UNA APROXIMACIÓN INPUT-OUTPUT AL ANÁLISIS DE LOS PROCESOS CETRÍPETOS Y CENTRIFUGOS EN MADRID Y BARCELONA

ANA VIÑUELA, ESTEBAN FERNÁNDEZ VÁZQUEZ Y
FERNANDO RUBIERA MOROLLÓN

ACE: Architecture, City and Environment = Arquitectura, Ciudad y
Entorno [en línea]. 2011, Año 6, núm. 18, Febrero. P. 139-162

ISSN: [1886-4805](http://www.issn.org/1886-4805)

Website access: http://www-cpsv.upc.es/ace/Articles_n18/articles_PDF/ACE_18_SE_24.pdf

UPCommons Access: <http://hdl.handle.net/2099/11684>

ACE

Architecture, City, and Environment
Arquitectura, Ciudad y Entorno

C

AN INPUT-OUTPUT APPROACH TO THE ANALYSIS OF *CENTRIPETAL* AND *CENTRIFUGAL* FORCES IN MADRID AND BARCELONA

Key words: metropolitan areas, input-output models, commuting.

Abstract

The spatial dynamics of dispersion/concentration of economic activity can be explained by opposing centripetal and centrifugal forces. Neoclassical economics provides a precise explanation for centrifugal processes but it was not until the advent of the New Economic Geography that the existence and workings of centripetal forces were understood. These dynamics are found at international as well as national and local level. In applications at local level it is particularly interesting to understand how the interaction of centripetal and centrifugal forces shapes urban structure and determines commuter flows. The objective of this study is to apply a model grounded in input-output methodology to the analysis of centripetal and centrifugal interactions in the metropolitan areas of Madrid and Barcelona. The period covered is 1991-2001, corresponding to the most recent individual data available from the Census of Population and Households carried out by the National Statistics Institute (INE). Our results allow us to conclude that neither Barcelona nor Madrid is dominated by centrifugal forces. Both metropolitan centres are revealed to have a monocentric structure where commuting flows are directed towards the capitals, although in the Barcelona metropolitan area one can observe the coexistence of residential areas and subcentres of mainly industrial work.

UNA APROXIMACIÓN INPUT-OUTPUT AL ANÁLISIS DE LOS PROCESOS CETRÍPETOS Y CENTRÍFUGOS EN MADRID Y BARCELONA

VIÑUELA, Ana
FERNÁNDEZ VÁZQUEZ, Esteban
RUBIERA MOROLLÓN, Fernando¹

Remisión inicial: 18-11-2012

Remisión definitiva: 8-2-2012

Palabras clave: áreas metropolitanas, modelos input-output y *commuting*.

Resumen

Las dinámicas de dispersión/concentración de la actividad económica a lo largo del espacio se explican por la oposición de fuerzas *centrípetas* vs. *centrífugas*. La Economía Neoclásica señaló con precisión las causas de los procesos *centrífugos* pero fue necesario esperar a la Nueva Geografía Económica para entender completamente la existencia y funcionamiento de las fuerzas *centrípetas*. Estas dinámicas se producen tanto a escala internacional como nacional o local. Aplicadas al ámbito local, resulta muy interesante comprender como la interacción entre fuerzas *centrípetas* y *centrífugas* configura la estructura urbana y determina los flujos de *commuting*. En este trabajo se propone la aplicación de un modelo basado en la metodología input-output al análisis de las interacciones *centrípetas* y *centrífugas* en las áreas metropolitanas de Madrid y Barcelona. La utilización de datos individuales del Censo de Población y Viviendas del Instituto Nacional de Estadística limita el estudio al periodo 1991-2001. A partir de los resultados obtenidos puede concluirse que ni en Madrid ni en Barcelona dominan los procesos *centrífugos*. Ambas áreas metropolitanas responden a una estructura mono-céntrica donde los flujos de *commuting* se dirigen hacia las capitales, aunque en el entorno metropolitano de Barcelona se observa una convivencia de áreas residenciales con sub-centros de trabajo principalmente industriales.

1. Los procesos *centrípetos* y *centrífugos* que operan en las grandes áreas metropolitanas. Planteamiento de las preguntas de esta investigación

El crecimiento económico de un territorio trae consigo la atracción de empleo y población y con ello los problemas y consecuencias negativas asociados a una excesiva aglomeración poblacional, conocidos en la literatura económica regional y urbana como *des-economías*

¹ **Fernando Rubiera Morollón:** REGIOlab, Laboratorio de Análisis Económico Regional de la Universidad de Oviedo, Avda. del Cristo, s/n, 33006, Oviedo, Asturias, España. Email de contacto: frubiera@uniovi.es

externas de aglomeración. Bajo los supuestos de competencia perfecta y rendimientos marginales decrecientes en los que se fundamenta la Economía Neoclásica, además de estas *des-economías* asociadas a la congestión y aglomeración poblacional habrá incentivos para trasladar la actividad desde las zonas más densamente pobladas y desarrolladas a regiones más pobres donde aún no se haya entrado en fase de rendimientos marginales decrecientes. La suma de estos elementos constituye el conjunto de *fuerzas centrífugas* que, si fueran dominantes, generarían procesos de convergencia entre regiones siempre que existiese libre movilidad de factores productivos.

La realidad, sin embargo, dista mucho de responder a estos procesos de convergencia. La gran aportación de la Nueva Geografía Económica (en adelante, NGE) consiste en comprender como, en oposición a estas *fuerzas centrífugas*, en los territorios más desarrollados surgen unas intensas *fuerzas centrípetas* que tienden a mantener y atraer la actividad económica. Retomando los modelos clásicos de Von Thünen (1826), Weber (1909), Christaller (1935) y Lösch (1944), varios autores han ido enriqueciendo su enfoque para incorporar otros aspectos como la presencia de *economías externas positivas de aglomeración* (Hoover, 1948; Isard, 1956) o la existencia de *procesos de causación circular acumulativa* (Myrdal, 1957) entre otros, hasta llegar al enfoque *centro-periferia* resumido en Fujita *et al.* (1999)². La NGE postula que las regiones más desarrolladas generan endógenamente efectos positivos que les impiden entrar en fase de rendimientos marginales decrecientes y, es más, fomentan una creciente concentración de la actividad económica.

La interacción entre *fuerzas centrípetas* y *centrífugas* es clave, por lo tanto, para entender los procesos de concentración o dispersión espacial de la actividad económica y las dinámicas que surgen entre las regiones más y menos desarrolladas. Como es lógico, no todas las actividades económicas son igual de sensibles a los beneficios o costes asociados a la aglomeración, y no todas pueden evitar entrar en fase de rendimientos marginales decrecientes. Los sectores más intensos en conocimiento y/o tecnología y que requieran consumir menos espacio para el desarrollo de su actividad son los que más se benefician de la concentración y aglomeración y asimismo los que menos costes tienen que soportar. Son además sectores donde la concentración y escala pueden afectar de forma más marcada los rendimientos marginales, retrasando la llegada de la fase decreciente. Así, el saldo entre las *fuerzas centrípetas* y *centrífugas* suele ser en estos casos favorable a los procesos *centrípetos*; en otras palabras, en estos sectores se observarán fuertes dinámicas de concentración. Por otro lado, los sectores más tradicionales, intensivos en mano de obra no especialmente cualificada y que necesiten amplios espacios en su actividad productiva o que tengan que transportar voluminosas materias primas o productos elaborados, verán como el saldo se inclina a favor de las *fuerzas centrífugas*. En estos sectores asistiremos en consecuencia a dinámicas de dispersión o expulsión fuera de las regiones centrales. De esta forma, los lugares centrales van a concentrar los sectores más avanzados mientras que los lugares periféricos tienden a especializarse en las actividades más tradicionales, reforzándose o acentuándose las desigualdades entre territorios.

Estas dinámicas espaciales pueden observarse con independencia de la intensidad del zoom que usemos en nuestro análisis. Es decir, se pueden identificar tanto internacionalmente,

² Para una revisión más detallada de la literatura puede consultarse Polèse y Rubiera (2009).

comparando países, como entre regiones dentro un país. Incluso se mantienen en los entornos intra-regionales o metropolitanos. Krugman (1996) desarrolla a escala local esta idea de la interacción de fuerzas *centrípetas* y *centrífugas*. Dentro de las grandes áreas metropolitanas se producen dinámicas *centro-periferia* equivalentes a las que operan a escala nacional o internacional y que pueden dar lugar a la ruptura de las tradicionales estructuras urbanas mono-céntricas. En relación con ello, Polèse y Shearmur (2006) y Polèse (2009) identifican la existencia de un fenómeno, denominado por estos autores como *desconcentración contenida*, que aunque acorde con la idea de Krugman, impide una absoluta dispersión de la actividad económica: el crecimiento de las grandes áreas centrales produce dinámicas de expulsión de las actividades menos sensibles a las fuerzas *centrípetas*, pero éstas, lejos de reubicarse en lugares de la periferia, tienen a mantenerse muy cerca de las grandes áreas metropolitanas localizándose en los límites de la misma. Este fenómeno también ha sido identificado para la economía española en Polèse *et al.* (2007) y Rubiera (2006).

No existen muchos estudios que traten de explorar con más detalle las relaciones intra-metropolitanas. Debido a la mayor disponibilidad de información, o bien por un mayor interés de los investigadores, se ha prestado más atención a las dinámicas inter-regionales o internacionales. Sin embargo, comprender bien las relaciones intra-metropolitanas o intra-urbanas es clave para analizar las dinámicas sociales y económicas que surgen dentro de las ciudades y en su entorno regional. En el caso español, las áreas metropolitanas de Madrid y Barcelona son, dado su tamaño, las más proclives e idóneas para este tipo de estudio. Analizar la localización de trabajadores y residentes dentro de estas dos áreas metropolitanas y su entorno más cercano, junto con las dinámicas de *commuting* que puedan surgir derivadas de tales localizaciones, puede ayudarnos a responder muchas preguntas vinculadas a las tensiones entre fuerzas *centrípetas* y *centrífugas*.

Por ejemplo y en primer lugar podríamos preguntarnos ¿dominan en el caso de la economía española y en el de las áreas metropolitanas de Madrid y Barcelona las *fuerzas centrípetas* o las *centrífugas*? ¿Qué cambios internos se producirán en la propia área metropolitana relacionados con la llegada de nuevos trabajadores? ¿Con qué intensidad se expulsarán trabajadores fuera de las ciudades de Madrid y Barcelona hacia otros municipios de sus respectivas áreas metropolitanas? ¿Atraerá el centro de la ciudad *centrípetamente* toda la actividad económica sin generar apenas expulsión de residentes a otras partes de la zona metropolitana, o por el contrario, la llegada de actividad económica implica cambios de residencia y traslados diarios al centro?

En segundo lugar: la presencia de fuerzas *centrífugas* dentro del área metropolitana ¿irá ciertamente configurando formas urbanas poli-céntricas o el dominio del modelo mono-céntrico de ciudad europea es tan fuerte que no va a verse significativamente alterado? En este aspecto, ¿pueden observarse comportamientos diferenciados entre Madrid, una región marcadamente mono-céntrica, y Barcelona, caracterizada según muchos estudios como una realidad más poli-céntrica?

Finalmente: ¿estás dinámicas dan lugar a procesos de especialización intra-metropolitana? ¿Hay ciudades dentro del área metropolitana de Madrid o Barcelona que se acaban convirtiendo en zonas fundamentalmente residenciales proveedoras de bienes y servicios de

consumo final mientras que otras se configuran como centros de trabajo? ¿Cómo puede afectar esto a la estructura urbana del área metropolitana y a sus flujos de *commuting*?

Para tratar de arrojar alguna evidencia sobre estas preguntas, en este trabajo proponemos la aplicación de un modelo input-output que permite estudiar las relaciones entre unidades espaciales y los encadenamientos que se producen. En la siguiente sección se explican las claves conceptuales de este modelo de cara a su aplicación a los casos de Madrid y Barcelona. Después de presentar la base de datos empleada y los rasgos básicos de las áreas metropolitanas y la región de influencia de Madrid y Barcelona, se presentan y comentan los resultados para intentar dar respuesta a las preguntas anteriormente planteadas.

2. Metodología: una aproximación Input-Output al análisis de las fuerzas centrípetas y centrífugas que surgen alrededor de un entorno metropolitano

La lógica de las tablas Input-Output y de las aplicaciones desarrolladas para su aprovechamiento puede ser extendida a otros campos donde la información pueda ser organizada y tratada de forma similar. Recientemente, en Fernández-Vázquez *et al.* (2010) se desarrolla un modelo para el estudio de los efectos que tiene la llegada de nuevos *trabajadores* inmigrantes a determinado mercado laboral que puede encuadrarse dentro de la familia de modelos denominados Garin-Lowry, a raíz de los trabajos originales de Lowry (1964) y Garin (1966)³. Se puede extender este modelo para incluir el *commuting* y aplicarlo al estudio de los efectos que se desatan en el entorno de un área metropolitana cuando a ella llegan trabajadores nuevos atraídos por el crecimiento económico que esa área metropolitana, bien procedan de otro país o de otras regiones españolas, y así estudiar las relaciones internas y los flujos que se generan dentro del área metropolitana receptora con el fin de dar respuesta a las cuestiones planteadas al final de la sección anterior.

2.1 Fundamentos del modelo

Se parte de considerar un área metropolitana y su región de influencia compuesta por N unidades espaciales⁴ que denominaremos U . Dentro de este entorno metropolitano se producirán a lo largo del tiempo una serie de flujos migratorios internos que se llamarán m . Siguiendo la estructura propia de una tabla input-output, la Tabla 1 recoge como podrían contabilizarse tales flujos migratorios entre las N unidades.

³ Ver los trabajos de McGill (1977), Batty (1983), Guldman y Wan (1998) y/o Jun (2005), entre otros.

⁴ Tales unidades espaciales pueden ser los municipios, ciudades, barrios que conforman el área metropolitana. Por el momento nos referiremos a ellas de este modo general aunque en nuestra aplicación, debido a la estructura de la base de datos empleada, se concretan en los diferentes municipios que conforman el área metropolitana de Madrid y Barcelona.

Tabla 1. Matriz de flujos migratorios entre las N unidades espaciales que componen el área metropolitana

	U_1	U_2	...	U_N
U_1	m_{11}	m_{12}	...	m_{1N}
U_2	m_{21}	m_{22}	...	m_{2N}
...	...	...	...	...
U_N	m_{1N}	m_{2N}	...	m_{NN}

Fuente: Elaboración propia.

Cada elemento m_{ij} de esta tabla representa el número de trabajadores que han emigrado desde la unidad espacial i a la unidad j .

En cada unidad espacial U_j considerada el saldo neto de inmigración recibida será:

$$nm_j = [iu_j + p_j] - [eu_j + a_j] \quad (1)$$

La ecuación (1) recoge el balance de trabajadores que llegan a cada unidad espacial en términos netos. La llegada de trabajadores desde otras unidades espaciales de la propia área metropolitana iu_j , se obtiene como la suma por filas $\sum_{i=1}^N m_{ij}$ mientras que los trabajadores que se desplazan a otras unidades dentro del área metropolitana, eu_j , pueden obtenerse como la suma por columnas $\sum_{j=1}^N m_{ij}$.

Para tener el saldo migratorio total es necesario considerar también las entradas y salidas desde y hacia fuera del área metropolitana estudiada. En (1), p_j son los trabajadores que llegan al área metropolitana bien desde otras partes de España o desde otro país. Se supone que la llegada de nuevos trabajadores procedentes de *fuera* del área metropolitana (vector $\mathbf{p}'$) es algo exógeno, no dependiente del conjunto de N unidades espaciales consideradas. Igualmente, a_j representa los que se han trasladado a vivir fuera del área metropolitana. Si se incluyen estos flujos es posible obtener una nueva tabla, Tabla 2, en la que se identifiquen el total de las entradas y salidas de trabajadores al área metropolitana, siendo nm_j precisamente la diferencia entre la suma por columnas (entradas de trabajadores) y la suma por filas (salidas de trabajadores).

Si se propone un vector $\mathbf{x}$ $N \times 1$ donde cada uno de sus elementos x_j muestra las llegadas a la unidad espacial j , este vector puede ser definido como $x_j = iu_j + p_j$, o alternativamente como $x_j = nm_j + [eu_j + a_j]$. Esta equivalencia se mantiene cuando se considera todo el vector:

$$\mathbf{x}' = \mathbf{i}\mathbf{u}' + \mathbf{p}' \quad (2a)$$

$$\mathbf{x} = \mathbf{n}\mathbf{m} + [\mathbf{e}\mathbf{u} + \mathbf{a}] \quad (2b)$$

Por lo tanto, la Tabla 1 puede ser modificada para verificar que la suma por filas y columnas es, en ambos casos, igual al vector $\mathbf{x}$.

Tabla 2. **Tabla de flujos migratorios entre las N unidades espaciales que componen el área metropolitana**

	U_1	U_2	...	U_N	oc	a	nm	x
$U1$	m_{11}	m_{12}	...	m_{1N}	$eu_1 = \sum_{j=1}^N m_{1j}$	a_1	nm_1	x_1
$U2$	m_{21}	m_{22}	...	m_{2N}	$eu_2 = \sum_{j=1}^N m_{2j}$	a_2	nm_2	x_2
...	...	...	...	...	...	...	...	...
UN	m_{1N}	m_{2N}	...	m_{NN}	$eu_N = \sum_{j=1}^N m_{Nj}$	a_N	nm_N	x_N
iu'	$iu_1 = \sum_{i=1}^N m_{i1}$	$iu_{12} = \sum_{i=1}^N m_{i2}$	...	$iu_N = \sum_{i=1}^N m_{iN}$				
p'	p_1	p_2	..	p_N				
x'	x_1	x_2	..	x_N				

Fuente: Elaboración propia.

A partir de los elementos de la tabla input-output puede definirse un coeficiente b_{ij} calculado como $\frac{m_{ij}}{x_i}$ que mide el número de trabajadores que se desplazan desde la unidad i a la unidad j en relación con el número total de trabajadores recibidos en i (incluidos aquellos que vienen desde otras ciudades o países). Por ejemplo, si $b_{ij} = 0.15$, significa que por cada 100 nuevos trabajadores que llegan a la unidad i , ésta acabará expulsando 15 a la unidad j . Este coeficiente b_{ij} es, por tanto, una *ratio de desplazamiento* que refleja las interacciones de la unidad i con la unidad j , ya que cuando i recibe nuevos trabajadores eso va a tener consecuencias también para j . Las relaciones *centrípetas/centrífugas* descritas por la NGE y que están presentes en todo territorio pueden ser captadas y analizadas en entornos concretos mediante este sencillo coeficiente b_{ij} , que puede interpretarse como el efecto centrífugo que tienen la llegada de trabajadores nuevos a una determinada zona de un conjunto metropolitano.

Adicionalmente si se acepta el supuesto de que los coeficientes b_{ij} son estables en el corto plazo y a partir de la matriz B formada por todos los b_{ij} de las N unidades:

$$B = \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & \dots & b_{1N} \\ b_{21} & b_{22} & \dots & b_{2N} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ b_{N1} & b_{N2} & \dots & b_{NN} \end{bmatrix} \quad (3)$$

El vector de trabajadores que proceden de otras unidades (ic') puede ser expresado como:

$$ic' = x'B = [x_1 \quad \dots \quad x_N] \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & \dots & b_{1N} \\ b_{21} & b_{22} & \dots & b_{2N} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ b_{N1} & b_{N2} & \dots & b_{NN} \end{bmatrix} = [ic_1 \quad \dots \quad ic_N] \quad (4)$$

Por lo tanto, la ecuación (2a) puede ser reescrita como:

$$x' = ic' + p' = x'B + p' \quad (5)$$

Si suponemos que el grupo de N unidades espaciales del área metropolitana recibe en un momento concreto un vector de p' trabajadores, se desatará una serie de efectos expulsión a otras unidades espaciales que a su vez generará una nueva ronda de efectos $p'B$. Este proceso generará una nueva $p'BB$ y así sucesivamente. Puede describirse esta sucesión de procesos mediante la expresión (6), donde I es la matriz identidad:

$$x' = p' + p'B + p'B^2 + p'B^3 + \dots = p'[I + B + B^2 + B^3 + \dots] \quad (6)$$

Bajo ciertas condiciones matemáticas⁵ (6) puede ser reescrita como:

$$x' = p'[I - B]^{-1} \quad (7)$$

De este modo la ecuación (7) recoge cómo la llegada de trabajadores al área metropolitana (p'), aparte de los efectos directos sobre el municipio concreto al que llega, va a generar una serie de efectos indirectos sobre todo el sistema de U municipios, un efecto total mucho mayor que el *shock* inicial. En este efecto multiplicador tienen vital importancia el cálculo e interpretación de los elementos de la matriz $[I - B]^{-1}$. La estructura de esta matriz es:

$$[I - B]^{-1} = \begin{bmatrix} \beta_{11} & \beta_{12} & \dots & \beta_{1N} \\ \beta_{21} & \beta_{22} & \dots & \beta_{2N} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \beta_{N1} & \beta_{N2} & \dots & \beta_{NN} \end{bmatrix} \quad (8)$$

Donde cada elemento β_{ij} muestra la variación en el número de trabajadores que llegan a la unidad j asociada a la llegada de trabajadores procedentes de otras partes del país o del mundo a la unidad i . Es decir, β_{ij} es una estimación del incremento en el número de trabajadores de la unidad espacial de j cuando se llega un trabajador adicional (desde fuera del área metropolitana) a i .

$$\beta_{ij} = \frac{dx_j}{dp_i} \quad (9)$$

⁵ Es condición suficiente que la suma por filas de B sea menor que 1. Esto implica que las salidas de emigrantes (a) debe ser menor que el total de inmigrantes recibidos (x). Si todas las unidades espaciales del modelo aplicado muestran una red de inmigraciones positiva ($nm_i > 0$; $\forall i$) esta condición se cumplirá.

Es importante advertir que incluso aunque no haya ningún flujo migratorio directo entre las unidades i y j , β_{ij} puede ser diferente de cero dado que también mide los efectos indirectos. Por ejemplo, la llegada de trabajadores externos a la unidad i del área metropolitana puede producir un desplazamiento de trabajadores a la unidad h que, a su vez, genera un desplazamiento de trabajadores a j (perteneciendo i , h y j al área metropolitana). La ecuación (7) sirve para entender las relaciones y ajustes que se producen dentro del área metropolitana ante la entrada de nuevos trabajadores en la misma, y así poder analizar cómo se van estructurando y re-estructurando internamente las áreas metropolitanas cuando su crecimiento económico atrae trabajadores externos.

Bien es cierto que hasta el momento no se ha hablado en absoluto de *commuting* dado que no hemos hecho referencia alguna a la decisión del trabajador de dónde residir. Una persona que decide irse a trabajar al área metropolitana de Madrid o Barcelona puede estar trabajando en determinado municipio pero fijar su residencia en otro (dentro del área metropolitana). Asimismo, la llegada de nuevos trabajadores al área metropolitana desencadenará una serie de ajustes internos, tanto de actividad económica como de residencia, que finalmente se van a ajustar a través del *commuting*. Los trabajadores que ya residían en el área metropolitana podrían decidir mudarse a otro municipio (manteniendo el puesto de trabajo en el previo). O en caso de que su puesto de trabajo se viese desplazado hacia otras zonas del área metropolitana, podrían seguir residiendo en el mismo lugar o bien decidir trasladarse a otro más próximo al nuevo emplazamiento. Para poder estudiar estos aspectos deben introducirse algunas extensiones adicionales al modelo hasta ahora presentado.

2.2 Extensión del modelo para el estudio de los flujos de *commuting* dentro del área metropolitana

Para tratar los efectos sobre las decisiones de residencia es necesario elaborar una nueva tabla en la que se recogen los flujos de *commuting* entre las N unidades espaciales que conforman el área metropolitana. Los lugares de residencia se recogen por filas y los de trabajo por columnas, siendo f_{ij} el número de trabajadores que en un periodo concreto vive en la unidad espacial i pero se traslada a la unidad j para trabajar; es decir f_{ij} mide el flujo de *commuting* entre i y j . Obsérvese que $\sum_{j=1}^N f_{ij} = x_i$ (número de *trabajadores* residentes en i) y $\sum_{i=1}^N f_{ij} = l_j$ donde l_j el número total de *trabajos* ubicados en j .

Tabla 3. **Matriz de *commuting* entre las N unidades espaciales que componen el área metropolitana**

	C_1	C_2	...	C_N	x
C_1	f_{11}	f_{12}	...	f_{1N}	x_1
C_2	f_{21}	f_{22}	...	f_{2N}	x_2
...	...	...	...	...	...
C_N	f_{N1}	f_{N2}	...	f_{NN}	x_N
l	l_1	l_2	...	l_N	

Fuente: Elaboración propia.

Resulta más sencillo trabajar con la proporción de trabajadores que conmutan en vez de flujos. Dichas proporciones pueden ser definidas como $c_{ij} = \frac{f_{ij}}{x_i}$. De este modo si $c_{ij} = 0.25$ implica que el 25% de los trabajadores que viven en i trabajan en j . Si el área metropolitana ha sido correctamente delimitada, estos coeficientes serán elevados entre todos los municipios que la componen. En áreas metropolitanas mono-céntricas, todas las unidades espaciales tendrán flujos muy intensos de *commuting* con el municipio se considere centro principal. En áreas metropolitanas poli-céntricas las relaciones serán más complejas, ya que se observarán flujos en múltiples direcciones y sin un centro evidente.

Todos estos aspectos pueden evaluarse más adecuadamente si construimos una matriz C de tamaño $N \times N$ que contenga las proporciones c_{ij} , en cuyo caso:

$$l' = x' C \quad (10)$$

Esta ecuación (10) establece la relación entre los trabajadores del área metropolitana de N unidades espaciales (x') y la distribución espacial de sus puestos de trabajo a lo largo de dichas unidades (l'). Combinando las ecuaciones (7) y (10) podemos proponer el siguiente modelo, útil para explicar los efectos de relocalización desencadenados por los nuevos trabajadores que llegan desde la periferia (p'), desde otras partes de España o el mundo:

$$l' = x' C = p' [I - B]^{-1} C \quad (11)$$

Ahora (11) muestra cómo, atraídos por la intensidad de la actividad económica del área metropolitana, los trabajadores que llegan (p') van a tener asociados desplazamientos de trabajadores que ya residían allí a otras partes del área metropolitana, que podemos cuantificar con la matriz $[I - B]^{-1}$ y que dichos desplazamientos implican asimismo una redistribución del empleo -capturada en la matriz C . La secuencia completa se observa en la multiplicación de las matrices $[I - B]^{-1}$ y C . Si se denomina $M^* = [I - B]^{-1} C$, la ecuación (11) puede escribirse como:

$$l' = p' M^* \quad (12)$$

Donde:

$$M^* = \begin{bmatrix} \mu_{11} & \mu_{12} & \cdot & \mu_{1N} \\ \mu_{21} & \mu_{22} & \cdot & \mu_{2N} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \mu_{N1} & \mu_{N2} & \cdot & \mu_{NN} \end{bmatrix} \quad (13)$$

Siendo μ_{ij} la variación en el número de empleos de la ciudad j cuando llegan trabajadores adicionales a la ciudad i . Obsérvese que cada μ_{ij} es la suma $\sum_{h=1}^N \beta_{ih} c_{hj}$, o, con mayor detalle:

$$\mu_{ij} = \sum_{h=1}^N \beta_{ih} c_{hj} = \sum_{h=1}^N \frac{dx_h f_{hj}}{dp_i x_h} = \frac{dx_1 f_{1j}}{dp_i x_1} + \frac{dx_2 f_{2j}}{dp_i x_2} + \dots + \frac{dx_N f_{Nj}}{dp_i x_N} \quad (14)$$

Del mismo modo que los coeficientes β_{ij} podían ser interpretados como el incremento en el número de *trabajadores residentes* en j vinculado a la llegada de trabajadores a i y teniendo en cuenta los efectos directos e indirectos, μ_{ij} puede definirse como el incremento del número de *empleos* en j cuando se produce un incremento de los trabajadores (procedentes de fuera del área metropolitana) al municipio i perteneciente al área metropolitana.

2.3 Análisis de las relaciones centrípetas y centrífugas y sus consecuencias dentro de un área metropolitana

Puede darse un paso adicional con el que completar las posibilidades del modelo que se está presentando. Los elementos de las matrices (8) y (13) muestran los efectos que tienen la llegada de nuevos trabajadores a un área metropolitana (vector p) tanto sobre la estructura residencial (vector x) como la localización de trabajos (vector l). La comparación de estas decisiones permite analizar para cada unidad espacial que conforma el espacio metropolitano su capacidad para atraer residentes o para atraer trabajo, esto es, actividad económica. Por ejemplo, si una localización i específica es muy adecuada por sus características para residir en ella aunque el trabajador deba desplazarse a otra para trabajar posiblemente no abandone su residencia, especialmente si el lugar donde trabaja tiene costes por metro cuadrado residencial muy elevados, entre otros posibles efectos típicos derivados de la concentración actividad en el mismo (des-economías de aglomeración). Esto se traduciría en elevados x_i pero bajos l_i ante la llegada de trabajadores externos p . El caso contrario ocurriría en los lugares donde se concentrase el trabajo y donde previsiblemente de acuerdo con los comportamientos que predice la literatura de economía urbana se expulsarían residentes.

A partir de esta sencilla idea se puede definir la diferencia $d_i = (l_i - x_i)$, que compara el número de trabajos localizados en cada ciudad con el número de trabajadores que vive allí. Si esta diferencia es positiva significa que la unidad i requerirá trabajadores de otras zonas para cubrir sus trabajos. Si es negativa indicara que es una zona residencial. Si se define esta diferencia de modo general para el conjunto de las unidades espaciales se tiene:

$$d' = l' - x' \quad (15)$$

Y teniendo en cuenta las ecuaciones (11) y (7):

$$d' = l' - x' = p'[I - B]^{-1}C - p'[I - B]^{-1} = p'[I - B]^{-1}[C - I] \quad (16)$$

Si se denota Δ como la matriz que se obtiene del producto $[I - B]^{-1}[C - I]$ la ecuación (16) puede expresarse como:

$$d' = p'\Delta \quad (17)$$

Donde:

$$\Delta = \begin{bmatrix} \delta_{11} & \delta_{12} & \cdot & \delta_{1N} \\ \delta_{21} & \delta_{22} & \cdot & \delta_{2N} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \delta_{N1} & \delta_{N2} & \cdot & \delta_{NN} \end{bmatrix} \quad (18)$$

Siendo δ_{ij} cada la variación en el número de trabajadores que se requiere que conmuten a la unidad j cuando se produce una entrada de nuevos trabajadores a la unidad i . Considerando que cada uno de los elementos δ_{ij} de Δ viene dado por $[I - B]^{-1}[C - I]$, esta expresión es:

$$\delta_{ij} = \sum_{h \neq j}^N \beta_{ih} c_{hj} + \beta_{ij} (c_{jj} - 1) \quad (19)$$

Obsérvese que cada elemento δ_{ij} será positivo si:

$$\sum_{h \neq j}^N \beta_{ih} c_{hj} > \beta_{ij} \left(\frac{x_j - f_{jj}}{x_j} \right) \quad (20)$$

Para que se cumpla la desigualdad recogida en (20) la llegada de trabajadores a la unidad espacial i debe ocasionar un incremento en los trabajadores que se desplazan a trabajar a j mayor que el incremento que se produce en los trabajadores que se desplazan desde j . Esto implica que con el valor que tome δ_{ij} puede clasificarse cada región como capaz de atraer de trabajo, si es positivo, o atractivo para vivir o para uso residencial en caso contrario.

3. Aplicación a Madrid y Barcelona: base de datos y caracterización de las áreas metropolitanas

Los datos que se utilizan para la presente aplicación proceden de los microdatos del *Censo de Población y Viviendas* que elabora el Instituto Nacional de Estadística (en adelante, INE) cada 10 años. El último censo publicado es de 2001 y su muestra supone el 5% de la población total, lo que significa aproximadamente dos millones de personas. La muestra contiene información sobre aspectos familiares y personales, y también incluye datos individuales sobre movilidad geográfica diaria (*commuting*) y de la última década (migraciones internas). Por cuestiones de privacidad, el INE únicamente proporciona información sobre el municipio concreto de residencia o trabajo para aquellos con un tamaño superior a los 20.000 habitantes. Para el resto se dispone de información sobre la provincia en que está ubicado y su tamaño, siendo imposible identificar el nombre del municipio.

Aunque la elección temporal viene determinada por la disponibilidad de datos, la década de los 90 es realmente interesante para un estudio como el que se pretende abordar, dado que se trata de un periodo en el que la economía española empieza a crecer a un ritmo intenso, completa el proceso de urbanización y empieza a atraer población procedente de otras partes del mundo. Serán años en los que las ciudades de Madrid y Barcelona concentrarán gran parte de la actividad económica, sobre todo en áreas muy dinámicas. Con todo, resulta evidente que

una extensión del trabajo al 2011, cubriendo la primera década del siglo XXI, una vez que los datos del nuevo censo estén disponibles será sumamente interesante y efectivamente será uno de los objetivos de los autores.

El área metropolitana de Madrid comprendía en 2001 una población de 5.423.000 de habitantes. Aunque el crecimiento de la ciudad se produjo fundamentalmente en los años 50 y 60, Madrid ha seguido creciendo a ratios elevados, siempre por encima de la media del país, en los 70 y 80 y especialmente en el periodo de los 90 donde, de 1991 a 2001, sus tasas se acercan al 10%.

El área metropolitana de Barcelona contaba con una población en 2001 algo menor: 4.805.000 habitantes. Tanto el núcleo urbano principal como la extensión del área metropolitana de Barcelona ciudad es algo menor que el de Madrid. Sin embargo, en el entorno del área metropolitana de Barcelona existe una importante concentración de población a lo largo de toda la costa norte del mediterráneo, una de las zonas más densamente pobladas de España.

Las Tablas 4 y 5 muestran los municipios considerados en el análisis y su tamaño poblacional para Madrid (Tabla 4) y Barcelona (Tabla 5). Tal y como se citaba, el INE sólo facilita información individual del municipio de residencia o trabajo si supera el umbral de población de 20.000 personas. Aunque en principio carecer de información de los municipios de menor tamaño pueda parecer restrictivo, es necesario señalar que los municipios incluidos en el análisis comprenden el 91,62 y 79,32% de la población total de las provincias de Madrid y Barcelona respectivamente.

Tabla 4. Municipios del área metropolitana de Madrid incluidos en el análisis, 2001

Ciudad	Población	Ciudad	Población
Madrid	2.938.723	Majadahonda	50.683
Móstoles	196.524	Collado Villalba	47.001
Fuenlabrada	182.705	Aranjuez	40.797
Alcalá de Henares	176.434	Tres Cantos	36.927
Leganés	173.584	San Fernando de Henares	36.244
Alcorcón	153.100	Rivas-Vaciamadrid	35.742
Getafe	151.479	Colmenar Viejo	35.181
Torrejón de Ardoz	97.887	Arganda del Rey	33.432
Alcobendas	92.090	Valdemoro	33.169
Parla	79.213	Pinto	31.340
Coslada	77.884	Boadilla del Monte	27.443
Pozuelo de Alarcón	68.214	Galapagar	25.559
Las Rozas de Madrid	63.385	Villaviciosa de Odón	22.564
San Sebastián de los Reyes	61.884		

Fuente: Censo de Población y Viviendas, 2001 (INE).

Tabla 5. Municipios del área metropolitana de Barcelona incluidos en el análisis, 2001

Ciudad	Población	Ciudad	Población
Barcelona	1.503.884	Sant Feliu de Llobregat	40.042
Hospitalet de Llobregat (L')	239.019	Gavà	39.815
Badalona	205.836	Igualada	33.049
Sabadell	183.788	Vic	32.703
Terrassa	173.775	Sant Adrià de Besòs	31.939
Santa Coloma de Gramenet	112.992	Vilafranca del Penedès	31.248
Mataró	106.358	Ripollet	30.235
Cornellà de Llobregat	79.979	Sant Joan Despí	28.772
Sant Boi de Llobregat	78.738	Montcada i Reixac	28.295
Manresa	63.981	Barberà del Vallès	26.428
Prat de Llobregat (El)	61.818	Premià de Mar	26.334
Rubí	61.159	Sant Vicenç dels Horts	24.694
Sant Cugat del Vallès	60.265	Sant Pere de Ribes	23.134
Viladecans	56.841	Martorell	23.023
Vilanova i la Geltrú	54.230	Sant Andreu de la Barca	21.933
Cerdanyola del Vallès	53.343	Pineda de Mar	21.074
Granollers	53.105	Masnou (El)	20.678
Mollet del Vallès	47.270	Molins de Rei	20.639
Castelldefels	46.428	Santa Perpètua de Mogoda	20.479
Esplugues de Llobregat	45.127		

Fuente: Censo de Población y Viviendas, 2001 (INE).

4. Resultados y respuestas a las preguntas de investigación

4.1 ¿Dominan las fuerzas centrípetas o las centrífugas en Madrid y Barcelona? Comparativa de los efectos desplazamiento

Para responder a esta primera pregunta, y otras asociadas a ella, que surgían al final del primer apartado (¿dominan las fuerzas *centrípetas* o *centrífugas* en las áreas metropolitanas de Madrid y Barcelona?), se recurre a la matriz B y a su inversa $[I - B]^{-1}$ compuesta por los multiplicadores β_{ij} . Debe recordarse que, tal y como están definidos estos multiplicadores, indican la variación en el número de trabajadores que llegan a residir a la unidad j asociada a la llegada de trabajadores procedentes de otras provincias o del extranjero a la unidad i . Así, si se calcula la suma $\beta_{i.} = \sum_{j \neq i} \beta_{ij}$ se tendrá una medida de la cantidad de trabajadores que abandonan el municipio i y se van a otros del entorno metropolitano. Dicho de otro modo, los $\beta_{i.}$ ofrecen un indicador del grado de expulsión de cada municipio hacia otros lugares del sistema metropolitano, considerando todos los efectos encadenados. La representación gráfica de estos $\beta_{i.}$ para las provincias de Madrid y Barcelona está recogida en las Figuras 1 y 2 respectivamente.

Figura 1. Multiplicadores β_i para la provincia de Madrid

Fuente: Elaboración propia con datos del Censo de Población y Viviendas 2001 (INE).

Figura 2. Multiplicadores β_i para la provincia de Barcelona

Fuente: Elaboración propia con datos del Censo de Población y Viviendas 2001 (INE).

En ambos casos los municipios objeto de análisis están ordenados por tamaño poblacional, de modo que, si se produjese un claro dominio de las fuerzas *centrípetas* debería observarse una pendiente positiva en los valores de β_i , indicando que los municipios que menos trabajadores expulsan son los que mayor tamaño tienen; en otras palabras, los centros urbanos siguen teniendo capacidad para absorber residentes. Por el contrario, un dominio de las fuerzas *centrífugas* daría como resultado una pendiente negativa que indicaría que cuanto más grande es el municipio más capacidad de expulsión de trabajadores a otras partes del área metropolitana. Como se puede observar, tanto en Madrid como en Barcelona, parece confirmarse un predominio de las fuerzas *centrífugas*. Sin embargo, hay muchas excepciones a esta pauta general. Los municipios que más trabajadores expulsan en el caso del área metropolitana de Madrid no es la propia ciudad de Madrid, sino otras ciudades de tamaño medio como Móstoles, Leganés o Coslada. Esto ocurre también en el área metropolitana de Barcelona, donde Hospitalet, Badalona y, especialmente, Sta. Coloma presentan β_i muy elevados. Merece la pena destacar que, siendo el tamaño de los municipios de Madrid y Barcelona muy superior al resto (véase Tabla 4 y 5), sin embargo presentan unos valores β_i en torno a la media, no destacando precisamente por ser *ciudades saturadas* para el uso residencial que expulsan trabajadores a otras zonas.

Aunque no hay un dominio claro de las fuerzas *centrípetas* o *centrífugas*, en general se observa una tendencia predominantemente *centrífuga*, pero las grandes ciudades de Madrid y Barcelona, que deberían ser las que más intensamente verificasen este comportamiento, no son las que padecen los mayores problemas asociados a las des-economías de aglomeración.

La comparación entre las áreas metropolitanas de Madrid y Barcelona muestra más similitudes que diferencias. No obstante, el β_i de Barcelona es más alto que el de Madrid y la línea de tendencia que recoge el comportamiento medio para el resto de municipios tiene mayor pendiente en la provincia de Barcelona. Estos hechos podrían constituir pistas sobre una posible estructura poli-céntrica en Barcelona, que tiene su reflejo en una propensión a la expulsión de trabajadores hacia otras partes del área metropolitana relativamente más elevada.

4.2 ¿Se mantiene la forma mono-céntrica o se generan nuevas dinámicas poli-céntricas en Madrid y Barcelona? Análisis de las dinámicas de commuting

Al analizar el comportamiento de los β_i , la interacción entre fuerzas *centrípetas* y *centrífugas* en las áreas metropolitanas de Madrid y Barcelona tiene un resultado ambiguo, con una tendencia general *centrífuga* pero donde las propias ciudades de Madrid y Barcelona podrían ser excepciones. ¿Cuáles serán las implicaciones para la estructura de ambas áreas metropolitanas? ¿Se reforzará el carácter mono-céntrico o conducirá a ambas áreas metropolitanas hacia el poli-centrismo? Si se hubieran encontrado unos β_i que claramente definieran un dominio de las fuerzas *centrífugas*, esta cuestión sería especialmente relevante dado que cabría preguntarse a qué ritmo se rompe la estructura mono-céntrica que originalmente se supone que existe. Al haber encontrado unos β_i ambiguos, no cabe esperar que haya grandes modificaciones en la estructura urbana de ambas áreas metropolitanas. Con todo, la propuesta input-output aquí formulada permite estudiar y comparar el carácter mono-céntrico o poli-céntrico de Madrid y Barcelona con más precisión.

Se usará para ello la matriz de multiplicadores $M^* = [I - B]^{-1}C$, donde sus elementos μ_{ij} cuantifican el incremento del número de empleos en el lugar j del área metropolitana cuando se produce un incremento de trabajadores que llegan desde fuera del área metropolitana a otro municipio o ciudad i dentro de la misma. Si se obtiene la suma $\mu_{.j} = \sum_{i \neq j}^N \mu_{ij}$ nos dará una medida de cuántos trabajos acaban ubicándose en j . Nuevamente pueden ordenarse los resultados por tamaño poblacional de las distintas unidades espaciales (municipios) de Madrid y Barcelona. Los resultados aparecen representados en las Figuras 3 y 4.

En ambos casos puede verse que Madrid y Barcelona ciudad presentan los mayores valores para $\mu_{.j}$. De acuerdo con este resultado, dentro del área metropolitana los puestos de trabajo se siguen concentrando en el centro, en la *city*. Ambas ciudades responden a una estructura claramente mono-céntrica, donde el centro sigue siendo el principal *captador* de empleos. La idea tan difundida de que la región metropolitana de Barcelona es poli-céntrica no puede confirmarse con estos datos. Es cierto que algunos municipios del área metropolitana de Barcelona alcanzan $\mu_{.j}$ más altos que municipios equivalentes del área metropolitana de Madrid, pero a pesar de ello tanto la ciudad de Madrid como la de Barcelona atraen la mayor proporción de empleos y, en consecuencia, es *hacia* ellas donde se observan los mayores flujos de *commuting*, con una forma mono-céntrica dominante. Esta conclusión se ve reforzada por el hecho de que otros estudios recientes que aplican metodologías diferentes, como Aguirre y Marmolejo (2010), alcanzan resultados en línea con los presentados aquí.

Figura 3. Valores de $\mu_{.j}$ para de la provincia de Madrid

Fuente: Elaboración propia con datos del Censo de Población y Viviendas (INE).

Figura 4. Valores de μ_j para de la provincia de Barcelona

Fuente: Elaboración propia con datos del Censo de Población y Viviendas (INE).

En la Figura 5 se representan los valores μ_j en un mapa. El municipio central es en ambos casos el que mayor valor alcanza. En el caso de Madrid los municipios que rodean a la capital son los que presentan valores más elevados. En el caso de Barcelona hay una dispersión algo mayor a lo largo de la costa y en las ciudades del interior de la provincia ya alejadas de la ciudad condal.

Figura 5. Mapa del reparto en las provincias de Madrid (arriba) y Barcelona de los multiplicadores β_i .

Fuente: Elaboración propia con datos del *Censo de Población y Viviendas 2001* (INE).

4.3 ¿Asistimos a procesos de especialización intra-metropolitanos? Comportamientos residenciales en Madrid y Barcelona

La última pregunta que se plantea al inicio de este trabajo es si existe un proceso de especialización dentro de las áreas metropolitanas. Para responder a esta cuestión y otras

asociadas se ha propuesto calcular la suma de los $\delta_{.j} = \sum_{i \neq j}^N \delta_{ij}$. Debe recordarse que los δ_{ij} es la diferencia entre el número de trabajos localizados en cada ciudad con el número de trabajadores que vive allí. Si esta diferencia es positiva significa que la unidad i necesitará empleados de otras zonas para cubrir sus puestos de trabajo y por tanto es atractiva para trabajar. Por el contrario, si es negativa indicará que es una zona atractiva para vivir. El análisis de estos datos da una idea general de los patrones de especialización de los municipios de un entorno metropolitano que complementa a los indicadores previos.

Los resultados para Madrid y Barcelona aparecen recogidos en las Figuras 6 y 7. En las dos se ha optado por no representar el valor que toma Madrid y Barcelona ciudad dado que es especialmente elevado y su representación impediría apreciar las diferencias, relativamente mucho menores, que existen entre el resto de municipios. Las ciudades de Madrid y Barcelona tienen un valor positivo y muy elevado, mientras que en la mayor parte del resto de municipios el resultado es negativo. Esto indica que las *cities* acumulan la mayor parte del trabajo, no sólo de los residentes en la *city* sino también de su entorno, y que los residentes sin embargo prefieren vivir en las ciudades/municipios del entorno metropolitano. Este comportamiento es completamente coherente con lo que cabría esperar según el modelo urbano mono-céntrico de la renta del suelo de Von Thünen⁶. La actividad residencial es expulsada del centro de las ciudades donde las actividades económicas terciarias compiten y pagan altos precios por metro cuadrado, y las familias tienden a elegir residencia en ciudades de tamaño medio localizadas cerca de la gran ciudad.

Figura 6. Diferencia entre empleo y residentes dentro de la provincia de Madrid

Fuente: Elaboración propia con datos del Censo de Población y Viviendas (INE).

⁶ Resumido en Polèse y Rubiera (2009).

Figura 7. Diferencia entre empleo y residentes dentro de la provincia de Barcelona

Fuente: Elaboración propia con datos del Censo de Población y Viviendas (INE).

Aunque el comportamiento es similar en Madrid y Barcelona, en este caso si puede apreciarse una diferencia reseñable. En Barcelona hay varios casos donde δ_{ij} toma valores positivos, lo cual parece indicar que en esos municipios se está concentrando el empleo. Los casos más llamativos son el de Martorell, aunque en menor medida también se aprecia en Vic y Granollers. Conociendo estos lugares nos resulta complicado afirmar que Barcelona siga un modelo más poli-céntrico; más bien en la provincia de Barcelona se concentra más actividad industrial que compite directamente por el espacio con las zonas residenciales. Así, el sector industrial se traslada a las afueras y elige emplazamientos en polígonos industriales, habitualmente rodeados de zonas residenciales.

Todo parece indicar que en ambas provincias se producen fuertes procesos de especialización. Rubiera y Cañal (2009) y Rubiera (2005), entre otros autores, muestran como el centro de estas zonas metropolitanas se especializa en trabajos terciarios, principalmente de consumo intermedio e intensivo en conocimiento y/o tecnología. A partir de los resultados de este trabajo se sabe cuáles ciudades de tamaño medio cercanas al centro se convierten en centros residenciales donde predominarán los servicios de consumo final, resultado coherente con los encontrados también en Polèse y Rubiera (2012) con un enfoque metodológico completamente diferente. Sin embargo, en algunos casos surgen polígonos industriales que se configuran como sub-centros de trabajo pero que son perfectamente asimilables en el marco de la teoría del uso del suelo de Von Thünen sin romper, por lo tanto, con la lógica mono-céntrica propia de unas fuerzas *centrípetas* dominantes que simplemente es coexistente con dinámicas de *desconcentración contenida*.

5. Conclusiones

En todo territorio se generan una serie de fuerzas *centrípetas* y *centrífugas* que atraen y expulsan la actividad económica. La Nueva Geografía Económica ha logrado entender cuáles son y cómo actúan estas fuerzas *centrípetas*, capaces por ejemplo de frenar los procesos de convergencia entre territorios y generar y acrecentar las persistentes desigualdades espaciales que se observan. Estas fuerzas actúan tanto a escala internacional, entre países, como nacional, entre regiones, o local, entre zonas dentro de un área metropolitana.

El objetivo de este trabajo ha sido explorar la coexistencia de estas fuerzas en las áreas metropolitanas de Madrid y Barcelona. Para ello se ha propuesto un modelo input-output capaz de cuantificar los flujos migratorios internacionales e internos de toda una década, así como los desplazamientos diarios entre el lugar de trabajo y residencia (*commuting*). Las complejas relaciones y dinámicas que se establecen entre municipios y ciudades de un área metropolitana pueden recogerse a través de tres multiplicadores que cuantifican la capacidad de expulsión de trabajadores de un municipio, la capacidad de los municipios para atraer empleo, esto es, generar actividad económica, y por último, la especialización (residencial/laboral) dentro del área metropolitana. Con este modelo input-output también se puede intuir la (in)existencia dentro de las áreas metropolitanas de estructuras mono o policéntricas. La necesidad de datos individuales de migraciones, municipio de residencia y también de trabajo remite necesariamente al último *Censo de Población y Viviendas*, referido a datos de 2001 pero que recoge movimientos migratorios desde 1991.

Se ha podido comprobar que, aunque de modo general parece verificarse un predominio de las fuerzas *centrífugas* en cuanto a la expulsión de residentes, en ambas áreas metropolitanas no son las ciudades de Madrid y Barcelona las que presentan los valores más elevados. Así, estas dos grandes *cities* siguen siendo capaces de concentrar la mayor parte del empleo pero sin generar simultáneamente una expulsión de residentes hacia otras zonas, haciéndolas (todavía) lugares agradables para vivir.

La estructura mono-céntrica domina ambas áreas metropolitanas. Las ciudades de Madrid y Barcelona acaparan la mayor parte de los empleos y de la creación de empleo; y aunque todavía existen muchas personas que viven y trabajan en la *city*, la mayor creación y concentración de actividad económica en el centro está acompañada de una significativa expulsión de residentes, lo cual fomenta el fenómeno del *commuting*.

Las ciudades cercanas a Madrid y Barcelona se han especializado en atraer residentes, siendo las dos capitales los principales centros de trabajo. Aunque esto también se confirma en el caso de Barcelona, se observa cómo algunos municipios de su entorno también consiguen atraer más empleos que trabajadores residentes, pudiendo por tanto considerarse sub-centros de trabajo. No obstante, la estructura predominantemente industrial de estos lugares nos hace pensar que es una lógica coherente con una estructura mono-céntrica de Von Thünen basada en el reparto del suelo, donde el alto valor y competencia por el suelo del centro expulsa a municipios cercanos de su entorno tanto a los usos residenciales como a las actividades industriales.

De acuerdo con los resultados obtenidos, se puede cuestionar la idea predominante de que Barcelona responde a una lógica urbana más poli-céntrica que Madrid. Aunque es cierto que hay signos de poli-centrismo más acusados en el área metropolitana de Barcelona también es verdad que probablemente responden al mayor peso de la actividad industrial, existiendo una dinámica de expulsión de la industria desde el centro hacia los municipios cercanos que es perfectamente coherente con la estructura mono-céntrica. Este análisis sugiere que Madrid y Barcelona, en definitiva, comparten más similitudes que diferencias.

Agradecimientos

Este artículo se ha beneficiado de la ayuda del Ministerio de Ciencia e Innovación, código MICINN-08-ECO2008-01617, en el marco del programa nacional de I+D+i.

Bibliografía

AGUIRRE, C. y MARMOLEJO, C. *Hacia un método unificado de identificación de sub-centros a escala municipal: un análisis para la region metropolitana de Barcelona*. En: ACE – Arquitectura, Ciudad y Entorno, 14: 99-122, 2010.

BATTY, M. *Linear urban models*. En: Papers in Regional Science, 53: 1-25, 1983.

CHRISTALLER, W. *Die Zentralen Orte in Süddeutschland*. Fischer, Jena, 1935. 315 p.

FERNANDEZ-VÁZQUEZ, E. *et al. The impact of immigration on interregional migrations: an input-output analysis with an application for Spain*. En: Annals of Regional Science, 46 (1): 189-204, 2010.

FUJITA, M. *et al. "The Spatial Economy", Cities, Regions, and International Trade*. MIT Press. Cambridge, MA, 1999 384 p.

GARIN, R.A. *A matrix formulation of the Lowry model for intra-metropolitan activity location*. En: Journal of the American Institute of Planners, 32: 361-364, 1966.

GULDMAN, J. M. y WANG, F. *Population and employment density function revisited: a spatial interaction approach*. En: Papers in Regional Science, 77 (2): 189-211, 1998.

HOOVER, E. *The location of economic activity*, McGraw-Hill, Nueva York, 1948. 300 p.

INE. *Censo de Población y Viviendas, 2001* [en línea] (Fecha de consulta: enero 2010) Disponible en: <<http://www.ine.es>>. 2010.

ISARD, W. *Location and Space Economy*. MIT Press, Cambridge, MA, 1956. 347 p.

JUN, M.J. *Forecasting urban land-use demand using a metropolitan input-output model*. En: Environment and Planning A, 37: 1311-1328, 2005.

KRUGMAN, P.R. *The Self-Organizing Economy*. Blackwell, Cambridge, MA, 1996. 122 p.

LÖSCH, A. *Teoría Económica Espacial*. El Ateneo Ediciones, Buenos Aires, 1944. 535 p.

LOWRY, I. S. *A model of metropolis*. Rand Corporation, Santa Monica, CA, 1964. 136 p.

McGILL, S.M. *The Lowry model as an input-output model and its extension to incorporate full intersectorial relations*. En: Regional Studies, 11 (5): 337-354, 1997.

MYRDALL, G. *Economic Theory and Undevelopment Regions*. Harper Torchbooks, Nueva York, 1957. 195 p.

POLÈSE, M. *The Wealth and the Poverty of Regions: Why Cities Matters*. University of Chicago Press, Chicago, 2009. 254 p.

POLÈSE, M. y RUBIERA, F. *Economía urbana y regional. Introducción a la geografía económica*. Thomson-Civitas, 2009. 307 p.

POLÈSE, M. y RUBIERA, F. *On the difficulty of comparing the spatial distribution of service industries across nations: contrasting Spain and Canada*. En: Regions/Cities/Territory & Services, en prensa.

POLÈSE, M. y SHEARMUR, R. *Growth and location of economic activity: The spatial dynamics of industries in Canada 1971-2001*. En: Growth and Change, 37 (3): 362-395, 2006.

POLÈSE, M. et al. *Observing regularities in location patterns. An analysis of the spatial distribution of economic activity in Spain*. En: European Urban & Regional Studies, 14 (2): 157-180, 2007.

RUBIERA, F. *Los Servicios Avanzados a las Empresas: Dinámicas de Localización, Patrones de Externalización y Efectos sobre el Desarrollo Regional*. Thomson-Civitas, Madrid, España 2005. 353 p.

RUBIERA, F. *Ciudades, Crecimiento y Especialización Territorial. Dinámicas Espaciales de Concentración del Empleo y la Población en España*. Consejo Económico y Social, Madrid, 2006. 96 p.

RUBIERA, F. y CAÑAL, V. *Tendencias a la Concentración de los Servicios: Influencia de las Grandes Metrópolis Españolas*. En: Papeles de Economía Española, 120: 885-100, 2009.

THÜNEN, Von, J. H. *The Isolated State*. Pergamon, Hambourg, Oxford, 1826. 263 p.

WEBER, A. *Über den Standort des Industrien*. Thübingen. Traducción al inglés en *Alfred Weber's Theory of Location of Industries*. University of Chicago Press, 1929. 438 p.