la opción menos conveniente, la colonia San Javier, que sería de tan sólo 4.7% (cuadro 2).

Aparentemente las tres mejores opciones de localización generarían similares participaciones del mercado, pero se debe analizar el impacto de cada una de ellas en la participación global de la firma. Desde esta perspectiva, la opción de la colonia 5 de Mayo también es la mejor. Por un lado, sólo le resta 0.4% a la participación del mercado de la primera tienda de Plux, que representa menos de 2% de su participación del mercado. Por el otro lado, en forma global la opción de la colonia 5 de Mayo reportaría a Plux una participación total de 28.1% del mercado, que sería muy superior a la de las otras cadenas existentes en la ZMT, ya que Gigante tendría 13.8% y Comercial Mexicana 10.1%. Pero además, con su segunda tienda Plux no sólo concentraría más de la cuarta parte del mercado de la ZMT, sino que afectaría seriamente a sus competidores estratégicos, ya que Wal-Mart vería reducida su participación 17% y Carrefour 12% (de 19.4 a 16.6% y de 15.6 a 13.9%, respectivamente). Ni la opción locacional de la colonia La Mora ni la de la Zona Militar ofrecen estas ventajas (cuadro 2).

Como comentario final se podría decir que localizar la segunda tienda de Plux en la colonia 5 de Mayo afectaría seriamente a la unidad de la Comercial Mexicana Tollocan y a Bodega Aurrerá, que verían reducida su participación del mercado en 27.5 y 20.1%, respectivamente.

CUADRO 2

Máximo impacto en la competencia debido a la localización de la nueva unidad comercial de Flux

Localizaciones	C. M. Zinacantan	S. K. Acrópolis	Gigante Centro	S. K. Universidad	S. K. Terminal	Wal-Mart	C. M. Tollecan	Gigante Américas	Boodega Aurrerá	Primera unidad de Flux	Segunda unidad de Flux	Flux 1 + Flux 2
Situación actual	15.6	5.6	1.6	7.9	2.9	3.3	19.4	6.4	7.1	12.3	18.0	18.0
5 de Mayo	13.9	5.5	1.6	7.8	2.9	3.2	16.6	4.6	6.0	9.9	17.6	28.1
La Mora	10.5	5.3	1.5	6.8	2.9	3.3	18.2	6.1	7.0	12.2	16.5	26.2
San Javier	14.2	5.3	1.5	7.7	2.8	3.3	18.4	6.2	7.0	12.2	16.8	21.5
Seminario	14.0	5.0	1.5	7.4	2.6	3.2	17.6	6.0	7.0	12.1	15.2	23.6
Zona Militar	14.0	5.3	1.5	7.3	2.7	2.6	16.4	5.8	6.9	12.0	15.6	25.6
Diferencia en el mercado global	-1.8	-0.1	0.0	-0.1	0.0	-0.2	-2.8	-1.8	-1.0	-2.5	-0.4	10.5
Diferencia en la clientela de la tienda	-11.2	-1.2	-0.8	-1.6	-0.3	-4.6	-14.3	-27.5	-14.7	-20.1	-2.0	

Escenario 3: ¿En cuál de las dos tiendas Plux convendría más invertir para maximizar la participación del mercado de la firma?

*Contexto.* Los ejecutivos de Plux estudian la posibilidad de adoptar una estrategia comercial más dinámica, que consistiría en ofrecer mejores servicios (estacionamientos más amplios, área de juegos infantiles, instalaciones interactivas en el área de discos y aparatos electrónicos) y mejores precios. Sin embargo, para asegurar los beneficios de la inversión quieren probar su estrategia en una sola tienda, y si da resultados favorables, instrumentarla en la otra unidad comercial.

La estrategia planteada tendría el efecto de aumentar la atraktividad de la tienda seleccionada. Tendrían que decidir entonces *en cuál de las dos tiendas convendría más probar la nueva estrategia de competencia comercial.*

En términos prácticos, los analistas de Plux corren el modelo de Sadelcom dos veces. En la primera elevan el valor de la atraktividad ( $W_i$ ) de una de las tiendas, mientras que a la otra le dejan su atraktividad original; y en la segunda corrida hacen lo inverso.

*Evaluación de las unidades comerciales.* Lo primero que muestran los resultados de Sadelcom es que, sin importar a qué tienda se le aumente su atraktividad, la nueva estrategia de Plux no genera *canibalismo* entre ellas. Esto significa que las ganancias que obtienen en la participación del mercado total es a costa de las unidades comerciales de las demás firmas, dato que por sí mismo es muy importante (cuadro 3).

Ahora bien, en términos de la participación global del mercado de Plux, sería más conveniente aplicar la nueva estrategia de mejoría de los servicios en la tienda localizada en San Bernardino para incrementar la participación del mercado de la firma en poco más de 15%; así pasaría de 28.1% que tiene sin aplicar la nueva estrategia de competitividad a 32.4% si se aplicara la estrategia. Cabe mencionar no obstante, que si la nueva estrategia se aplicara en la tienda de 5 de Mayo, la participación global de Plux no sería muy diferente (32%) pero con la ventaja de que se lograría consolidar la tienda de esa colonia, pues su participación del mercado pasaría de 10.5 a 14.6%, lo que representaría un importante incremento de 39%. Esto significaría que Plux contaría con dos tiendas fuertes (con participaciones del mercado de 17.3% en San Bernardino y de 14.6% en 5 de Mayo), mientras que en el otro escenario se concentraría la participación del mercado de Plux en la tienda de San Bernardino. Es decir, Plux tendría dos tiendas con participaciones del mercado muy diferenciadas: la de San Bernardino

CUADRO 3

Participación del mercado de cada unidad comercial según se altere la atractividad de cada tienda de Flux

Localizaciones	C. M. Zinacantan	S. K. Acrópolis	Gigante Centro	S. K. Universidad	S. K. Terminal	Wal-Mart	C. M. Tollecan	Gigante Américas	Bolegra Aurrerá	Primera unidad de Flux	Segunda unidad de Flux	Flux 1 + Flux 2
Situación actual	13.9	5.5	1.6	7.8	2.9	3.2	16.6	4.6	9.9	17.6	10.5	28.1
5 de Mayo (+ atractividad)	13.5	5.4	1.5	7.7	2.9	3.1	15.4	4.1	8.8	17.3	14.6	32.0
Seminario	13.2	4.9	1.4	6.9	2.3	3.1	15.6	4.5	9.8	22.1	10.3	32.4
Diferencia en el mercado global	-0.4	-0.1	0.0	-0.1	0.0	-0.1	-1.2	-0.5	-1.0	-0.3	4.1	
	-0.6	-0.6	-0.2	-0.9	0.6	-0.1	-1.0	-0.1	0.1	4.5	-0.2	
Diferencia en la clientela de la tienda	-2.7	-1.0	-0.6	-1.1	-0.3	-2.9	-7.1	-11.2	-8.1	-1.4	38.9	
	-4.5	-11.2	-12.5	-11.5	-21.3	-3.2	-5.9	-2.7	-1.0	25.7	-2.1	

con una participación del mercado de 22.1% y la de 5 de Mayo con 10.3%. Por lo tanto, para consolidar a Plux en la ZMT convendría más reforzar la atractividad de la tienda localizada en la colonia 5 de Mayo, aunque esta opción implicaría una participación menor del mercado de la firma, que en todo caso sería poco significativa: apenas 1.5% menos (cuadros 2 y 3).

En cuanto al impacto que tendría la nueva estrategia competitiva de Plux en sus competidores estratégicos (Carrefour y Wal-Mart), la opción de San Bernardino ofrece ligeras ventajas pues reduce la participación del mercado de estos competidores en 10.4%, mientras que la opción de 5 de Mayo la reduce en 9.8 por ciento.

Al revisar los tres escenarios simulados en esta sección, es evidente que Sadelcom ofrece *información clave* para los analistas en los cuatro aspectos que más les interesan: *canibalismo*, participación del mercado de cada una de las tiendas, participación del mercado de la firma en su conjunto, y efectos en sus competidores estratégicos. Sin embargo, y los tres ejemplos son muy claros, este sistema automatizado no resuelve problemas, sólo genera información útil para apoyar la toma de decisiones de competencia comercial en las que resulte importante incluir el factor espacial.

### Conclusiones y agenda de investigación

Al iniciar este texto resaltamos la enorme importancia de las decisiones locacionales en el desempeño de las unidades comerciales, y lo desconcertante que resulta el poco interés que ha despertado este tema en el mundo académico mexicano. Interés que cuando ha surgido se ha enfocado principalmente a descubrir patrones o procesos con la idea de confirmar teorías, pero no de producir conocimientos aplicables a la planeación espacial y comercial de firmas concretas.

Habría que destacar que la planeación locacional de las empresas comerciales no sólo genera beneficios privados, sino que también es relevante en términos sociales. No es cosa menor que las grandes firmas comerciales figuren entre las empresas más dinámicas de la economía y que empleen a cientos de miles de personas.<sup>29</sup> Además, una buena

<sup>29</sup> Según datos del Reporte de Desarrollo Global del Banco Mundial, en 1960 provenía de la agricultura 30% del PIB del mundo, 32% de la industria y 38% del comercio y los servicios; en tan sólo 40 años (1998) las proporciones se alteraron notablemente a favor del sector terciario (68%), la industria se mantuvo en 32% y el sector primario decreció dramáticamente a 4% (Oliva, 2004).



estrategia locacional no sólo beneficia a la firma que la adopta, sino que también produce beneficios a la población consumidora y a los productores, muchos de los cuales son regionales y se desempeñan como proveedores de las grandes firmas comerciales. Las empresas exitosas producen empleos directos e indirectos y contribuyen a mejorar el sistema de distribución de bienes y servicios, lo que reduce los costos del oferente y baja los precios al consumidor. La firma se beneficia y los productores-proveedores y consumidores también.

Desde Christaller (1966) se ha pensado que es posible diseñar un patrón espacial de unidades comerciales que maximice la utilidad de los oferentes y de los consumidores; es decir, que beneficie a la sociedad en su conjunto. La geografía comercial vía el análisis locacional ofrece argumentos conceptuales y herramientas prácticas para avanzar en tal dirección, como se demuestra en el presente trabajo.

No obstante, para avanzar en esta dirección se requiere sintetizar de manera coherente la investigación teórica y la investigación aplicada. Es decir, darle sentido práctico a la teoría y contenido teórico a la investigación práctica. Este texto intenta sumarse –con mayor o menor éxito– a ese esfuerzo de la geografía comercial que trata de mezclar el conocimiento teórico y la experiencia práctica para resolver complejos problemas locacionales en el mundo real, y así quedó establecido desde que planteamos los objetivos.

Como se recordará, al elaborar este artículo nos propusimos poner a prueba el sistema Sadelcom enfrentándolo a un estudio de caso concreto, de dimensiones y complejidad similares a los que se pueden encontrar en el *mundo real*; asimismo hemos tratado de ilustrar sus posibilidades analíticas, identificar sus áreas de oportunidad, y proponer una agenda de investigación a partir de los resultados del ejercicio.

Para ello imaginamos una firma comercial (a la que llamamos Flux) que incluía en su estrategia de competencia tres situaciones a resolver: *i*) encontrar la localización más conveniente para una gran tienda de autoservicio en la ZMT; *ii*) una vez ubicada la primera tienda, definir la localización de una segunda que maximizara la participación del mercado de la firma en su conjunto, pero evitando al mismo tiempo el canibalismo entre las dos; y *iii*) evaluar en cuál de las dos tiendas de Flux convendría más adoptar una estrategia de competencia basada en el mejoramiento de las instalaciones. Las tres situaciones fueron analizadas exitosamente utilizando el Sadelcom como herramienta de apoyo para la toma de decisiones locacionales.

Cabe advertir que los tres problemas locacionales que se analizaron con el apoyo de Sadelcom sólo representan una parte de la gran diversidad que se puede resolver con su ayuda. Desde esta perspectiva, la presentación de los tres escenarios de planeación locacional que aquí se analizan sólo tiene un propósito ilustrativo y está muy lejos de abarcar todas las posibles aplicaciones de Sadelcom.

Los ejemplos que aparecen aquí dejan en claro que Sadelcom no resuelve problemas locacionales, pero sí genera información estratégica para apoyar a los analistas en la toma de decisiones locacionales en situaciones de escala y complejidad reales.

Con los resultados de los análisis que se han presentado, donde se utiliza Sadelcom como herramienta de apoyo para la toma de decisiones locacionales, se cumplen dos de los objetivos que planteamos al inicio de este artículo: *i)* probar la capacidad del modelo en su versión automatizada para enfrentar problemas complejos de gran proporción, y *ii)* ilustrar sus posibilidades analíticas para apoyar la toma de decisiones locacionales de firmas comerciales en el ámbito intraurbano, en contextos de escala y complejidad reales. Quedan por cumplir los últimos dos objetivos de este texto: identificar las áreas de oportunidad de Sadelcom y a partir de ellas delinear una agenda de investigación en materia de análisis locacional de unidades comerciales. Esto es lo que se presenta a continuación.

#### *Áreas de oportunidad de Sadelcom para diseñar una agenda de investigación*

Para delinear claramente una agenda de investigación estratégica a partir de las áreas de oportunidad de Sadelcom conviene presentarla en forma de lista de *temas clave*. Estos temas son los siguientes:

- *Resolver el problema de la definición y cálculo de la atraktividad objetiva y subjetiva de las unidades comerciales y de su entorno urbano, en sus aspectos físicos, sociales y culturales.* Éste es un problema mayor porque interviene una gran cantidad de variables interrelacionadas que los consumidores perciben de muy diversas maneras. Sobre la misma cuestión sería útil investigar cómo se potencian las atraktividades de unidades comerciales similares (incluso de las que pertenecen a un mismo grupo estratégico) cuando se hallan juntas, y conocer la forma en que afecta la atraktividad de las unidades comerciales la mezcla de actividades en la zona circun-

dante. Para resolver este problema seguramente será necesario un trabajo de campo intensivo basado en grupos de enfoque y en información *fin*a recolectada en las unidades comerciales y en los domicilios de los consumidores acerca de sus valores, aspiraciones y deseos. Para avanzar en la solución del *misterio* de las preferencias del consumidor seguramente se requerirán especialistas en algunas teorías psicológicas como la de selección de opciones y la de preferencias reveladas.

- *Estimar con mayor precisión los costos de transporte.* Los costos de transporte pueden valuarse en una gran variedad de formas: en términos monetarios, de tiempo del trayecto, de facilidades de estacionamiento, de energía, de inconvenientes, de molestias, etc. Algunos métodos de estimarlos permiten hacer un cálculo objetivo, pero otros son eminentemente subjetivos y varían de acuerdo con las percepciones de los consumidores. En este caso también se requiere llevar a cabo una investigación profunda de la manera en que los consumidores perciben los costos de transporte.
- *En este ejercicio no se incluyeron la frecuencia de los viajes que hacen los consumidores a las unidades comerciales, ni los modos de transporte que utilizan.* Se asumió que, dado el nivel de ingresos de la población objetivo de Flux, los consumidores se transportarían principalmente en vehículos privados, pero no se exploró la influencia del nivel de disponibilidad de medios de transporte público. Con esta información y con los gastos promedio por consumidor se podría estimar con mayor precisión la participación del mercado de cada unidad comercial.
- *Sadelcom podría optimizarse notablemente si se le añadieran algunos módulos.* Por ejemplo, uno que permitiera relacionar la localización de las unidades comerciales con la de sus proveedores, y estimar los costos de logística para cada localización potencial; otro que permitiera segmentar de manera más fina la demanda, no sólo por ingreso sino por grupos de edad, género, características familiares o ciclo de vida de las familias; y otro más que facilitara la estimación de los costos del terreno, de la urbanización y la construcción en cada sitio potencial, y uno más que incorporara la visibilidad de los predios. De esta manera las simulaciones de escenarios comerciales estarían más acordes con lo que sucede en la realidad y se obtendrían evaluaciones más completas.

- *Un elemento central de la localización comercial en el ámbito intraurbano es la anticipación de la dirección y magnitud del crecimiento de la ciudad.* Es decir, de la distribución espacial de la población (la *demanda*). Por ello se podría vincular Sadelcom con un modelo que simulara el crecimiento urbano, como los desarrollados por Lowry (1964), De la Barra (1989), Putman (1983 y 1991), Owers y Echenique (1994), por mencionar algunos.
- *Además sería deseable que Sadelcom permitiera vincular las principales técnicas de evaluación locacional:* listados de factores clave (con la opción de dar un peso a cada uno de ellos), rutinas de regresión múltiple, y modelos de localización-asignación. También convendría incluir las técnicas de análisis locacional de escalas regional y urbana (para completar la secuencia del método locacional de tres fases: selección de la región, selección de la ciudad y selección del sitio).
- *Se debería investigar más a fondo el origen de los viajes de los compradores.* En los ejemplos que se presentaron en este trabajo se asumió que el trayecto de los consumidores hacia las unidades comerciales se originaba en sus lugares de residencia, pero bien podría ser que otros puntos importantes fueran generadores de viajes a las unidades comerciales; por ejemplo los sitios de trabajo o las escuelas. Sería útil determinar la importancia de los orígenes de los viajes de los consumidores.
- *Con los adelantos en programas de simulación se podrían producir sistemas más amigables, más interactivos y más dinámicos* para observar en bases cartográficas las variaciones de los flujos de compradores ante cambios en las variables incluidas en Sadelcom. Sin duda esto ampliaría las capacidades de análisis del personal técnico y de los empresarios.
- *Es necesario validar los modelos de interacción espacial en otros contextos y ciudades.* Este requisito es indispensable para confiar en la utilidad práctica de Sadelcom. Aunque el sustento teórico del sistema sea muy sólido y de carácter general, nada sustituye a las pruebas empíricas.
- *Las características socioeconómicas de la localización espacial no se abordaron en este trabajo y requieren atención.* El establecimiento de las firmas comerciales tiene un importante impacto social y económico—incluso cultural—<sup>30</sup> y por lo regular produ-

<sup>30</sup> Un caso paradigmático podría ser el descontento que causó la instalación de un hipermercado Wal-Mart a poco más de un kilómetro de la zona arqueológica de Teotihuacán (México), en el segundo semestre de 2004.

ce notables externalidades negativas a la población residente en la zona: más tráfico, más visitantes, más contaminación, más presión sobre la infraestructura, variación en los precios del suelo y de la vivienda. Sería interesante estimar las externalidades positivas y negativas en situaciones concretas y calcular el saldo.

- *Se lograrían grandes adelantos en geografía comercial si se avanzara en la sistematización del conocimiento y se tomara en cuenta la intuición de los empresarios exitosos.* Para ello es necesario investigar en detalle sus procesos intuitivos de toma de decisiones locacionales. En otras palabras, develar el misterio de esa *caja negra* que llamamos intuición, para sistematizar y aprovechar mejor ese valiosísimo conocimiento de los empresarios *ganadores*. Esto implica realizar más y mejor trabajo de campo multidisciplinario junto con ese tipo de empresarios.
- En el futuro, con el aumento de las ventas por televisión, correo e internet, y la disponibilidad de más servicios por estos medios y por teléfono (como la amplia gama de servicios bancarios que ya se ofrecen: desde retiros y traspasos de efectivo, hasta pagos de servicios), *el elemento espacial podría reducir su importancia en la competencia comercial. Habría que investigar los efectos de estas tendencias* para anticipar las consecuencias que tendrán en la manera de comprar bienes y adquirir servicios y, por tanto, prever su influencia en la estrategia de localización de las unidades comerciales.

La agenda de investigación en materia de geografía comercial, y específicamente de localización de unidades comerciales, es amplia e interesante, por lo que no faltará materia de trabajo a quienes pretenden incursionar en esta apasionante y dinámica rama del análisis locacional.

## **Anexo 1**

### **Funcionamiento del modelo de simulación de escenarios comerciales**

Ejemplo básico de aplicación del modelo:

Considérese un ejemplo sencillo en el cual se tienen dos centros comerciales que atienden la demanda de tres colonias o zonas dentro

de una ciudad (figura A.1). Se desea determinar el comportamiento de los compradores si uno de los centros comerciales aumenta su atraktividad.

Los consumidores potenciales se muestran en el cuadro A.1. Por razones de facilidad, supóngase que los 20 compradores de la zona A son en realidad 20 000, esto es, que cada unidad en el origen puede representar a 1 000 unidades en el ejemplo.

Por observación se ha determinado que cierta proporción de los consumidores de cada una de las colonias se dirige a cada centro comercial, según se muestra en el cuadro A.3.

Cabe recordar que una condición del modelo es que los flujos de salida deben ser iguales a los flujos de llegada. Por lo tanto,

$$O_i = \sum F_{ij}$$

entonces:

$$O_1 = 7 + 13 = 20 = A$$

$$O_2 = 10 + 15 = 25 = B$$

$$O_3 = 9 + 6 = 15 = C$$

Supongamos que la atraktividad del centro comercial II casi duplica la del centro comercial I, lo cual se deriva de una combinación de numerosos factores, como el tamaño del centro comercial, el nivel de precios, la variedad productos disponibles, la publicidad, etc., todo lo cual resulta en un índice con valor de 5.0 para el centro comercial I y de 9.0 para el centro comercial II (cuadro A.4).

Los valores iniciales de los parámetros  $b$ ,  $n$  y  $x$  se suponen iguales a 1.0, 0.75 y -1.0, respectivamente. Tales valores pueden ser los que el analista decida. En este caso simplemente se eligieron valores diversos para ilustrar mejor el funcionamiento del modelo.

Ahora se procede a calcular el componente de destinos competidores por medio de la fórmula:

$$D_j = \sum W_k^n / d_{jk} \text{ para } k \neq j \text{ (esto significa para toda } k \text{ diferente de } j)$$

Y así:

$$D_1 = 5^{0.75} / 20 = 0.16 \quad D_2 = 9^{0.75} / 20 = 0.25$$

Luego se calcula el factor de balance aplicando la fórmula:

$$A_i = 1 / (\sum W_j^n C_{ij}^{-b} D_j^x)$$

$$A_1 = 1 / [(5^{0.75} * 15^{-1} * 0.16^{-1}) + (9^{0.75} * 10^{-1} * 0.25^{-1})] = 0.2880$$

$$A_2 = 1 / [(5^{0.75} * 10^{-1} * 0.16^{-1}) + (9^{0.75} * 17^{-1} * 0.25^{-1})] = 0.3018$$

$$A_3 = 1 / [(5^{0.75} * 18^{-1} * 0.16^{-1}) + (9^{0.75} * 12^{-1} * 0.25^{-1})] = 0.3456$$

Finalmente se calculan los flujos de compradores a los centros comerciales (cuadro A.6), resolviendo la ecuación:

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

$$F_{11} = 0.2880 * 20 * 5^{0.75} * 15^{-1} * 0.16^{-1} = 8.02$$

$$F_{12} = 0.2880 * 20 * 9^{0.75} * 10^{-1} * 0.25^{-1} = 11.97$$

$$F_{21} = 0.3018 * 25 * 5^{0.75} * 10^{-1} * 0.16^{-1} = 15.76$$

$$F_{22} = 0.3018 * 25 * 9^{0.75} * 17^{-1} * 0.25^{-1} = 9.22$$

$$F_{31} = 0.3456 * 15 * 5^{0.75} * 18^{-1} * 0.16^{-1} = 6.01$$

$$F_{32} = 0.3456 * 15 * 9^{0.75} * 12^{-1} * 0.25^{-1} = 8.97$$

Cabe recordar que las unidades en que se miden los flujos son personas, de ahí que no sea totalmente correcto presentarlas con fracciones decimales, sin embargo vale la pena mantener las fracciones para estimar con mayor precisión la bondad de ajuste del modelo.

Para estimar qué tan bueno es el modelo (es decir, qué tan bien simula los flujos de compradores observados en la realidad) se calcula el indicador de bondad de ajuste:

$$e = \sum |F_{ijr} - F_{ij}| / (2 \sum F_{ij})$$

$$e = [\text{abs}(7-8.024) + \text{abs}(13-11.97) + \text{abs}(10-15.76) + \text{abs}(15-9.22) + \text{abs}(9-6.01) + \text{abs}(6-8.96)] / [8.02+11.97+15.76+9.22+6.01+8.97]$$

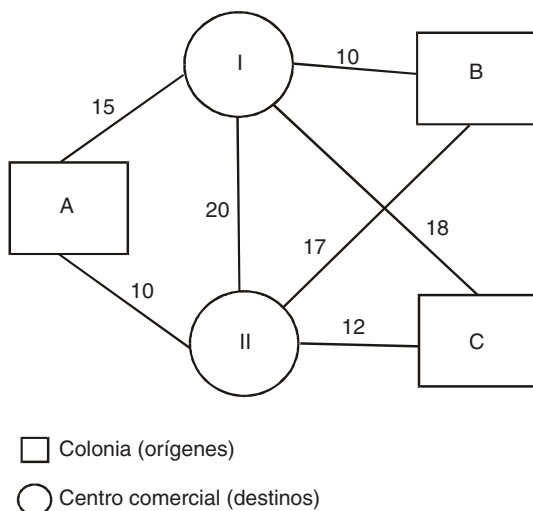
$$e = 19.54 / 119.9 = 0.163$$

Como puede observarse, si bien los flujos totales coinciden con lo observado, la distribución a cada centro comercial tiene ciertas diferencias, ya que el error promedio del modelo es 16.3%. Por ello se debe correr nuevamente con valores distintos de  $b$ ,  $n$  y  $x$ . Estos nuevos valores deberán minimizar el error proporcional promedio ( $e$ ) del modelo.

Definiendo una precisión de ajuste de 0.001 (es decir, donde  $e = 0.001$ ), después de varias iteraciones Sadelcom obtiene los valores óptimos de los parámetros (cuadro A.7). Al aplicar el modelo con los parámetros calibrados con el indicador de bondad de ajuste establecido ( $e = 0.001$ ) se obtiene una matriz de flujos muy similar a la observada (cuadro A.8).

Una vez calibrado el modelo es posible empezar a simular y evaluar distintos escenarios. Por ejemplo: qué pasaría si el centro comercial I aumentara su atractividad de 5 a 10. Aplicando el modelo (y repitiendo todos los pasos anteriores) se obtendrían los flujos que se presentan en el cuadro A.9.

FIGURA A.1

**Representación esquemática de la zona de análisis**


Como puede observarse, si se duplicara la atractividad del centro comercial I (por aumento en su área de venta, por reducción de precios, porque se ofrecen servicios complementarios, etc.), su captación de compradores aumentaría de 26 (cuadro A.3) a 32 (cuadro A.9), lo que representaría un incremento de 23%. Además, su participación en el mercado pasaría de 43% ( $26/60 \cdot 100 = 43.3$ ; cuadro A.3) a 53% ( $32/60 \cdot 100 = 53.3$ ; cuadro A.9), lo que convertiría al centro comercial I en el nuevo líder de la competencia.



CUADRO A.1

**Consumidores por zona**

<i>Zona</i>	<i>Consumidores</i>
A	20
B	25
C	15

CUADRO A.2

**Distancia entre las zonas de origen y centros comerciales**

<i>Origen/destino</i>	<i>I</i>	<i>II</i>
A	15	10
B	10	17
C	18	12

CUADRO A.3

**Flujos observados de consumidores a los centros comerciales**

<i>Origen/destino</i>	<i>I</i>	<i>II</i>	<i>Total</i>
A	7	13	20
B	10	15	25
C	9	6	15
Suma	26	34	60

CUADRO A.4

**Atractividad de los centros comerciales**

<i>Centro comercial</i>	<i>Atractividad</i>
I	5.0
II	9.0

**CUADRO A.5**  
**Distancia entre destinos**

<i>Destino/destino</i>	<i>I</i>	<i>II</i>
I	—	20
II	20	—

**CUADRO A.6**  
**Matriz de flujos calculados**

<i>Origen/destino</i>	<i>I</i>	<i>II</i>	<i>Total</i>
A	8	12	20
B	16	9	25
C	6	9	15
Suma	30	30	60

**CUADRO A.7**  
**Valores óptimos de los parámetros**

<i>Zona</i>	<i>b</i>	<i>n</i>	<i>x</i>
A	0.68	0.74	1.12
B	1.01	0.81	1.0
C	0.79	0.75	0.99

**CUADRO A.8**  
**Matriz de flujos calculados al final de la calibración**

<i>Origen/destino</i>	<i>I</i>	<i>II</i>	<i>Total</i>
A	7	13	20
B	9	16	25
C	9	6	15
Suma	25	35	60

CUADRO A.9  
Flujos de compradores

<i>Origen/destino</i>	<i>I</i>	<i>II</i>	<i>Total</i>
A	9	11	20
B	13	12	25
C	10	5	15
Suma	32	28	60

### Bibliografía

- Arduser, L. (2002), *The Food Service Professionals Guide to Restaurant Location*, Ocala, Atlantic Publishing Group.
- Batty, M. (1994), "A Chronicle of Scientific Planning: the Anglo-American Modeling Experience", *Journal of the American Planning Association*, núm. 59, pp. 7-16.
- (1976), *Urban Modelling: Algorithms, Calibrations, Predictions*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Beyard, M. D., (2001), *Developing Retail Entertainment*, Washington, Urban Land Institute.
- Birkin, M., G. Clarke y Martin P. Clarke (2002), *Retail Intelligence and Network Planning*, Nueva York, John Wiley and Sons.
- Buckner, R. W. (1998), *Site Selection: New Advancements in Methods and Technology*, Nueva York, Lebharr-Friedman.
- Casazza, J. y F. H. Spink (1999), *Shopping Center Development Handbook*, Washington, Urban Land Institute.
- Christaller, W. (1966), *Central Places in Southern Germany*, Nueva Jersey, Prentice-Hall.
- De la Barra, T. (1989), *Integrated Land Use and Transport Modeling: Decision Chains and Hierarchies*, Nueva York, Cambridge University Press.
- Drezner, Z. (1996), *Facility Location: A Survey of Applications and Methods*, Nueva York, Springer-Verlag (Springer Series in Operations Research).
- y H. W. Hamacher (2001), *Facility Location: Applications and Theory*, Nueva York, Springer-Verlag.
- England J. R. (2000), *Retail Impact Assessment: A Guide to Best Practice*, Londres, Routledge.
- Ewing, G. (1986), "Spatial Patterns in Distance-Deterrance Parameters and Fotheringham's Theory of Competing Destinations", *Environment and Planning A*, vol. 18, pp. 547-551.

- Fenker, R. M. (1996), *The Site Book: A Field Guide to Commercial Real Estate Evaluation*, Forth Worth, Mesa House Publishing.
- FMI (1996), *Tendencias en México: actitudes del consumidor y el supermercado, 1996*, Washington, Departamento de Estudios e Investigación, Washington, Food Marketing Institute.
- Foot, D. (1981), *Operational Urban Models: An Introduction*, Londres, Methuen.
- (1978), *Urban Models I y II*, Reading, Departamento de Geografía, Universidad de Reading (Reading Geographical Papers, GP 65-66).
- Fotheringham, A. S. (1986a), "Modelling Hierarchical Destination Choice", *Environment and Planning A*, vol. 18, pp. 401-418.
- (1986b), "Further Discussion on Distance-Deterrence Parameters and the Competing Destinations Model", *Environment and Planning A*, vol. 18, pp. 553-556.
- (1985), "Spatial Competition and Agglomeration in Urban Modelling", *Environment and Planning A*, vol. 17, pp. 213-230.
- (1983a), "A New Set of Spatial-Interaction Models: the Theory of Competing Destinations", *Environment and Planning A*, vol. 15, pp. 15-36.
- (1983b), "Some Theoretical Aspects of Destinations Choice and their Relevance to Production-Constrained Gravity Models", *Environment and Planning A*, vol. 15, pp. 1121-1132.
- y O'Kelly M. (1989), *Spatial Interaction Models*, Londres, Kluwer Academic Publishers.
- Garrocho, C. (2004), "La teoría de interacción espacial como síntesis de las teorías de localización de actividades y de servicios", *Economía, Sociedad y Territorio*, vol. 4, núm. 14, pp. 203-251.
- (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 (33), pp. 433-476.
- (1995), *Análisis socioespacial de los servicios de salud: accesibilidad, utilización y calidad*, Toluca, El Colegio Mexiquense/DIFEM.
- (1993), "Eficiencia, igualdad y equidad en la localización de los servicios de salud infantil del Estado de México", *Estudios Demográficos y Urbanos*, vol. 8, núm. 3 (24), pp. 601-640.
- (1992), "Localización de servicios en la planeación urbana y regional: aspectos básicos y ejemplos de aplicación", Toluca, El Colegio Mexiquense (Cuadernos de Trabajo).
- y J. A. Álvarez (1995), "Efectos del nuevo aeropuerto internacional en la estructura metropolitana de Toluca", *Comercio Exterior*, vol. 45, núm. 10, pp. 786-796.
- Ghosh, A. y S. L. McLafferty (1987), *Location Strategies for Retail and Service Firms*, Nueva York, Lexington Books.
- Ishikawa, Y. (1987), "An Empirical Study of the Competing Destinations Model Using Japanese Interaction Data", *Environment and Planning A*, vol. 19, pp. 1359-1373.

- Jones, K. G. y J. Simmons (1990), *The Retail Environment*, Londres, Routledge.
- Juárez, E. (1993), "Interacción de mercados laborales municipales en el estado de Tabasco: una aproximación a través de modelos gravitatorios", *Estudios Demográficos y Urbanos*, vol. 8, núm. 1 (22), pp. 157-190.
- Lowry, I. S. (1964), *A Model of Metropolis*, Santa Mónica, Rand Corporation.
- Mercurio, J. (1984), "Store Location Strategies", en R. L. Davies y D. S. Rogers (coords.), *Store Location and Store Assessment Research*, Sussex, John Wiley and Sons.
- Miller, D., P. Jackson, N. Thrift, B. Holbrook y M. Rowlands (1998), *Shopping, Place and Identity*, Londres, Routledge.
- Oliva, R. (2004), "Servicios: creando valor mediante el conocimiento", en C. Garrocho y A. Loyola (coords.), *San Luis Potosí: visión 2025*, San Luis Potosí, Universidad Politécnica.
- Owers J. y M. Echenique (coords.) (1994), Número especial sobre modelos urbanos, *Environment and Planning B: Planning and Design*, vol. 21, núm. 5.
- Putman, S. H. (1991), *Integrated Urban Models 2: New Research and Applications of Optimization and Dynamics*, Londres, Pion.
- (1983), *Integrated Urban Models*, Londres, Pion.
- Rushton, G. (1989), "Applications of Location Models", *Annals of Operations Research*, núm. 18, pp. 25-42.
- Salvaneschi, L. (2002), *Location, Location, Location*, Estados Unidos, Entrepreneur Press (Psi Successful Business Library).
- Schiller, R. (2001), *The Dynamics of Property Location*, Spon Press.
- Smith, D. M. (1975), *Patterns in Human Geography*, Londres, Penguin Books.
- Taylor, P. (1977), *Quantitative Methods in Geography: an Introduction to Spatial Analysis*, Boston, Houghton Mifflin.
- Underhill, P., (2004), *Call of the Mall: the Geography of Shopping*, Nueva York, Simon and Schuster.
- (2000), *Why We Buy: The Science Of Shopping*, Nueva York, Simon and Schuster.
- Webber, M. J. (1984), *Explanation, Prediction and Planning: the Lowry Model*, Londres, Pion.
- Whitelegg, J. (1982), *Inequalities in Health Care: Problems of Access and Provision*, Lancaster, Straw Barnes/University of Lancaster.
- Wilson, A. G. (1980), *Geografía y planeamiento urbano y regional*, Barcelona, Oikos-Tau.
- y R. J. Bennett (1985), *Mathematical Methods in Human Geography and Planning*, Londres, Wiley.