

Modelado de la competencia espacial entre establecimientos minoristas con Sistemas de Información Geográfica¹

ANTONIO MORENO JIMÉNEZ

Universidad Autónoma de Madrid

1. Introducción

El análisis de la competencia "sensu lato" dentro de la estrategia empresarial ha ido ganando atención en las últimas décadas, sobre todo a partir de la popularización de obras como las de PORTER (1982 y 1987), aunque subsiste la conciencia de que está aún retrasada, que se han ignorado cuestiones claves (sobre todo si se compara con la investigación centrada en la relación entre proveedor-consumidor) y que se ha considerado erróneamente como una tarea trivial (EASTON, 1988, pp. 32 y 47). Son muchas las facetas que bajo esa expresión quedan involucradas, pero en este trabajo el objetivo radica en abordar solamente una de ellas: la concerniente a la manifestación espacial de la misma.

Las relaciones espaciales que los establecimientos de provisión de bienes y servicios similares mantienen entre sí habitualmente se han clasificado en tres tipos: de competencia, de complementariedad o sinérgicas (vid. NELSON, 1958, pp. 57-78) y, eventualmente, de indiferencia. En el primero, la proximidad significaría una disminución de la clientela para cada uno de los establecimientos al tener que repartirse entre ellos, pero tal circunstancia también genera, en ciertos casos, clientela desde puntos más distantes; por tal motivo no siempre está nítidamente claro el tipo de efecto (positivo o negativo) resultante de la proximidad, como sintetiza GONZÁLEZ BENITO (2000, pp. 118-119). En el segundo, la concentración próxima conlleva un refuerzo mutuo, que se manifiesta a menudo en una capacidad de atraer más clientes y de zonas más distantes, lo que redundaría en beneficio de todos y cada uno de los establecimientos. La cuestión de la competencia espacial ha gozado de cierto interés entre los estudiosos desde hace largo tiempo. Baste citar los trabajos que se han realizado desde el ya clásico artículo de Hotelling titulado "Stability in competition" de 1929 (vid. WENDEL y MCKELVEY, 1981; THISSE, 1988; EISELT y LAPORTE, 1989), aunque también deba apostillarse que la dedicación investigadora ha sido media. Obviamente tal atención académica está justificada por la evidente y profunda aplicabilidad de tal concepto en los sistemas de mercado.

1. Investigación realizada dentro del proyecto 06/0023/98, financiado por la Consejería de Educación de la Comunidad de Madrid y dirigido por el autor.

Desde una perspectiva aplicada esta faceta puede ser examinada con una doble intencionalidad. De un lado, para interpretar los logros o resultados de un establecimiento concreto, ya que "ceteris paribus" una escasa competencia en las proximidades debería traducirse en mayor clientela, un área de atracción más amplia y, en suma, más ventas. Las diferencias en los logros o resultados entre establecimientos y sucursales de una red deberían ser valoradas bajo este prisma, para alcanzar un diagnóstico más certero de cada situación y poder articular o revisar la estrategia de marketing, convenientemente contextualizada en cada lugar, cuestión que es enfatizada desde el emergente campo conocido como geomarketing (vid., por ejemplo, MORENO et al., 1999; AMAGO, 2000; MORENO, 2001). De otro, la medición del nivel de competencia en una zona concreta sirve para valorar las posibilidades que ofrece la misma para una eventual implantación (o salida) de la empresa allí a través de diversas fórmulas (vid. JONES y SIMMONS, 1990, cap. 12).

Ésta última preocupación late bajo las diversas propuestas metodológicas y manuales que se han publicado con vistas a dilucidar dónde ubicar nuevos establecimientos de venta. Generalmente la identificación de oportunidades espaciales para cualquier proveedor de bienes o servicios al consumidor pasa por establecer primero unos criterios relevantes y luego por determinar en qué lugares dichos criterios toman unos valores convenientes o beneficiosos para la empresa. Uno de esos esquemas metodológicos, claro y operativo, es el debido a GHOSH y McLAFFERTY (1987, pp. 43-48), los cuales definen un proceso de análisis en tres etapas, cada una abordando un mayor grado de detalle espacial. La segunda de ellas, que podría calificarse de meso-escala, se aplicaría a nivel de área metropolitana o comarca y estaría orientada a evaluar las diferentes áreas o subzonas de análisis de acuerdo con dos criterios: la posición competitiva (inverso de la competencia existente generada por las demás empresas) y el potencial de mercado (demanda). Se trataría de caracterizar a cada una de dichas unidades espaciales mediante indicadores (numéricos por ejemplo), de suerte que pudiesen ser encasilladas dentro de una clasificación bivariada sintética y expresiva, tal como muestra el CUADRO 1. Evidentemente la situación ideal de alta posición competitiva y elevado potencial de mercado es poco probable que aparezca, por lo que el decisor habrá de enfrentarse con las restantes. Para medir una y otra faceta es preciso recurrir a diversas variables, pero en este trabajo nos ceñiremos exclusivamente a la cuestión de la posición competitiva, o mejor su recíproco, la concurrencia existente, la cual puede ejercerse por parte de empresas a veces muy distantes.

CUADRO 1
POSIBLES SITUACIONES PARA CLASIFICAR ZONAS DESDE EL PUNTO
DE VISTA DEL GEO-MARKETING

		Potencial de mercado		
		Bajo	Medio	Alto
Posición competitiva del establecimiento	Baja	—	—	0
	Media	—	0	+
	Alta	0	+	++

+ = Situación de interés para la empresa
0 = Situación neutral

— = Situación de poco interés para la empresa

Fuente Ghosh y McLafferty (1987, p. 47).

La cuestión requerirá determinar quiénes y cuán importantes son los competidores, cómo compiten, etc. Sobre el particular existe ya un cuerpo de metodología disponible al que remitimos (por ejemplo, PORTER, 1982, cap. 3; EASTON, 1988; MUNUERA y RODRÍGUEZ, 1998, cap. 6). En cualquier caso, y desde lo que aquí interesa resaltar, esas preguntas requerirían inventariar todos los establecimientos proveedores que capten clientes en la zona objetivo y averiguar su influencia (real o potencial), por ejemplo, mediante su cuota de mercado o penetración. La disponibilidad de bases de datos de establecimientos comerciales y de servicios, debidamente geo-referenciadas y con algunos atributos (por ejemplo, superficie de venta, empleo, etc.) podría ser una base de partida mínima, pero suficiente, como para poder aplicar algunas de las prestaciones de la tecnología de los sistemas de información geográfica (SIG) a estos efectos. Las búsquedas temáticas, como en cualquier base de datos, conjugadas con las búsquedas espaciales, permiten averiguar convenientemente el número y localización de los establecimientos competidores.

Sin embargo, aprehender de forma más penetrante y apropiada el nivel de competencia espacial aconseja echar mano de más información y de técnicas de análisis espacial que permitan hacer aflorar y visualizar una dimensión como esa, tan real como elusiva. En los apartados siguientes se presentarán primero las cuestiones teóricas pertinentes y después una propuesta para modelar el nivel de competencia espacial y plasmarlo de forma plástica en mapas, recurriendo a la tecnología de los SIG.

2. Construcción de índices de competencia espacial basados en la noción de potencial

2.1. Base teórica y formalización de modelos de competencia espacial

Como base de partida, y adaptando aportaciones previas de diversos autores², se asume que la capacidad de competir espacialmente por parte de un establecimiento o empresa se deriva de dos categorías de componentes, unos endógenos y otros exógenos. Los primeros comprenderían todos aquellos resortes que, en tanto que internos y por tanto de la incumbencia del empresario, son modificables por él, por ejemplo, precios, costes, gestión, servicios, gama, atributos del punto de venta, etc. En conjunto ellos se traducirían en una mayor o menor capacidad de atracción en origen (i.e. en el lugar donde se ubica el establecimiento), que podría expresarse como un indicador numérico (simple o compuesto). Los exógenos aludirían a todos aquéllos que provienen de circunstancias exteriores a la empresa, los cuales podrían hacer que dicha atracción se erosionase o, eventualmente, se potenciase (por ejemplo, debido a la proximidad de establecimientos complementarios). El presente análisis, no persigue apurar todos los extremos mencionados, sino como un primer paso hacia esa meta de modelar la competencia espacial, abordar prioritariamente el papel que juega el factor distancia o, más en general, el coste o fricción para superar la separación espacial entre los puntos de oferta y los lugares donde está la demanda (considerado como exógeno). Aunque tal factor puede en parte ser determinado por la empresa (cuando elige el emplazamiento), sin embargo los condicionantes de la accesibilidad provienen sobre todo del entorno exterior a dicha empresa. Ello implica

2. Como bases para armar la estrategia competitiva PORTER (1980, pp. 16 y ss.) alude a factores internos y externos de la empresa; DAY, DeSARBO y OLIVA (1987, p. 1535) usan expresiones distintas pero equivalentes: "business performance" y entorno competitivo.

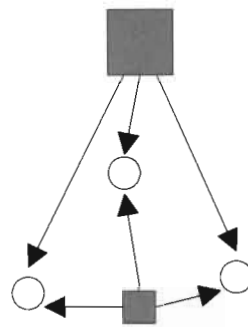
una simplificación calificable de "táctica" (por cuanto pospone integrar otros condicionantes), que, por otra parte, resulta habitual en el proceso de modelado. No se considerará pues el caso de complementariedad o indiferencia entre establecimientos (y los factores que los ocasionan).

Una vía apropiada para expresar de forma operativa la competencia que en el espacio (e.g. dentro de las distintas zonas de una ciudad) ejercen los diversos establecimientos concurrentes radica en la noción de potencial. Este concepto tiene ya una larga tradición en el análisis geográfico y ha sido aplicado a diversidad de situaciones. En nuestro caso, la cuestión puede plantearse teóricamente en estos términos. La competencia, P_i , que en un determinado lugar o punto del espacio i ejercen los establecimientos existentes en su derredor se podría entender como el resultado de dos factores: A) Por un lado el atractivo, O_j , que cada uno de ellos posee "per se", derivado de rasgos tales como el tamaño, gama de artículos, precios, standing, calidad del servicio, etc. Está bien establecido que existe un conjunto de atributos del establecimiento que, conformando una imagen del mismo, influyen en el comportamiento de los consumidores a la hora de realizar la elección del destino de compra (vid., por ejemplo, las síntesis de HAWKINS, BEST y CONEY, 1989, cap. 17; y GOLLEDGE y STIMSON, 1997, pp. 360-365; o el estudio reciente de GONZÁLEZ, PEREIRO y GONZÁLEZ, 1998). Dichos atributos sustancian pues una capacidad de atracción comercial (CLIQUET, 1992, pp. 73) que, en gran medida, puede ser imputada a factores internos de la empresa o endógenos. B) Por otro, la distancia (o coste de fricción espacial), C_{ij} , que separa a cada establecimiento j de ese lugar i (FIGURA 1) y que debe ser asumida por el consumidor (no se considera pues el "servicio gratis a domicilio"). Como es sabido, dicha distancia, constituye un disuasor o freno de primer orden para atraer clientela. En síntesis, se podría escribir:

$$P_i = f(O_j, C_{ij})$$

FIGURA 1

LA COMPETENCIA ESPACIAL COMO DIAGRAMA: DOS ESTABLECIMIENTOS EJERCEN SU EFECTO COMPETITIVO (INDICADO POR LAS FLECHAS) SOBRE TRES LUGARES, AFECTÁNDOLES EN FUNCIÓN DE LA DISTANCIA Y DEL ATRACTIVO DE DICHS ESTABLECIMIENTOS



- Un lugar habitado en el territorio
- Un establecimiento según su atractivo

Procede establecer que, expuesto en estos términos, la lógica del modelo es en gran medida congruente con la teoría de la competencia basada en ventajas comparativas, esbozada por HUNT y MORGAN (1995), en la que se recogen aportaciones diversas, entre otras las del mencionado PORTER (1982 y 1987). Postulada como una alternativa superior a la teoría neoclásica de la competencia perfecta, en ella se defiende precisamente que una compañía gana ventajas comparativas sobre otras firmas haciendo un mejor uso de sus recursos heterogéneos (información, gestión, organización, etc.), lo que se traduce en una posición de mercado gozando de una ventaja competitiva. En la conceptualización del modelo espacial realizada en este trabajo esa ventaja se habría de reflejar convenientemente como una capacidad de atracción desigual para los establecimientos de dicha empresa a través del indicador O_j .

El modelo expuesto pretende arribar a un indicador numérico, razonablemente fácil de obtener, que permita alcanzar un diagnóstico aproximado del grado de competencia espacial existente en un área. En consecuencia requiere, para su concreción operativa, dos requisitos: 1) Determinar qué indicadores o variables resultan más convenientes para representar la capacidad de atracción y la fricción de la distancia. Respecto a la primera, indicadores ampliamente utilizados han sido los relacionados con el tamaño del establecimiento (e.g. superficie o empleo), por cuanto suelen mostrar buena correlación con la superioridad en factores de competitividad endógenos (e.g. con las economías internas de escala). Respecto a la segunda, la elección de un indicador de fricción, debería guiarse por la modalidad habitual de desplazamiento de los consumidores, por ejemplo, distancia por calles para un acceso predominantemente peatonal, tiempo de trayecto para los flujos en automóvil, etc. No obstante, la escasa información al respecto ha ocasionado que, a menudo, se haya recurrido a una medida notablemente tosca, la distancia en línea recta. 2) Dilucidar la forma matemática que el modelo debería adoptar, lo que requeriría calibrarlo con datos reales y validarlo mediante aplicaciones empíricas.

La bibliografía sobre el modelo de potencial es abundante. Sobre el particular existe una larga tradición académica que debe retrotraerse a los trabajos pioneros del astrofísico STEWART en los años cuarenta sobre el concepto de potencial de población en el espacio, el cual ha sido aplicado a una amplia variedad de fenómenos geográficos por parte de numerosos autores (véase al respecto POOLER, 1987), particularmente para representar procesos de interacción espacial o expresar niveles de accesibilidad (por ejemplo, ÖBERG, 1976), pero también para la evaluación de aspectos de geo-marketing, como hizo HARRIS (1954), quien trató de determinar el potencial de mercado para la industria en los EE.UU., o en España, y entre otros, MARTÍN HERNANDO (1994, pp. 202-209). Trabajos relativamente recientes han retomado el interés por este concepto, abordando refinamientos técnicos para solventar algunas de las deficiencias observadas, en particular la cuestión del auto-potencial, es decir, el efecto de un fenómeno o variable de "masa" (fuere la población o, como aquí tratamos, el atractivo de un establecimiento) sobre el propio lugar, es decir, cuando la distancia respecto a sí mismo es nula (véanse CRAIG, 1987; BRÖCKER, 1989; y FROST y SPENCE, 1995). No obstante, en general la formulación matemática adoptada, una función inversa de la distancia o hiperbólica, ha permanecido inquestionada y con escasa justificación de sus parámetros. La expresión al uso ha sido así:

$$P_i = \sum_{j=1}^m \frac{O_j}{C_{ij}^\alpha}$$

Al parámetro α , que modula la fricción de la distancia, con frecuencia se le ha asignado como valor 1 ó 2, sin demasiada justificación empírica. Una de las aportaciones de este trabajo estriba precisamente en proponer una lógica para evaluar dicho coeficiente.

En el caso de que la distancia sea nula, es decir, la ubicación de un establecimiento j coincide con el punto i -ésimo, entonces el valor de dicha distancia se toma como 1, con objeto de que se sume el valor O_j correspondiente, sin modificación. De esta forma se ha resuelto habitualmente, y también aquí, la cuestión conocida como el auto-potencial. La solución adoptada en este trabajo parece bastante razonable ya que, a diferencia de otros contextos de aplicación, se considerará como unidad espacial mínima una celdilla o cuadrícula espacial de tamaño tan pequeño como resulte conveniente y no grandes polígonos, que agravarían el conocido problema de la unidad espacial modificable o PUEM (vid. OPENSHAW y TAYLOR, 1981; BOSQUE SENDRA et al., 1986).

En realidad, el modelo anterior coincide con la clásica formulación de la accesibilidad propuesta por HANSEN (1959), que aquí se reinterpreta como difusión acumulada del efecto competitivo desde cada punto de oferta, j , hasta los i lugares de demanda. El modelo propone que tal efecto decae de forma no lineal (es decir, curvilínea) con la distancia. Sin embargo, la fricción de la distancia no tiene por qué ajustarse bien a dicha expresión y, en este sentido, otra de las aportaciones aquí radica en plantear que, junto a esa fórmula, otras alternativas pueden ser "a priori" consideradas como pertinentes, lo que ofrece una mayor flexibilidad al estudioso, de cara a adoptar la que resulte más adecuada para cada caso. En esa idea se ha considerado aquí el siguiente abanico de modelos:

A) Lineal

$$P_i = \sum_{j=1}^m \left(O_j - O_j \cdot \frac{C_{ij}}{R} \right)$$

Su lógica estriba en que el efecto competitivo de un establecimiento decae linealmente y de forma proporcional con el alejamiento hasta la distancia R (alcance espacial) a partir de la cual se hace nulo.

B) Exponencial

$$P_i = \sum_{j=1}^m \frac{O_j}{e^{\alpha C_{ij}}}$$

Siendo $e = 2.718281$. Esta formulación y las restantes están inspiradas en la familia de modelos exponenciales expuestos en TAYLOR (1983) y constituyen variantes de una idea básica: el conocido descenso curvilíneo de la demanda (elasticidad) con la distancia, que aquí se asume puede ser aplicable también a la representación del efecto competitivo, como más adelante se argumentará. Un abanico más amplio de relaciones curvilíneas puede verse en RATKOWSKY (1990, cap. 4).

C) Normal

$$P_i = \sum_{j=1}^m \frac{O_j}{e^{\alpha C_{ij}^2}}$$

D) Exponencial raíz cuadrada

$$P_i = \sum_{j=1}^m \frac{O_j}{e^{\alpha C_{ij}^{0.5}}}$$

E) Pareto o potencial

$$P_i = \sum_{j=1}^m \frac{O_j}{e^{\alpha \ln(C_{ij})}}$$

Puede comprobarse fácilmente que esta última formulación exponencial es equivalente al clásico modelo de potencial, si bien posee la pequeña ventaja de poner el denominador como 1 al anularse la distancia.

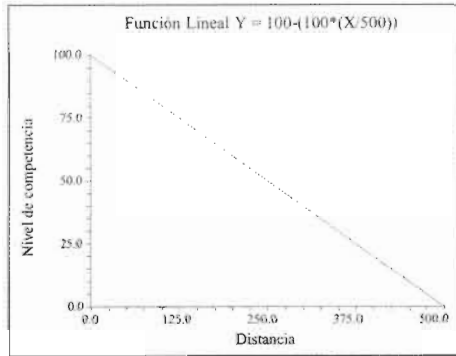
Conviene comentar que, como resultado de las fórmulas anteriores, el indicador de competencia P_i no tiene una interpretación en términos concretos (dadas las unidades tan dispares en las que pueden estar expresadas las variables O_j y C_{ij}); debe pues entenderse como número abstracto que reproduce de forma indirecta, pero proporcional, dicha competencia. Por tanto, un valor dado de P_i más que valorarlo en términos absolutos, debe serlo en términos relativos, es decir, en comparación a los obtenidos para diferentes lugares. En función de ello se podría hablar de niveles altos, medios o bajos de competencia espacial.

En la figura 2 se ilustra cómo varía el valor del indicador de competencia P_i con la distancia para los diferentes modelos, usando un indicador de atractivo constante (100) y unos coeficientes ficticios. Obviamente, en el caso habitual de atractivos diferentes entre establecimientos se asume que la curva representativa de la variación espacial del efecto competitivo se desplazaría. En la figura 3 se ilustra ello con uno de los modelos, manteniendo constante el coeficiente y haciendo variar el indicador del atractivo. Nótese cómo, a igualdad de distancia, la ordenada de la curva es distinta, en respuesta a la variación de tal factor.

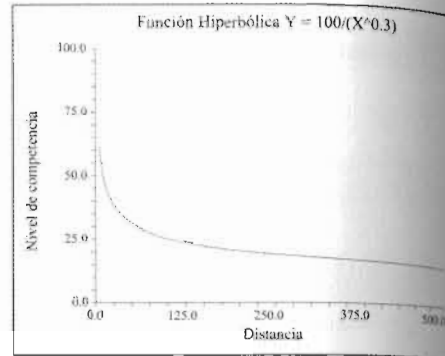
La elección de la formulación o modelo más conveniente debería hacerse de una manera sopesada y rigurosa, ya que de otra forma los valores de competencia espacial calculados (y de los mapas resultantes) podrían ser muy limitados e incluso engañosos, dando una falsa apariencia de rigor y abocando a una toma de decisiones sobre bases inciertas.

FIGURA 2

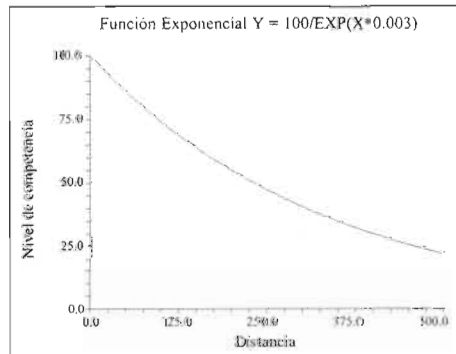
REPRESENTACIÓN DE LA DISMINUCIÓN DEL EFECTO COMPETITIVO EJERCIDO POR UN ESTABLECIMIENTO A MEDIDA QUE AUMENTA LA DISTANCIA AL MISMO, SEGÚN DIFERENTES MODELOS TEÓRICOS



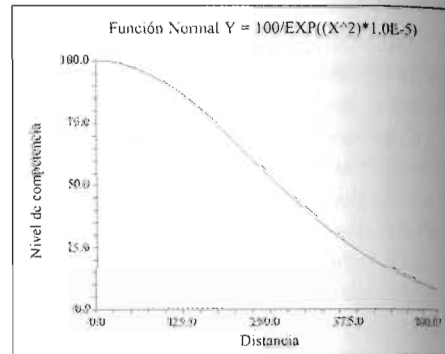
Lineal



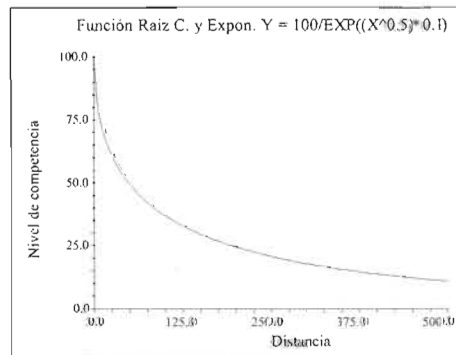
Potencial o hiperbólico



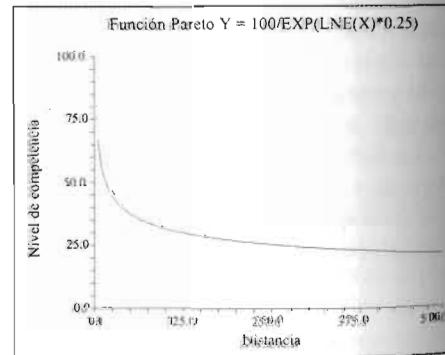
Exponencial



Normal



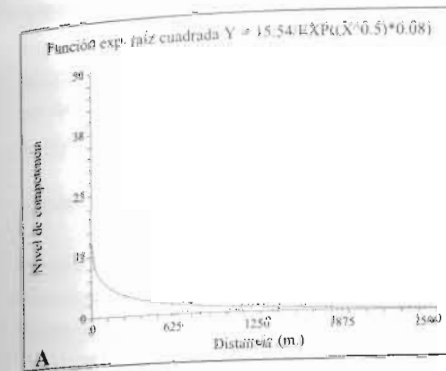
Exponencial raíz cuadrada



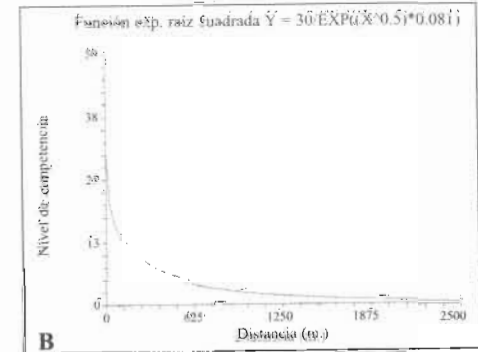
Pareto (equivalente al de potencial)

FIGURA 3

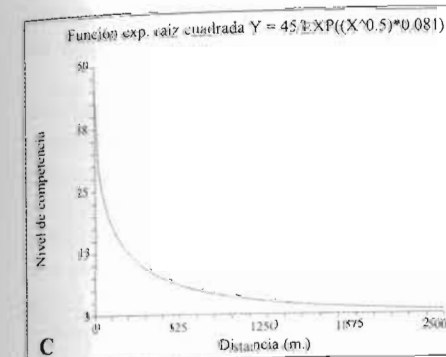
ILUSTRACIÓN DEL DESPLAZAMIENTO HACIA LA DERECHA DEL EFECTO COMPETITIVO ESPACIAL DEBIDO A UN INDICADOR DE ATRACCIÓN DÓBLE (B) O TRIPLE (C) RESPECTO AL CASO A



A



B



C

2.2. Una propuesta metodológica para la selección y calibrado de los modelos

Una cuestión largo tiempo soslayada en la aplicación operativa de los modelos de potencial ha sido el calibrado de los mismos, es decir, qué valor debe usarse como parámetro α , para que los resultados sean realistas. Frente a otros problemas de estimación en este caso, previa a la cuestión matemática, existe otra de carácter lógico: sobre qué bases sustentarse el calibrado. El ajuste de modelos requiere disponer de valores observados tanto en las variables independientes, como en la dependiente, sin embargo aquí los de ésta última son una pura incógnita siempre, pues no cabe observarlos empíricamente de forma directa. Sobre esa premisa es evidente que cualquier operación con los datos observables de las variables O_j y C_{ij} nos deja en la inseguridad más absoluta, puesto que no es posible comparar el resultado con valores observados de P_i para evaluar la bondad de ajuste. Para escapar de tal círculo procede preguntarse ¿cómo se puede manifestar la eficacia del efecto competitivo de un establecimiento en un conjunto de lugares respecto a los concurrentes? La respuesta que aquí se propone es que

la mejor traducción de ello reside en la cantidad de clientes que consigue o, de una forma más aquilatada, en la cuota de mercado o tasa de penetración obtenida en cada lugar. El cuerpo de doctrina existente sobre modelado de la demanda espacial (vid. por ejemplo las síntesis de WALMSLEY y LEWIS, 1984, cap. 9; TELLIER, 1985, pp. 95 y ss.; O'NEILL y JASPERS, 1992; MORENO, 2001, cap. 2) sustenta la idea de que, aparte de los rasgos de la propia población, la cifra de clientela captada, reflejará de forma sintética tanto el poder de atracción (debido a factores endógenos), como la fricción de la distancia (factor exógeno). Se propone por tanto una aproximación indirecta, pero muy relevante a la noción de competencia, a través de sus efectos o consecuencias.

En coherencia con lo anterior la metodología que se propone para la selección de modelos y la determinación de los coeficientes sería como sigue:

- Obtener información que permita conocer empíricamente la competencia espacial existente en un entorno concreto. Tal información podría sustentarse en datos de la clientela real de como mínimo un establecimiento, aunque resultaría necesario hacerlo sobre varios del ramo y en el contexto geográfico analizado, con objeto de que la representación de la realidad fuese más fiable y completa. De esta manera, y a través del examen de establecimientos con diferente poder de atracción, se podría evaluar la consistencia tanto del modelo elegido, como de su coeficiente.
- Preparar dichos datos para el calibrado de una función de descenso de la demanda con la distancia, análoga a cada uno de los modelos expuestos. Ello pasaría por determinar las unidades espaciales de análisis (polígonos irregulares, polígonos regulares tales como cuadrículas o hexágonos, coronas, etc.). En el caso de las coronas, por ejemplo, se delimitarían de forma concéntrica alrededor de cada establecimiento y se mediría para cada una de ellas dos variables: a) el radio en el centro de la corona (por ejemplo si se trata de coronas de 100 en 100 metros, los radios serían 150, 250, 350, etc.); y b) la proporción de clientes en cada corona respecto a la demanda potencial, por ejemplo la población residente; ello indicaría la tasa de penetración (o eventualmente la cuota de mercado). En su defecto, podría recurrirse a la densidad de clientes por corona, dividiendo la cifra de dichos clientes en cada corona por el área de la misma (en ha. por ejemplo) o sólo de las zonas pobladas. Éste último indicador sólo resulta apropiado cuando la densidad de la demanda potencial (e.g. la población) por corona sea relativamente homogénea. En cualquier caso, insistimos, el diseño de las unidades espaciales, sean coronas, cuadrículas regulares u otra partición está sujeto al problema de la unidad espacial modificable (PUEM), por lo que la aplicación ulterior de los resultados debería ser congruente con tales unidades espaciales.
- Calibrar los diferentes modelos, para lo cual podría recurrirse a alguna técnica basada en el criterio de mínimos cuadrados. Si se asume que el efecto del indicador O_j sobre la competencia es directamente proporcional (i.e. no está afectado por coeficiente alguno), bastaría con calibrar el parámetro de la variable distancia, realizando una reformulación aproximada de los modelos anteriores de la siguiente forma genérica:

$$D_i = f(A, B, C_{ij})$$

Siendo D_i la tasa de penetración observada en la corona o zona i , A y B dos coeficientes a estimar y C_{ij} la distancia entre i y j . Así por ejemplo el modelo lineal se reescribiría:

$$D_i = B - \left(B \cdot \frac{C_{ij}}{A} \right)$$

y el modelo exponencial como

$$D_i = B / e^{A \cdot C_{ij}}$$

Para los restantes modelos la reformulación es una simple variación de esta última. Nótese que la variable O_j ha sido sustituida y hecha equivalente a un parámetro B a estimar libremente. Siendo B la ordenada en el origen, equivaldría al poder de atracción sin "erosión" por la distancia. Así se hace cargar el peso determinante del calibrado en la variable distancia y su coeficiente asociado, que es el que se desea conocer para reutilizarlo en los modelos primeros. La variable independiente por tanto sería los radios de distancia a cada corona y la dependiente, la proporción o densidad de clientes.

- Comparar la bondad de ajuste de los distintos modelos y retener el mejor.
- Aplicar el coeficiente de la variable de distancia al modelo de competencia espacial análogo.

A modo de ilustración en el recuadro 1 se muestra el resultado de aplicar la metodología propuesta a unos datos reales correspondientes a un consultorio de servicios médicos especializados para la población (obtenidos por encuesta en el establecimiento). El ajuste se realizó usando un procedimiento de estimación no lineal de tipo iterativo, disponible en programas estadísticos estándar³. En la figura 4 se muestran la tasa de penetración observada (TasaPen) y estimada (TPest1) mediante el modelo exponencial raíz cuadrada. Así mismo, y a efectos de ilustrar la lógica del modelo, se han incluido dos curvas más (TPest2 y TPest3), obtenidas con el mismo modelo, pero duplicando o triplicando la ordenada en el origen (15,54), la cual representa al indicador O_j . En concreto para dichas curvas esa variable adquiere los valores 30 y 45 respectivamente. Con ellas se ilustra la variación espacial estimada del efecto competitivo al aumentar el indicador del poder de atracción de un establecimiento específico. Tal rasgo resulta congruente con las curvas de penetración para diferentes tipos de establecimientos y distancias que THOMPSON (1982) desarrolló.

3. Sobre el tema del ajuste de modelos no lineales remitimos a la sencilla introducción de TAYLOR (1983), quien usa una linealización previa de los modelos para resolverlos mediante regresión lineal simple. Un ejemplo de aplicación puede verse en MORENO et al. (1991). Textos más amplios son los de SEBER y WILD (1989), RATKOWSKY (1990) y ROSS (1990).

RECUADRO 1.

CALIBRADO DE LA FUNCIÓN DE DESCENSO DE LA TASA DE PENETRACIÓN CON LA DISTANCIA PARA UN ESPECIALISTA MÉDICO PRIVADO EN UNA CIUDAD MEDIA (*)

DATOS

CORONA (m.)	MARCA DE CLASE	TASA DE PENETRACIÓN (%)
0-500	250	4.58
500-1000	750	0.64
1000-1500	1250	1.32
1500-2000	1750	0.49
2000-2500	2250	1.68

MODELO

MODELO	R ²
Lineal: TasaPen = B-(B*(DISTANCIA/A)) TasaPen = 3.360606 - (3.360606*(DISTANCIA/2500))	0.314
Exponencial: TasaPen = B/EXP(DISTANCIA*A) TasaPen = 7.219899 / EXP(DISTANCIA*2.009074E-03)	0.624
Normal: TasaPen = B/EXP((DISTANCIA^2)*A) TasaPen = 5.735057 / EXP((DISTANCIA^2)*3.650796E-06)	0.568
Exponencial y raíz cuadrada: TasaPen = B/EXP((DISTANCIA^0.5)*A) TasaPen = 15.53705 / EXP((DISTANCIA^0.5)*8.058113E-02)	0.712
Pareto (= Potencial): TasaPen = B/EXP(LNE(DISTANCIA)*A) TasaPen = 100 / EXP(LN(DISTANCIA)*.5968103)	0.697

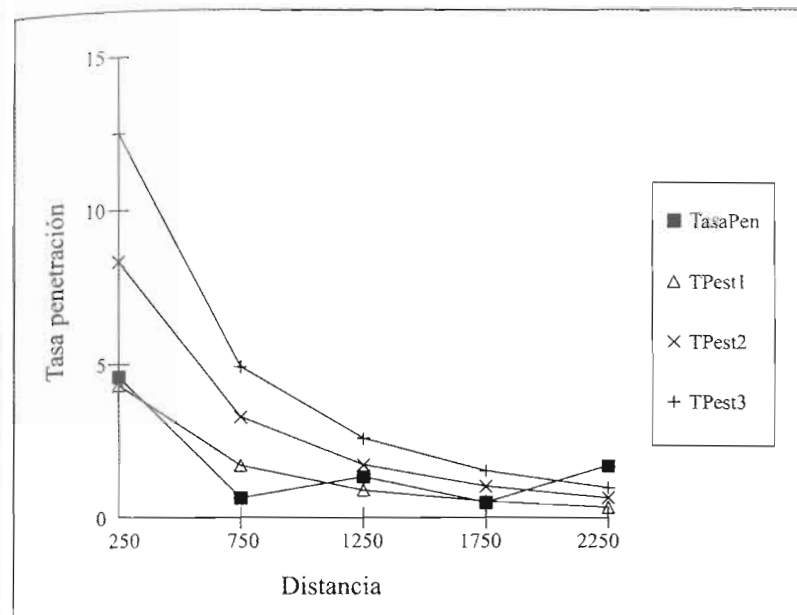
CONCLUSIÓN

El mejor ajuste lo proporcionan los modelos exponencial raíz cuadrada y el de Pareto, de acuerdo a su R².

(*) Se aplicó un procedimiento iterativo de ajuste no lineal (el método de Marquardt) con el programa estadístico NCSS 2000 para estimar los dos parámetros. El método, a partir de unos valores iniciales para ambos elegidos por el investigador juiciosamente, prueba de forma repetida con nuevos valores hasta identificar los que minimizan la suma de las diferencias cuadráticas entre los valores observados de la variable dependiente y los predichos.

FIGURA 4.

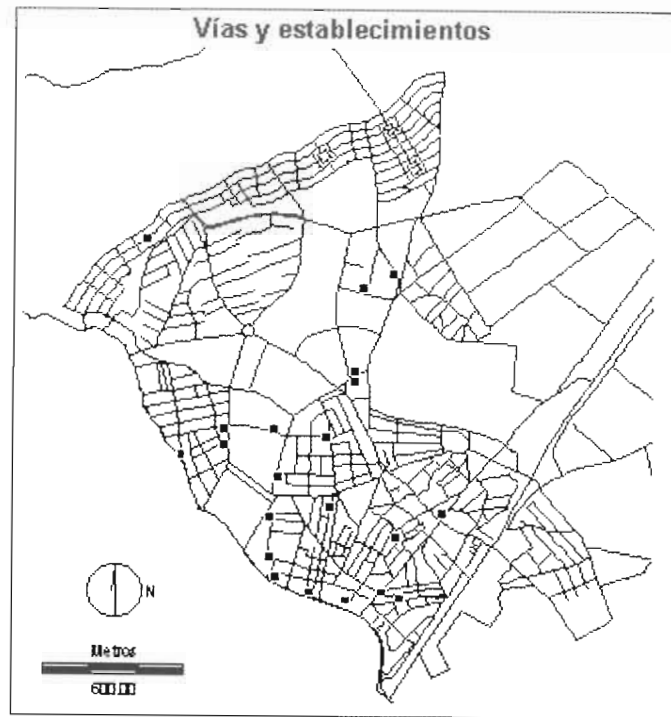
REPRESENTACIÓN DE LOS DATOS OBSERVADOS PARA EL EJEMPLO DEL RECUADRO 1 (TASAPEN) Y LOS ESTIMADOS MEDIANTE EL MODELO EXPONENCIAL RAÍZ CUADRADA



2.3. La aplicación de los modelos de competencia espacial con SIG

A los efectos anteriores surge la conveniencia de recurrir a las prestaciones de los sistemas de información geográfica, como instrumentos que permiten la representación y modelado ágil de fenómenos espaciales como el que nos ocupa. En la figura 5 se muestra la distribución espacial de los establecimientos de servicios médicos privados que en una ciudad del área metropolitana madrileña existían del mismo tipo que el de los datos del recuadro 1. Tradicionalmente el análisis estratégico de la localización minorista se ha nutrido fundamentalmente de este tipo de mapas de puntos (simbolizados con formas diferentes según el tipo de establecimiento y graduados o no según un indicador de tamaño) para "visualizar" la competencia espacial. Sin embargo, la congestión de símbolos en lugares de concentración comercial perturba la apreciación y, por otro lado, la forma y alcance espacial de sus efectos competitivos no se percibe. La aplicación de la metodología expuesta tiene como ventaja que, aparte de preservar y poder mostrar esa información puntual, también facilita la plasmación de los niveles de competencia espacial, al aplicar los cálculos del modelo elegido a cualquier punto del espacio, generando así una superficie continua; en síntesis se trata de desembocar en mapas de isopletas que en este caso serían de "isocompetencia".

FIGURA 5.
DISTRIBUCIÓN DE UN TIPO DE ESTABLECIMIENTO DE SERVICIOS AL CONSUMIDOR
EN LA CIUDAD DE SAN SEBASTIÁN DE LOS REYES (JUNTO A MADRID)



Aunque los SIG poseen ciertas funciones para poder calcular este tipo de índices y los mapas subsiguientes, su obtención suele requerir un alto número de pasos y resulta laboriosa. Conviene disponer de un procedimiento más ágil y esto es lo que se ha pretendido con el programa DIFEX. Se trata de una aplicación desarrollada, a partir de trabajos previos de BOSQUE y MORENO (1990), para facilitar la obtención de mapas como los de competencia espacial, en conexión con un sistema de información geográfica ampliamente difundido, IDRISI32 (EASTMAN, 1999). Dicho programa opera bajo un modelo de datos raster, como dicho SIG, y es capaz de leer los datos y escribir los resultados en un formato ASCII compatible con el mismo. En el programa (escrito en Visual Basic) se han incluido las cinco formulaciones mencionadas en este trabajo entre las que el usuario puede elegir la más conveniente para representar la difusión espacial de la competencia. Como datos de entrada requiere un archivo (capa raster) conteniendo en sus celdillas o píxeles un indicador de la magnitud o atractivo de la oferta (por ejemplo, el tamaño del establecimiento allí ubicado). En la FIGURA 6 se muestra la ventana de diálogo del programa. En ella se han de especificar diversas opciones por parte del usuario, entre ellas, el modelo elegido, un alcance espacial (opcional) para limitar dicha difusión de la competencia y un coeficiente que modula la fricción que ejerce

la distancia. El programa usa como medida de distancia la línea recta, por lo que su validez queda limitada a aquellos entornos geográficos en los que tal indicador de separación sea apropiado. Este hecho supone un reduccionismo fuerte y una restricción a su aplicabilidad realista, no obstante en las conclusiones se volverá sobre esta cuestión, al tratar las posibilidades de mejora futura de esta metodología.

El resultado obtenible con dicho programa es un archivo o capa raster conteniendo para cada cuadrícula espacial o píxel un valor expresivo del nivel de competencia en cada lugar del espacio, que puede ser visualizado como un mapa. En el ejemplo empírico utilizado aquí se ha asumido que la variable O_j era constante para todos los establecimientos ya que, por tratarse de un servicio médico privado prestado en clínicas pequeñas y habitualmente con un solo profesional, esa asunción parece realista (se adoptó un valor 1 para todos ellos). En la FIGURA 7 se presenta el mapa de competencia espacial obtenido mediante el uso de la fórmula exponencial raíz cuadrada anteriormente retenida en el proceso de calibrado y selección del modelo. Procede resaltar que la obtención de las isolíneas uniendo puntos de idéntico nivel de competencia espacial ha sido realizada con una de las prestaciones del mencionado SIG. Para ilustrar mejor el interés de insertar esta información cartográfica en los análisis estratégicos de las firmas se ha elaborado un mapa adicional, simulando un escenario en el que uno de los establecimientos (concretamente el situado en el extremo NW) hubiese incrementado su poder de atracción al triple, debido a una ventaja comparativa interna. En tal caso, y aplicando el mismo modelo, con el mismo coeficiente, pero con un indicador de atractivo incrementado para dicho establecimiento, el efecto competitivo del mismo se intensificaría y ampliaría espacialmente, especialmente en sus zonas circundantes. La FIGURA 8 muestra la nueva imagen de la competencia espacial y su lectura permite constatar los cambios en las distintas zonas, por lo que la identificación de zonas de oportunidad o de competencia dura se hace más palpable.

3. Conclusión y perspectivas

La toma de decisiones estratégicas concernientes a la localización de establecimientos minoristas del comercio y los servicios, así como el seguimiento de los logros (ventas) de los mismos pueden verse favorecidos merced a un conocimiento mejorado del nivel de competencia espacial existente. Como todo concepto, resulta elusivo de medir y en este artículo, sobre la base de ciertos antecedentes teórico-metodológicos se ha realizado un esfuerzo de modelado con vistas a aprehender primero de forma numérica dicha dimensión y a representar después cartográficamente los resultados como mapas de isocompetencia. El examen visual de dichos mapas hace mucho más asequible la percepción de este fenómeno y por tanto su utilización por los decisores empresariales en un contexto cada vez más competitivo. La conjunción de herramientas estadísticas y de SIG hace posible llevar a cabo aplicaciones del procedimiento de forma ágil y realista.

FIGURA 6.
VENTANA DE DIÁLOGO DEL PROGRAMA DIFEX

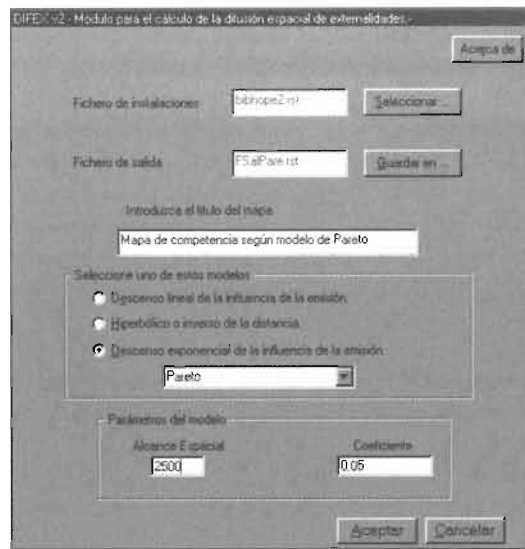
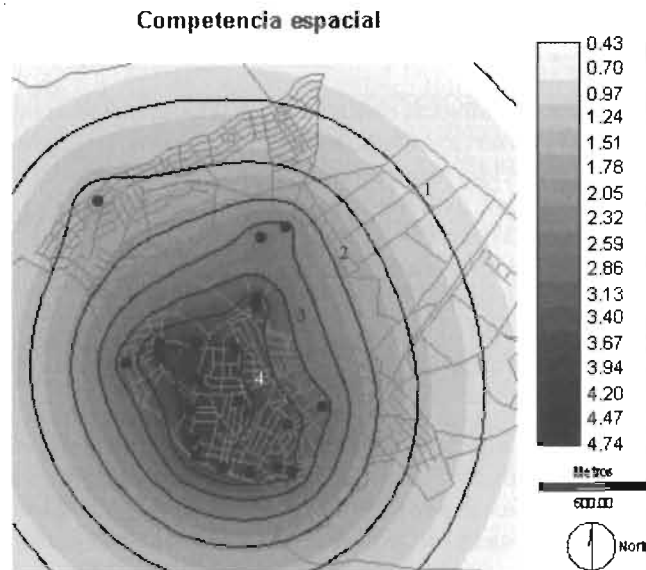
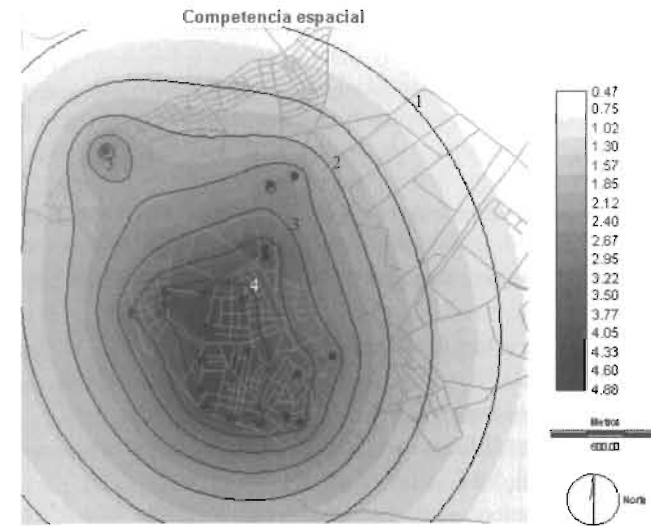


FIGURA 7.
REPRESENTACIÓN DE LOS NIVELES DE COMPETENCIA ESPACIAL SEGÚN EL MODELO EXPONENCIAL RAÍZ CUADRADA (COEF. = 0,081) Y LOS ESTABLECIMIENTOS SOBRE EL PLANO DE LA CIUDAD



Nota: Intervalo entre isolineas 0,5.

FIGURA 8.
SIMULACIÓN DE LA COMPETENCIA ESPACIAL ASUMIENDO QUE EL ESTABLECIMIENTO SITO AL NW POSEE UN PODER DE ATRACCIÓN TRIPLE QUE EL RESTO



Nota: Intervalo entre isolineas 0,5.

No obstante, parece necesaria la ejecución de nuevos estudios con vistas a validar, o eventualmente revisar, la metodología, ya que ciertos aspectos son susceptibles de refinar e incluso de contrastar. Ello es particularmente cierto en dos direcciones. Por un lado, en lo que concierne a examinar la competencia espacial entre tipos de establecimientos o categorías de empresas ya que, como es sabido, la concurrencia se puede categorizar por niveles (vid. MUNUERA y RODRÍGUEZ, 1998, pp. 185-188). Ello significaría examinar la cuestión entre segmentos de competidores, por ejemplo, hipermercados, cadenas franquiciadas, etc. Y por otro, en lo relativo a las unidades espaciales adoptadas y al indicador de fricción de la distancia. En efecto, la resolución operativa de los modelos propuestos asume, al igual que muchos modelos espaciales seminales (como el de CHRISTALLER), un espacio isotrópico, a modo de una llanura homogénea en la que la difusión del efecto competitivo es idéntica en todas direcciones. Ello supondría una igual capacidad de desplazamiento en cualquier sentido y dirección. Dado que ello no es así, la alternativa pasa por adoptar un espacio anisotrópico, lo que, a nuestros efectos, significaría que la capacidad de atraer clientes (resultado de la atracción competitiva) variaría de acuerdo con: los "canales" por los que discurren los desplazamientos de los clientes (e.g. las calles), los medios de transporte usados por los clientes, el coste que implica el desplazamiento (expresable por ejemplo en unidades temporales o monetarias), etc. Todo ello conduce inexorablemente a recurrir al denominado análisis de redes dentro de los sistemas de información geográfica, como entorno más apropiado para resolver tanto el calibrado de los modelos, como la representación espacial de la competencia.

Bibliografía

- AMAGO, F. S. (2000): *Logística y marketing geográfico*. Barcelona, Centro Intermodal de Logística - Instituto Iberoamericano de Logística - Marge Design Editors.
- BOSQUE SENDRA, J. *et al.* (1986): "Algunos problemas metodológicos de las técnicas cuantitativas en Geografía Humana", en *La Geografía teórica y cuantitativa. Concepto y métodos*. Oviedo, Universidad de Oviedo, pp. 55-74.
- BOSQUE, J. y MORENO, A. (1990): "Facility location analysis and planning: A GIS approach", *EGIS'90, First European Conference on Geographical Information Systems*. Utrecht, EGIS Foundation, vol. 1, pp. 87-94.
- BRÖCKER, J. (1989): "How to eliminate certain defects of the potential formula", *Environment and Planning A*, 21, pp. 817-830.
- CLIQUET, G. (1992): *Management stratégique des points de vente. Management des organisations*. París, Dalloz-Sirey.
- CRAIG, J. (1987): "Population potential and some related measures", *Area*, 19, 2, pp. 141-146.
- DAY, D., DeSARBO, W. y OLIVA, T. (1987): "Strategy maps: A spatial representation of intra-industry competitive strategy", *Management Science*, 33, 12, pp. 1534-1551.
- EASTMAN, J. R. (1999): *IDRISI32. Guide to GIS and image processing*. Worcester (Mass.), Clark Labs, Clark University, vol. 1 y 2.
- EASTON, G. (1988): "Competition and marketing strategy", *European Journal of Marketing*, 22, 2, pp. 31-49.
- EISELT, H. y LAPORTE, G. (1989): "Competitive spatial models", *European Journal of Operational Research*, 39, pp. 231-242.
- FROST, M. y SPENCE, N. (1995): "The rediscovery of accessibility and economic potential: the critical issue of self-potential", *Environment and Planning A*, 27, pp. 1833-1848.
- GHOSH, A. y McLAFFERTY, S. L. (1987): *Location strategies for retail and service firms*. Lexington, Lexington Books.
- GOLLEDGE, R. y STIMSON, R. (1997): *Spatial behavior. A geographic perspective*. New York, The Guilford Press.
- GONZÁLEZ, E., PEREIRO, P. y GONZÁLEZ, I. (1998): "Conceptualización de la variable imagen percibida y su modelización mediante un modelo M.C.I. subjetivo para explicar la selección de un punto de venta minorista en productos de compra esporádica: una aplicación empírica", *Revista Española de Investigación de Marketing*, 2, 2, pp. 47-65.
- GONZÁLEZ BENITO, O. (2000): "Competencia espacial intraurbana de las cadenas líderes de hipermercados en España: Modelización explicativa en el marco de la estrategia de localización", *Revista Española de Investigación de Marketing*, 6, pp. 113-142.
- HANSEN, W. (1959): "How accessibility shapes urban land use", *Journal of the American Institute of Planners*, 25, pp. 73-76.
- HARRIS, Ch. (1959): "The market as a factor in the localization of industry in the United States", *Annals of the Association of American Geographers*, 44, pp. 315-348.
- HAWKINS, D., BEST, R. y CONEY, K. (1989): *Consumer behavior: implications for marketing strategy*. Boston, etc. Richard Irwin, 4ª ed.
- HUNT, S. y MORGAN, R. (1995): "The comparative advantage theory of competition", *Journal of Marketing*, 59, pp. 1-15.

- JONES, K. y SIMMONS, J. (1990): *The retail environment*. Londres y Nueva York, Routledge.
- MARTÍN HERNANDO, M. A. (1994): *Espacio y comercio al por menor en la región de Murcia*. Murcia, Caja de Ahorros del Mediterráneo.
- MORENO, A. *et al.* (1991): "Los centros culturales en Madrid. Un análisis geográfico de la provisión y el uso", *Estudios Geográficos*, 205, pp. 697-730.
- MORENO, A. *et al.* (1999): "La competencia espacial de grandes superficies comerciales en áreas metropolitanas. Un estudio de caso", en *La Geografía de los servicios en España*, ANTÓN BÚRGOS, F. J. (Ed.), Madrid, Universidad Complutense de Madrid-Grupo de Trabajo de Geografía de los Servicios, pp. 569-576.
- MORENO, A. (2001, Dir.): *Geomarketing con sistemas de información geográfica*. Madrid, Dpto. de Geografía de la Universidad Autónoma de Madrid-Grupo de Métodos Cuantitativos, SIG y Teledetección de la Asociación de Geógrafos Españoles.
- MUNUERA, J.L. y RODRÍGUEZ, A. I. (1998): *Marketing estratégico. Teoría y casos*. Madrid, Pirámide.
- NELSON, R. (1958): *The selection of retail locations*. Nueva York, F. W. Dodge Corporation.
- ÖBERG, S. (1976): "Methods of describing physical access to supply points", *Lund Studies in Geography, Ser. B Human Geography*, 43, 141 p.
- O'NEILL, M. y JASPERS, C. (1992): "An evaluation of models of consumer spatial behavior using the environment-behavior paradigm", *Environment and Behavior*, 24, 4, pp. 411-440.
- OPENSHAW, S. y TAYLOR, P. (1981): "The modifiable areal unit problem", en WRIGLEY, N. y BENNETT, K. (Eds.): *Quantitative geography: a British view*. Londres, Routledge and Kegan Paul, pp. 60-69.
- POOLER, J. (1987): "Measuring geographical accessibility: a review of current approaches and problems in the use of population potentials", *Geoforum*, 18, 3, pp. 269-289.
- PORTER, M. (1982): *Estrategia competitiva*. México, Compañía Editorial Continental.
- (1987): *Ventaja competitiva*. México, Compañía Editorial Continental.
- RATKOWSKY, D. (1990): *Handbook of nonlinear regression models*. Nueva York, Marcel Dekker Inc.
- ROSS, G. (1990): *Nonlinear estimation*. New York, Springer Verlag.
- SEBER, G. y WILD, C. (1989): *Nonlinear regression*. Nueva York, John Wiley and Sons.
- TAYLOR, P. J. (1983): *Distance decay in spatial interaction*, Norwich, GeoAbstracts, Concepts and Techniques in Modern Geography, 2.
- TELLIER, L. N. (1985): *Economie spatiale*. Chicoutimi, Gaëtan Morin.
- THISSE, J. F. (1988): "La concurrence spatiale", en PONSARD, C. (Dir.): *Analyse économique spatiale*. París, Presses Universitaires de France, pp. 159-192.
- THOMPSON, J. (1982): *Site selection*. Nueva York, Lehar-Friedman Books.
- WENDEL, R. y McKELVEY, R. (1981): "New perspectives in competitive location theory", *European Journal of Operations Research*, 6, pp. 174-182.
- WALMSLEY, D. y LEWIS, G. (1984): *People and environment: behavioral approaches in human geography*. Harlow, Longman, 2ª ed. 1993.