
MODELOS DE GRAVITACIÓN COMERCIAL: UNA APLICACIÓN AL ANUARIO COMERCIAL DE ESPAÑA

Pedro Chasco Lafuente

Responsable Área Economía Microterritorial.
Instituto L. R. Klein
Universidad Autónoma de Madrid
Junio 2000

RESUMEN

La experiencia del autor como responsable del proyecto de investigación "Anuario Comercial de España", del Instituto Lawrence R. Klein, en lo que respecta a la determinación de los flujos comerciales de los consumidores, le ha movido a presentar esta comunicación, cuyo objetivo es mostrar la utilidad de la aplicación de los Modelos de Gravitación Comercial para la determinación de áreas de mercado, en este caso de las áreas y subáreas comerciales de España. Para ello, se desarrollan dos modelos (Reilly y Huff) aplicados a dos casos reales, que ponen de manifiesto también las importantes aplicaciones que se derivan del conocimiento y actualización de los flujos comerciales de los consumidores. Estas aplicaciones trascienden con mucho de las aplicaciones correspondientes a la actividad comercial (planes de expansión de centros comerciales, urbanismo comercial, etc.), ya que muchas actividades económicas están condicionadas o correlacionadas con las áreas de atracción comercial: planificación de estructuras viarias, localización y planes de expansión de sucursales bancarias, hospitales, estaciones de gasolina, etc.

1. INTRODUCCIÓN

El Instituto de Estudios Universitarios **Lawrence R. Klein**, de la Universidad Autónoma de Madrid, ha venido actualizando, desde 1992, las áreas de mercado determinadas por los flujos comerciales de los consumidores o desplazamientos de los mismos desde sus municipios de origen a un municipio de destino (núcleo central o cabecera de área), para realizar sus compras más importantes. En el "**Anuario Comercial de España 2000**" se incluye la última de las actualizaciones elaboradas por el Instituto Klein. Este Anuario Comercial contiene la delimitación geográfica de las áreas (73) y subáreas (208) comerciales de España a 1 de Julio de 1999, y una gran variedad de datos estadísticos e indicadores sociodemográficos representativos de los municipios de más de 1.000 habitantes. En concreto, las variables más significativas en el estudio de las áreas comerciales serían la población (1998), nivel económico (renta familiar disponible por habitante, 1998) y distancia en kilómetros a la cabecera de área comercial (1.696), así como el mercado potencial de las cabeceras de área y subárea comercial (1998). Actualmente se está elaborando el "**Anuario Comercial de España 2001**" con esta información actualizada un año más.

El municipio, la provincia, la comunidad autónoma y otras divisiones de carácter político y administrativo son divisiones territoriales que en muchos casos carecen de sentido económico, a diferencia de las áreas de mercado. Este problema de la delimitación de los mercados, independientemente de las divisiones político-administrativas existentes, se lo planteó por primera vez el profesor Reilly, de la Universidad de Texas, en 1931.

Las indicadas áreas y subáreas comerciales del Anuario Comercial de España 2000 se han determinado fundamentalmente a través de dos Modelos de Gravitación Comercial: **Modelo de Reilly** y **Modelo de Huff**, aunque también se han probado otros Modelos de Interacción Espacial, como el Modelo Logit de Destinos Competitivos, que incorpora un mayor número de variables. Como complemento a la aplicación de modelos, se ha utilizado asimismo el Método de **Encuesta Telefónica**, dirigida a los Ayuntamientos de los municipios, principalmente a los secretarios de los mismos, en base a un cuestionario de pequeña extensión y debidamente estructurado con objeto de averiguar si los consumidores del municipio encuestado se desplazaban con alguna habitualidad a otro municipio mayor para realizar las compras más importantes, frecuencia de los desplazamientos y tipos de comercios que visitaban.

Los buenos resultados obtenidos nos lleva a destacar la utilidad que tiene, en muchos casos, la **aplicación de Modelos de Gravitación comercial**. Los modelos llamados gravitatorios se fundamentan en dos variables: una variable "masa" o de atracción y otra variable "fricción" o de frenado. Estos modelos gravitatorios son el fundamento de los llamados Modelos de Interacción Espacial, cuyo objetivo es modelizar todo movimiento o comunicación sobre el espacio resultante de un proceso de decisión; esto implica un origen, un destino y el movimiento resultante de la elección que hace el origen del destino. Todos estos modelos tienen muchos campos de aplicación: las migraciones, los desplazamientos para hacer las compras o por causa de servicios administrativos, sanitarios, financieros, etc.

Se trata de modelos, todos ellos, muy útiles para explicar el comportamiento de los individuos ante situaciones de elección. Tal es el caso de los referidos Modelo de Reilly (1931), Modelo de Huff (1963), así como del Modelo Multiplicativo de Interacción Competitiva, de Nakanishi y Cooper (1974), Modelo Logit Multinomial de McFadden (1974) (que es una de las generalizaciones posibles del Modelo gravitatorio de Huff) y del Modelo Logit de Destinos Competitivos de Fotheringham (1989), entre otros.

Como ya se ha indicado anteriormente, para la determinación de las áreas y subáreas comerciales de España, los modelos de gravitación comercial que se han empleado fundamentalmente han sido los Modelos de Reilly y Huff. Estos modelos gravitatorios sólo tienen en cuenta dos variables: la variable "masa" de atracción comercial (que en el caso del Anuario Comercial de España es la variable "superficie de venta") y la variable "fricción", que suele ser la

distancia entre el punto de origen y el de destino (o también, el tiempo de viaje). Estos dos modelos no tienen en cuenta otras variables que pueden ser importantes en la determinación de los flujos comerciales, como son las variables relativas al punto de origen (nivel económico, edades de la población, etc.), que sí recogen los Modelos Logit, pero su uso resulta más eficaz en la determinación de los flujos comerciales en casos de variables con alto grado de agregación, como es el caso de las áreas comerciales de España.

En definitiva, queremos destacar que no todos los modelos son igualmente aplicables en cada caso. Según nuestro análisis y para situaciones de grandes agregados, como es el caso de las áreas comerciales del Anuario Comercial de España (donde el punto de origen está constituido por el conjunto de consumidores de un municipio y el punto de destino es el conjunto de todos los centros comerciales del municipio cabecera de área), los Modelos de Reilly y Huff resultan más adecuados que los Modelos Logit; este último es más eficaz, sin embargo, en situaciones de menor agregación (en donde, por ejemplo, se consideran gravitaciones de consumidores o familias sobre un centro comercial individual). Por este motivo, se desarrollan a continuación los Modelos de Reilly y de Huff, con dos ejemplos reales ilustrativos de su aplicación. Pero antes se considera conveniente precisar el concepto de área comercial.

CONCEPTO DE ÁREA COMERCIAL

Se puede definir el **área comercial** como "un espacio geográfico cuya población se dirige, con fuerte preponderancia, a una localidad importante en el citado espacio para la compra de artículos de uso no corriente" (Atlas Comercial de España, 1963).

Los habitantes de la zona comprendida dentro del área comercial acuden a un municipio de la misma, la cabecera, a hacer compras de bienes de un cierto valor, que no se adquieren todos los días y que requieren una cuidadosa elección. Los consumidores de un área concreta se desplazan preferentemente a su cabecera y no a otro núcleo, en razón a diversas causas, como son el tiempo de viaje o calidad de las comunicaciones y el equipamiento comercial.

La localidad sobre la cual gravita la población del área comercial para hacer compras se llama **cabecera de área o núcleo central**. Un área comercial es una especie de "provincia comercial". Siguiendo con el símil, la cabecera de área jugaría el papel de "capital" de esa provincia comercial.

Las áreas comerciales pueden tener o no una o varias **subáreas comerciales**. Estas son zonas geográficas cuya población acude para hacer ciertas compras a un determinado núcleo urbano -cabecera de subárea-, mientras que a su vez, toda la subárea es atraída por la cabecera de área, que tiene un grado mayor de intensidad y especialización comercial.

2. MODELO DE REILLY

El profesor W.J. Reilly, de la Universidad de Texas, publicó en 1931 su Ley de Gravitación del Comercio al Detall ("The Law of Retail Gravitation"):

$$\frac{V_a}{V_b} = \left(\frac{P_a}{P_b} \right)^1 * \left(\frac{D_b}{D_a} \right)^2$$

donde:

V_a = importe de las ventas que la localidad "a" atrae de una localidad intermedia "t"

V_b = importe de las ventas que la localidad "b" atrae de una localidad intermedia "t"

P_a = Población de la localidad "a"

P_b = Población de la localidad "b"

- $D_a =$ Distancia de la localidad "a" a la localidad "t"
 $D_b =$ Distancia de la localidad "b" a la localidad "t"

Este modelo de Reilly expresa que las ventas que dos localidades ("a" y "b") atraen de una localidad intermedia, son directamente proporcionales a sus poblaciones e inversamente proporcionales al cuadrado de las distancias entre la localidad intermedia y las dos localidades consideradas.

Los parámetros o exponentes 1 y 2 de la fórmula anterior los obtuvo Reilly empíricamente. El exponente 1 lo dedujo de un estudio realizado en 7 importantes localidades y alrededor de 1.000 pequeñas localidades de Texas. A continuación, en base a un análisis de 225 casos, obtuvo el parámetro 2 de su fórmula como valor más frecuente.

A partir de esta fórmula de Reilly se obtiene el siguiente modelo, para el caso particular de $V_a / V_b = 1$ y después de una serie de sencillas transformaciones matemáticas:

$$D_{al} = \frac{D}{1 + \sqrt{\frac{P_b}{P_a}}}$$

siendo:

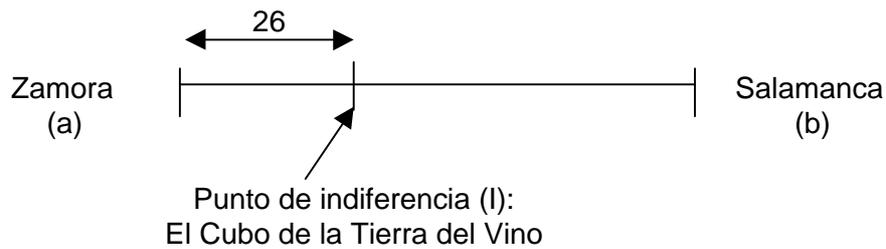
- $D_{al} =$ límite del área o subárea comercial de la localidad o municipio "a" (cabecera de área o subárea) medido en kilómetros a lo largo de la carretera o vía de comunicación que conduce a la localidad "b" (cabecera de otra área o subárea). Es, por tanto, dicha distancia el "punto de indiferencia" (I) entre dos localidades (a y b) en el cual los consumidores serían indiferentes a comprar o gravitar comercialmente en cualquiera de dichas dos localidades.
 $D =$ distancia en kilómetros a lo largo de la carretera más importante entre "a" y "b".

En este modelo se suele sustituir la variable "distancia en Kms." por la variable "tiempo de viaje" cuando una localidad o municipio situado entre "a" y "b" está comunicado por carreteras de distinta categoría (por ejemplo, una carretera normal y una autovía) con una y otra cabecera de área o subárea.

Asimismo, conviene sustituir la variable "Población" por la variable "equipamiento comercial" (medida en m² de superficie bruta alquilable, SBA), en los casos donde no exista una gran correlación entre las variables "población" y "equipamiento comercial"; es decir, cuando, por ejemplo, la población de una localidad "a" sea menor que la de la localidad "b" y, sin embargo, sea mayor su equipamiento comercial.

Presentamos ahora, como aplicación práctica, un caso perteneciente a la Comunidad de Castilla y León: la determinación del punto de indiferencia entre las ciudades cabeceras de área Zamora y Salamanca. Si se considera como variable "masa" la superficie de venta de grandes y medianas superficies y de cadenas y, como variable "fricción" la distancia entre ambos municipios, por la carretera nacional N-630, la aplicación del modelo ofrece los siguientes resultados:

- Equipamiento comercial de Zamora (a): 146.513 m²
 Equipamiento comercial de Salamanca (b): 286.514 m²
 Distancia entre Zamora y Salamanca: 62 Kms.
 $D_{al} =$ distancia del municipio de Zamora al punto de indiferencia I, o lo que es lo mismo, límite del área comercial de Zamora y del área comercial de Salamanca.



Se observa que todos los municipios situados entre Zamora y El Cubo de la Tierra del Vino gravitan comercialmente sobre Zamora, mientras que los municipios situados entre El Cubo de la Tierra del Vino y Salamanca gravitan sobre Salamanca; y que el límite del área comercial de Zamora está a 26 kilómetros de la cabecera Zamora y el límite del área comercial de Salamanca está a 36 kilómetros de la cabecera Salamanca.

Esto quiere decir, por ejemplo, que hay personas que prefieren recorrer más de los 31 Kms que supone la media de distancia entre Zamora y Salamanca, para ir a comprar a Salamanca, debido al mejor equipamiento comercial de esta cabecera.

Ya se ha indicado que en este modelo se puede considerar la variable "superficie de venta" en vez de la variable "población", y "tiempo de viaje" en vez de "distancia". Asimismo, el modelo puede aplicarse para un centro comercial en vez de para un municipio ("a" y "b" podrían ser dos centros comerciales, de tal forma que el centro comercial "a" atraería a los consumidores situados entre "a" e "I" -punto de indiferencia-, y el centro comercial "b" ejercería una atracción comercial sobre los consumidores situados entre "b" e "I").

3. MODELO DE HUFF

El Modelo de Huff expresa la atracción que ejerce el equipamiento comercial de una determinada localidad cabecera de área o subárea "j" sobre el consumidor medio de una localidad o municipio "i" en los siguientes términos de probabilidades:

$$P_{ij} = \frac{S_j^{\alpha} T_{ij}^{\beta}}{\sum_{k=1}^n S_k^{\alpha} T_{ik}^{\beta}}$$

Donde:

- P_{ij} = Probabilidad de que un consumidor de un municipio i (punto de origen) se desplace a un municipio j determinado (punto de destino)
- S_j = Metros cuadrados de superficie de venta del equipamiento comercial existente en el municipio j
- S_k = Metros cuadrados de superficie de venta del equipamiento comercial existente en el municipio k de destino
- T_{ij} = Tiempo empleado en el desplazamiento para llegar de la base i del consumidor al municipio j
- T_{ik} = Tiempo empleado en el desplazamiento para llegar de la base i del consumidor al municipio k
- α = Parámetro que refleja la sensibilidad del cliente al tamaño (m²) del equipamiento comercial existente

- β = Parámetro que refleja la sensibilidad del cliente al tiempo de desplazamiento
- n = Número de municipios considerados por el consumidor como otros posibles centros de atracción, junto con el municipio j

Los parámetros α y β se calculan en base a datos empíricos. Estos parámetros suelen coincidir con los de la Ley de Reilly: $\alpha = 1$ y $\beta = -2$.

El caso que presentamos pertenece también a la Comunidad de Castilla y León. Se trata del estudio sobre la gravitación comercial del municipio de **Villagómez la Nueva** (Valladolid), situado entre tres importantes cabeceras de área: Valladolid, Palencia y León.

Municipio de Valladolid: 679.765 m²

Municipio de Palencia: 181.215 m²

Municipio de León: 338.498 m²

Tiempo de viaje entre el municipio de Villagómez la Nueva y el de Valladolid: 62 minutos

Tiempo de viaje entre el municipio de Villagómez la Nueva y el de Palencia: 46 minutos

Tiempo de viaje entre el municipio de Villagómez la Nueva y el de León:

51 minutos

P_{vv} : Probabilidad de que el consumidor medio del municipio de Villagómez la Nueva realice sus compras más importantes en Valladolid

P_{vp} : Probabilidad de que el consumidor medio del municipio de Villagómez la Nueva realice sus compras más importantes en Palencia

P_{vl} : Probabilidad de que el consumidor medio del municipio de Villagómez la Nueva realice sus compras más importantes en León

$$P_{vv} = \frac{679.765 * 62^{-2}}{679.765 * 62^{-2} + 181.215 * 46^{-2} + 338.498 * 51^{-2}} = 0.45$$

$$P_{vp} = 0.22$$

$$P_{vl} = 0.33$$

De donde se deduce que por cada 100 desplazamientos efectuados por los consumidores del municipio de Villagómez la Nueva a otros municipios para realizar sus compras importantes, 45 los realizan al municipio de Valladolid y 55 a los dos municipios restantes (Palencia y León). Aplicando la misma fórmula se obtiene $P_{vp} = 0,22$ y $P_{vl} = 0,33$. Por lo que, en definitiva, los consumidores de Villagómez la Nueva gravitan comercialmente un 45 % de las veces a Valladolid, un 22 % a Palencia y un 33 % a León.

Este modelo puede aplicarse también para un centro comercial concreto en concurrencia con otros varios centros comerciales, no sólo para municipios, donde P_{ij} sería la probabilidad de que un consumidor "i" se desplace a un centro comercial "j". Realmente, en el modelo original de Huff, " P_{ij} " es la probabilidad de que un consumidor individual "i" (no un consumidor medio de un municipio) se desplace a un establecimiento comercial "j" (no al equipamiento comercial total de un municipio), siendo, por tanto, "n" igual al número de establecimientos comerciales considerados por el consumidor como otros posibles centros comerciales de atracción, además del centro comercial "j" (en vez de número de municipios considerados).

6. CONCLUSIONES

- La utilización de **Modelos de Gravitación Comercial**, como los expuestos de Reilly y Huff, son en muchos casos, de gran utilidad para la determinación del área de mercado o zona de influencia de centros comerciales: bien del conjunto de establecimientos comerciales de un

municipio (los cuales constituyen el núcleo central de atracción comercial sobre otros municipios, conformándose las denominadas áreas y subáreas comerciales), o bien para la determinación del área de mercado de un gran Centro Comercial ("shopping center"), o incluso de un solo establecimiento comercial (hipermercado, gran almacén, supermercado, tienda especializada, etc).

- Estos modelos pueden utilizarse también para la determinación de áreas de mercado de otro tipo de establecimientos, además de los comerciales, como bancos, hospitales, agencias de viaje, estaciones de gasolina, etc. En algunos de estos casos, podría ser conveniente el empleo de otras variables masa y de fricción distintas de las señaladas en este trabajo (población o superficie de venta como variables masa, y distancia o tiempo de viaje como variables de frenado), tales como número de empleados, imagen, costes de transporte, etc.

- El conocimiento de las áreas de mercado de un centro comercial, banco, etc. constituye una información importante no sólo para la planificación de la expansión de nuevas sucursales o establecimientos, sino que -en el caso de puntos de venta ya existentes- sirve de ayuda importante para sus políticas comerciales y de marketing; por ejemplo, la cobertura de las acciones publicitarias y promocionales de un establecimiento debería centrarse en los límites territoriales del área de mercado o zona de influencia.

5. BIBLIOGRAFÍA

ALBADALEJO PINA, P. (1995), "*Cinco Líneas Metodológicas para la delimitación de áreas de mercado*". Revista "Estudios de Economía Aplicada", Asepelt España, nº 4, Diciembre 1995, pp. 5-27.

INSTITUTO L. R. KLEIN (2000), "*Anuario Comercial de España 2000*". "la Caixa", Barcelona.

INSTITUTO L. R. KLEIN (1994), "*Atlas Comercial de España 1994*". Banco Central-Hispano, Madrid.

BATTY, M. (1978), "*Reilly's Challenge: New Laws of Retail Gravitation Which Define Systems of Central Places*". *Environement and Planning, A*, nº 10, pags. 185-219.

BERMAN, B. y J.R. EVANS (1983), "*Retail Management. A Strategic Approach*". Cap. 7: "Choosing a Store Location: Trading-Area Analysis". McMillan Publishing Co., Inc., Nueva York.

CHASCO LAFUENTE, P. (1988), "*Modelos de Localización de Centros Comerciales*". Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Universidad Autónoma de Madrid.

CHASCO LAFUENTE, P. y CHASCO YRIGOYEN, C. (1988), "*Análisis de la evolución de las áreas comerciales de España*". *Investigación y Marketing*, 60; pp. 65-78; Aedemo. Madrid.

CHASCO YRIGOYEN, C. (1997), "*Modelos de determinación de áreas de mercado del comercio al por menor*". Tesina. Facultad de CC. Económicas y EE. (Universidad Autónoma de Madrid).

CHASCO YRIGOYEN, C. e INSA CIRIZA, R. (1999), "*Hispano-Lusitanian Market Areas in 1997*". *Emprego e Desenvolvimento Regional*, Vol. 1. Coimbra.

- CHASCO YRIGROYEN, C. y VICÉNS OTERO, J. (1998), "*Spatial interaction models applied to the design of retail trade areas*". 38th Congress of the European Regional Science Association. Viena.
- CONSEJO SUPERIOR DE CÁMARAS DE COMERCIO, INDUSTRIA Y NAVEGACIÓN DE ESPAÑA (1963), "*Atlas Comercial de España 1963*". Madrid.
- CRAIG, G.S., A. GHOSH y S. MCLAFFERTY (1984), "*Models of the Retail Location Process: A Review*". Journal of Retailing, vol. 60, n° 1. Primavera 1984, pp. 5-31.
- FOTHERINGHAM, A.S. y M.E. O'KELLY (1989), "*Spatial Interaction Models: Formulations and Applications*". Kluwer Academic Publishers. Dordrecht/ Boston/ London.
- GIL, I, A. MOLLÁ y G. BERENGUER (1997), "*La Imagen del Punto de Venta y su Incidencia sobre la selección del Establecimiento*". AEDEMO, n° 54, marzo; pp. 46-54.
- KOTLER, P. (1973), "*Mercadotecnia Aplicada*". Cap. 11. Interamericana.
- LAKSHMANAN y G.H. WALTER (1975), "*Un Modelo de Potencial de Mercado de Ventas al por Menor*". Modelos de Desarrollo Urbano. Britton Hamis. Edit. Oikos-Tau. Cap.VI.
- MASON J.B. y MAYER (1984), "*Modern Retailing. Theory and Practique*". Cap.17: "The Distribution Plan Location". Business Publications, Inc., Plano, Texas.
- NAKANISHI, M. y L.G. COOPER (1974), "*Parameter Estimate for Multiplicative Interactive Choice Model: Least Squares Approach*". Journal of Marketing Research, n° 11, pp. 303-311.
- O'KELLY, M.E. y H.J. MILLER (1989), "*A Synthesis of Some Market Area Delimitation Models*". Growth & Change (Verano). Pags. 14-33.
- REILLY, W.J. (1931), "*The Law of retail Gravitation*". New York, W.J: Reilly, Inc. 1931.
- RUST, R.T. y N. DONTU (1995), "*Capturing Geographically Localized Misspecification Error in Retail Store Choice Models*". Journal of Marketing Research, vol.XXXII (febrero, 1995); pp. 103-110.