

## REVISIÓN TEÓRICA DE LA ESTRUCTURA ESPACIAL Y LA IDENTIFICACIÓN DE SUBCENTROS DE EMPLEO\*

Luz Dary Ramírez Franco\*\*

### RESUMEN

En este trabajo, se presenta una revisión sobre los principales modelos de estructura espacial, monocentrismo y policentrismo y sobre los métodos para su identificación. Desde un punto de vista teórico, los modelos revisados forman parte de la Nueva Economía Urbana. Dentro de estos modelos presentamos los modelos monocéntrico de Alonso (1964), Muth (1969) y Mills (1972) y los modelos policéntricos que se dividen a su vez en modelos endógenos y exógenos. Desde un punto de vista empírico se presentan las principales metodologías de identificación de subcentros. La primera metodología, se caracteriza por la predeterminación de las zonas catalogadas como subcentros; la segunda está basada en el análisis de los flujos de movilidad; la tercera metodología está basada en umbrales; la cuarta se encuentra basada en picos y la quinta está basada en econometría espacial.

**Palabras clave:** Monocentrismo, policentrismo, subcentros de empleo, nueva economía urbana.

---

\* Recibido: 24/05/09. Aprobado: 11/09/09

\*\* Universidad Autónoma de Barcelona, Departamento de Economía Aplicada, Programa de Doctorado en Economía Aplicada.  
Correo electrónico: puntual\_7@hotmail.com

## SUMMARY

In this work, we present a review of the principal models of spatial structure, monocentricity and policentricity and of the methods for his identification. From a theoretical point of view, the cited models form a part of the New Urban Economy. Inside these models we present the monocentric models of Alonso (1964), Muth (1969) and Mills (1972) and the polycentral models wich are divides at the same time in endogenous and exogenous models. From an empirical point of view we present the principal methodologies of identification of subcenters. The first methodology is characterized by the predeterminación of the zones catalogued as subcenters; the second one is based on the analysis of the flows of mobility; the third methodology is based on thresholds; the fourth one is based on beaks (peaks) and the fifth one is based on spatial econometrics.

**Key words:** Monocentricity, policentricity, subcenters of employment, new urban economy.

**JEL:** R12, R14, R19.

## Introducción

Desde el origen del capitalismo en el siglo XVI, la concentración espacial de la actividad económica ha sido uno de los subtemas de estudio de este modo de producción. En este sentido, algunos investigadores de la ciencia económica se han dedicado tanto al estudio del fenómeno urbano como de la economía espacial<sup>1</sup>. Petty es señalado (1623-1687) como el precursor del estudio de la concentración industrial y de la localización. Sin embargo, la economía espacial se formaliza con la obra de Johann Heinrich von Thünen (1826), "El Estado Aislado". El autor a través de la evaluación de las propiedades familiares, determinó que la *distancia de la tierra* al sitio o al mercado al cual se destinaría la producción agrícola era el principal determinante de la asignación y desarrollo de la utilización de la tierra. Esta obra fue extendida años más tarde al sector industrial por Alfred Weber (1909) (de la escuela

---

1 La economía Urbana se define como una ciencia que se concentra en explicar la asignación de los recursos y la distribución de la renta dentro del área urbana. La Economía Espacial por su parte, se dedica al estudio de las decisiones de los agentes económicos en cuanto a localización, en otras palabras, la Economía Espacial analiza la forma en que la población y los trabajadores específicamente forman concentraciones de empleo. Otros de los temas que estudia la Economía Espacial son el desarrollo de las ciudades, el papel del sistema de transporte en la estructura espacial de las mismas y la relación entre la localización y el comercio internacional.

alemana) quien bajo la influencia de los clásicos, enuncia la Teoría de la Localización Industrial. Weber al igual que Von Thünen se interesó por los costos de la distancia y el papel que ésta jugaba en la asignación y uso del suelo.

Sin dejar de considerar los grandes aportes que hicieron estos autores al estudio de la estructura espacial, debe señalarse que el análisis económico ha dado mayor relevancia al tema a partir de los años sesenta. En esta década, la escuela Neoclásica fue la corriente de mayor influencia en la explicación de los patrones espaciales. Se inició con los trabajos de Wingo (en 1961), "Transportation and Urban Land"; Alonso (1964), "Location and land use"; Beckman (1969), "On the distribution of urban rent and residential density"; Muth (1969), "Cities and housing. The spatial pattern urban residential land use"; y Mills (1972), "Urban Economics" y "Studies in the Structure of the Urban Economy" una nueva tendencia que se caracteriza por presentar modelos teóricos fundamentados no sólo bajo los tradicionales supuestos de su escuela, sino que además incluyeron elementos microeconómicos que permitieron formalizar de forma más clara los estudios sobre la economía regional y urbana. Este nuevo movimiento se conoce en la actualidad como Nueva Economía Urbana. Los modelos teóricos ofrecidos por esta nueva corriente han aportado nuevos instrumentos de análisis que han enriquecido el estudio de las ciudades. Las ciudades son catalogadas como unidades económicas a través de las cuales no sólo se puede capturar información del desarrollo urbano de las mismas sino que también se puede capturar información acerca de las variables de impacto social, ambiental y económico. En general, estos modelos son útiles como instrumentos analíticos y cualitativos no sólo para el estudio del desarrollo urbano sino también para el análisis del entorno económico, social y ambiental de las configuraciones urbanas.

En dirección a esta nueva escuela y dada la gran relevancia del tema para el análisis económico, se orienta este documento. La estructura espacial entendida como la forma en que los agentes económicos (familias y empresas) toman decisiones en torno a su localización (laboral y de producción) genera impactos sociales, económicos y ambientales tanto en su versión de Monocentrismo, especificación de la estructura espacial que considera el empleo exógeno y concentrado en un punto central denominado Central Business District, CBD, como en su versión de Policentrismo, que hace referencia a la existencia de varios centros de empleo.

En el ámbito social los investigadores<sup>2</sup> explican el impacto de la estructura espacial en aspectos como la segregación racial y la justicia social. En la esfera de la economía, afirman algunos autores<sup>3</sup> que la estructura espacial se explica algunas veces por la distribución del empleo y otras por la distribución de la población, ambas afectando en forma diferente el nivel de productividad de las zonas de estudio; otros estudios<sup>4</sup> presentados por organizaciones internacionales señalan que sólo bajo determinados niveles de concentración de los agentes económicos se puede garantizar una distribución eficiente de los servicios públicos. Finalmente, otros autores<sup>5</sup> relacionan la estructura espacial con el medio ambiente haciendo referencia a suelo consumido, y a los niveles de emisión de gases.

En cuanto a las metodologías de identificación de subcentros, las más sofisticadas y más rigurosas se refieren a la identificación de subcentros de empleo a través de Picos, Residuos Positivos y Econometría Espacial. En base a estas metodologías los investigadores han presentado trabajos que han permitido contrastar los cambios de estructura espacial de las ciudades o áreas metropolitanas de América y Europa. En general, se ha concluido que las ciudades han pasado en las últimas décadas de una estructura espacial Monocéntrica a una estructura espacial Policéntrica.

Este trabajo se presenta en cinco secciones. La primera sección es esta breve introducción, la segunda presenta la Nueva Economía Urbana y la definición de estructura espacial, presentando a su vez, además del modelo teórico central, los modelos que de este se desprenden. En la tercera sección se presenta el policentrismo también bajo la visión de la Nueva Economía Urbana y de igual manera presentando el modelo teórico central y los que de él se desprenden. En la cuarta sección se presenta una revisión sobre los diferentes métodos de identificación de subcentros. Finalmente, se presenta un apartado de comentarios finales.

---

2 Evans (1976); Rogers (2000); Bertaud (2002); Camagni, Gibell y Rigamonti (2002).

3 Ciccone y Hall (1996) y Harris y Oinnides (2000).

4 Ministerial Meeting on Regional Policy and Spatial Planning, 1996, (European Spatial Planning), European Communities, 1999 (European Spatial Development Perspective).

5 Khan (2000), Nijkamp y Finco (2001), Muñiz y Galindo (2001 y 2005) entre otros.

## ***La Nueva Economía Urbana y definición de estructura espacial***

El nombre de "Nueva Economía Urbana" (NUE), fue reconocido académicamente en los años 70`s para caracterizar los aportes de los teóricos que presentaban sus análisis de economía urbana, fundamentados en la teoría microeconómica. Las principales características de esta escuela son<sup>6</sup>:

- a) Basándose en el modelo de Alonso (1964), la ciudad se localiza sobre un plano sin rasgos distintivos, esto es la ciudad tiene un Distrito Central de Negocios, CBD<sup>7</sup>, exclusivo.
- b) Los costes incluidos en la modelación son los costes de *commuting*<sup>8</sup>, lo que permite tratar a la ciudad como unidimensional.
- c) Cada viaje cuesta dinero o reduce la utilidad, la cual es una función de los bienes de consumo o bienes compuestos en el modelo de Alonso y de la residencia.
- d) La población es tomada como variable exógena, toda con la misma función de utilidad y de demanda y el tamaño de la ciudad es determinado por los ingresos y preferencias.
- e) La modelización es estática.
- f) Los modelos pueden ser resueltos según dos vías diferentes: si ellos son normativos, se resuelven por maximización de una función de bienestar social y si son positivos, se resuelven por el equilibrio competitivo.

Otros autores como Anas y Dendrinis (1976) diferenciaron los modelos de la NUE en modelos de primera generación y modelos de segunda generación<sup>9</sup>. Richardson (1977) también realiza una revisión de los modelos de la NUE y los clasifica en modelos es-

---

6 Véase Mills y Mackinon, (1973).

7 CBD, por sus siglas en inglés (Central Business District).

8 Por *commuting* se entienden los desplazamientos de los habitantes de un área metropolitana desde su lugar de residencia hasta el de trabajo u ocio.

9 Los primeros se caracterizan por presentar un equilibrio parcial en un solo sector, el residencial; centrados alrededor de la localización del equilibrio con gustos e ingresos no uniformes. Los modelos de segunda generación se caracterizan por la inclusión de una externalidad urbana, casi siempre congestión; interacción entre varios sectores, residencia, producción y transporte; inclusión del sector público, alta sofisticación matemática.

tándar y modelos con extensiones<sup>10</sup>.

Bajo los planteamientos del nuevo pensamiento de la economía urbana y con la caracterización de sus modelos, la estructura espacial se define como la distribución espacial de la población y del empleo en un área metropolitana, considerando las condiciones de su densidad.

Aunque las referencias teóricas acerca del enfoque monocéntrico datan desde los clásicos con el planteamiento teórico de David Ricardo en 1817<sup>11</sup> y el estudio de Johann Heinrich Von Thünen, en 1826<sup>12</sup>, tal y como se mencionó anteriormente este documento se centrará en la modelación de la NUE.

### *El monocentrismo: concepto y modelos*

El monocentrismo se define dentro de la estructura espacial como una ciudad que se caracteriza por ser una unidad territorial en la que se ubica el Distrito Central de Negocios (CBD). Este CBD representa la única concentración de empleo de la ciudad y a partir de ella se explica cómo se distribuye la población considerando la distancia al CBD.

El planteamiento del Modelo de Ciudad Monocéntrica desde la visión de la NUE es una condensación de los trabajos presentados por autores como Alonso (1964), Muth (1969) y Mills (1972). En

---

10 Los modelos estándar se caracterizan por ser modelos de ciudades unidimensionales con un sistema de transporte homogéneo y la inclusión de externalidades como el sector público que se asumen usualmente explícita o implícitamente; estos son modelos estáticos que alcanzan el equilibrio en el largo plazo. Los modelos con extensiones hacen referencia a casos más complejos como sistemas de ciudades, de transporte o del sector público.

11 Esta teoría, plantea que la renta se deriva del nivel de fertilidad de la tierra, es así como clasifica las tierras en tres clases, desde la más fértil hasta la menos fértil. El mismo autor afirmó en su planteamiento que la renta es la diferencia existente entre el producto obtenido mediante el empleo de dos cantidades iguales de capital y trabajo en parcelas del mismo tamaño. Esta definición es conocida como *renta diferencial de tipo I*. La *renta diferencial de tipo II*, relaja el supuesto de igual dotación de capital, supuesto que no es considerado bajo la teoría ricardiana. En resumen, Ricardo afirmó que el grado de fertilidad de la tierra determinaba el nivel de productividad.

12 En su obra: "El estado aislado", Von Thunen, presenta un modelo explicativo de localización, en el cual, define la distancia del suelo cultivado a la ciudad o centro como un determinante de la máxima renta que puede ofrecer un agricultor por el uso del mismo. Bajo este precepto el autor concluyó que: el alquiler de la tierra para una producción específica, varía inversamente con respecto al centro, que el mayor nivel de producción por hectárea se localiza más próximo al mercado, que la intensidad de los cultivos se reduce con respecto a la distancia del centro, que la perecibilidad de los productos está determinada por la distancia a la ciudad y que en torno al centro, girarán zonas de cultivo caracterizadas por su utilización dibujadas como anillos concéntricos determinados por el supuesto de uniformidad ambiental.

sus trabajos los autores coinciden en suponer que este tipo de estructura espacial asume el empleo como una variable exógena y que el mismo se concentra como ya se mencionó en un único punto denominado CBD. El modelo estudia una ciudad que además del CBD presenta un anillo periférico que representa la zona residencial. En este sentido, los individuos tendrían que elegir entre espacio y distancia al CBD, considerando que la vivienda es más barata fuera del CBD y que la adquisición de la misma fuera del CBD implica costes *commuting*. En resumen, el supuesto central este modelo es que los costes de transporte están en función de la distancia al CBD, lo que implica que una mayor distancia representa una menor renta del suelo y por tanto, la vivienda tendrá un menor precio lo que se traduce en un menor nivel de densidad.

#### ALONSO (1964): EL MODELO BÁSICO

El arquitecto y economista William Alonso<sup>13</sup> desarrolló en 1964 un modelo de renta ofertada<sup>14</sup> reconocido como la base o el origen del planteamiento de la Nueva Economía Urbana. De hecho Alonso (1964) presenta la versión urbana del modelo agrícola de Von Thünen. Además, con su planteamiento de la teoría del mercado de uso del suelo y utilizando las herramientas microeconómicas de la teoría neoclásica, muestra el paso de una función de renta explicada por los costes de transporte en función de la distancia, a una función de renta especificada por el ingreso neto y el nivel de utilidad fijo (Fujita, 1989). El autor no sólo considera el estudio de la localización de usos desde el equilibrio residencial, sino que con su modelo se puede realizar el análisis empresarial y agrícola. En lo demás, Alonso (1964) conserva los supuestos de homogeneidad de suelo y de competencia perfecta, del modelo de Von Thünen (1826).

Bajo este escenario, la formalización del modelo de Alonso (1964) es como sigue<sup>15</sup>:

$$\max U = U(c, s, r) \quad (1), \text{ donde,}$$

$c$ , es el consumo de bienes compuestos,

---

13 Nacido en 1933 en Argentina y muerto el 11 de febrero de 1999. Pilar de la Economía Urbana a partir de los años setenta.

14 "The bid-rent model". En su versión original el modelo se conoce como "bid-price curva".

15 H.W. Richardson (1977), capítulo 1, páginas 14-17.

$s$ , espacio para la vivienda, tamaño del sitio, y

$r$ , es la distancia al centro o CBD y esta sujeta a la función de restricción presupuestaria para un nivel de ingreso determinado, el cuál a su vez está dado por:

$$y = vc + p_r s_r + t_r \quad (2)$$

de donde se sigue que

$$y - vc - p_r s_r - t_r \geq 0 \quad (3)$$

donde,

$v$ , es el precio de los bienes compuestos,

$p$ , es la renta ofertada, y

$t$ , es el coste de transporte.

El modelo supone que hay una relación negativa entre la renta ofertada y la distancia al centro dado que los agentes económicos se benefician cuando la accesibilidad es mayor. De otro lado el equilibrio del mercado de viviendas alcanza su punto óptimo con respecto a la distribución espacial cuando obtiene su máximo nivel de bienestar sujeto a su recta presupuestaria. Por tanto, solucionando el modelo se tiene:

$$\zeta = U(c, s, r) + \lambda(y - vc - p_r s - t_r), \text{ entonces,}$$

$$\frac{\partial \zeta}{\partial c} = \mu_c - \lambda v = 0 \quad (4)$$

$$\frac{\partial \zeta}{\partial s} = \mu_s - \lambda p = 0 \quad (5)$$

$$\frac{\partial \zeta}{\partial r} = \mu_r - \lambda \left( -\frac{\partial p}{\partial r} s - \frac{\partial t}{\partial r} \right) = 0 \quad (6)$$

$$\frac{\partial \zeta}{\partial \lambda} = y - (vc + ps + t) = 0 \quad (7)$$

Despejando  $\lambda$  de las ecuaciones 4 y 6 e igualándolas y hallando el cambio de la renta con respecto a la distancia se tiene:



$$\frac{\partial p}{\partial r} = \frac{v}{s} \frac{u_r}{\mu_c} - \frac{1}{s} \frac{\partial t}{\partial r} \quad (8)$$

Donde  $\mu_r$  y  $\mu_c$ , representan la utilidad marginal de la distancia y del consumo respectivamente. La ecuación (8) muestra que la relación distancia y oferta de la renta es negativa dado que el único término negativo es  $\mu_r < 0$  por los costes *commuting*.

Matemática y conceptualmente el modelo está explicado para definir el equilibrio residencial, el industrial y el de los agricultores. Por tanto, de acuerdo a la ecuación (8), y considerando que Alonso (1964) asignó la distribución de un área o región según los usos de ésta entorno a un centro<sup>16</sup>, los agentes que se localicen más cerca del CBD serán aquellos que tengan mayor disponibilidad a pagar por el uso del suelo que ocuparán. En concordancia con esto, a mayor distancia del CBD menor renta ofertada.

En cuanto a la localización por usos del suelo, Alonso (1964), la asigna en función de las curvas de renta ofertada de cada grupo de agentes económicos. Es decir, ubica al sector comercio en el centro o en los alrededores más cercanos a él; en un segundo nivel ubica las industrias; en el tercer nivel estarían las residencias familiares y en el último nivel o a una mayor distancia ubica la agricultura.

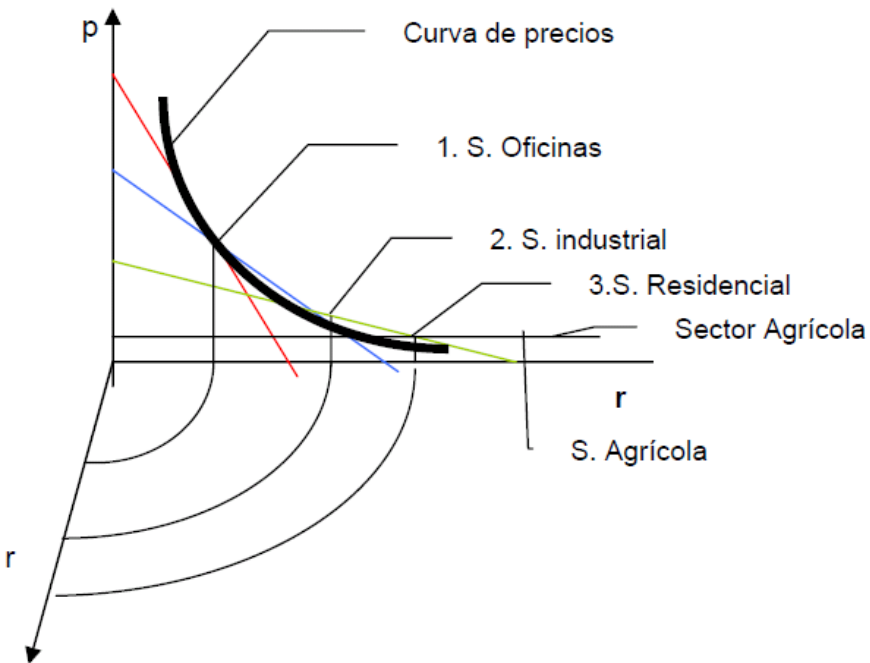
El gráfico 1, es una representación del modelo de Alonso (1964). El gráfico presenta un solapamiento de las curvas de renta ofertada, que indican la disponibilidad a pagar por unidad de suelo localizado a una distancia determinada al CBD por parte de cada sector. Los sectores Oficinas, Industria y Residencial tienen pendiente negativa la cual indica que la renta ofertada decrece en un número de unidades monetarias por cada kilómetro adicional que el sector se aleja del centro de la ciudad. El sector que mayor pendiente presenta es el de oficinas indicando que es el sector con mayor disponibilidad a pagar para estar ubicados en el centro de la ciudad, seguidos del sector industrial y del sector residencial, mientras que el sector agrícola tiene una pendiente de cero que expresa la independencia de tal sector a la distancia al centro, es decir este sector sólo está en función del rendimiento de la explotación.

---

16 Central Business District (CBD).

El modelo determina el punto de localización óptimo para el sector residencial en aquel punto donde los beneficios del sector son mayores o iguales al precio máximo que él mismo está dispuesto a pagar por el suelo utilizado. Por su parte, la localización óptima para las empresas<sup>17</sup> halla su máximo en el punto donde se minimizan los costes de transporte.

GRAFICO 1. Modelo de Alonso: Solapamientos de Curvas de Renta ofertada.



Fuente: H.W. Richardson (1977).

MUTH (1969) Y MILLS (1972): OTROS TRABAJOS

Del esquema presentado por Alonso (1964) se derivan un conjunto de modelos monocéntricos que tienen como fundamento teórico el análisis de la disyuntiva que enfrentan los agentes económicos entre localización residencial y ubicación estratégica con respecto a los centros de empleo. Entre estos modelos, está el de R.F. Muth (1969) quien conserva algunos supuestos de Alonso, como por ejemplo, el hecho de que los costes de *commuting* son crecientes

17 Este punto, está definido en el modelo de Alonso (1964), bajo los preceptos del modelo de Isard (1962), que a su vez lo retoma de Weber (1909).

respecto de la distancia; que el individuo tiene que desplazarse hasta el centro de empleo. El *plus* del modelo de Muth, con respecto al de Alonso es que el primero incluyó el análisis del mercado de vivienda, lo que implicó que el autor diferenciara entre suelo urbano y espacio residencial<sup>18</sup>.

Los resultados de Muth (1969) son similares a los hallados por Alonso (1964). Las condiciones de equilibrio del modelo son: la utilidad marginal por unidad de gasto en vivienda y consumo deben ser iguales; el equilibrio de la localización exige que el cambio marginal en el gasto de vivienda con un cambio en la localización debe ser igual al cambio marginal en los costes de transporte. Si el cambio marginal en los costes de transporte es positivo, el equilibrio requiere que los precios de vivienda decrezcan con la distancia y que el consumo en vivienda aumente con la distancia. Si los costos marginales no incrementan con la distancia y si la elasticidad precio de la demanda no es mayor a la unidad, los precios de la vivienda se reducen con la distancia a una tasa no creciente.

En la misma línea de modelos clásicos de economía espacial está el modelo de equilibrio general que presentó en 1972, Edwin Mills. El autor a través de una función exponencial o función de renta ofertada muestra una relación inversa entre los precios del suelo y la distancia al centro o Distrito Comercial Central (DCC). La premisa que fundamenta la expresión de la función, es que la localización más central implica precios del suelo más altos dado que los agentes económicos acuden al DCC en busca de los bienes y servicios que requieren, es decir, en el DCC se desarrolla todo el comercio vital de la economía de la región. Mills, a diferencia de los dos autores inmediatamente citados, altera la definición de CBD o DCC, es decir, en el modelo de Mills este concepto ya no hace referencia a un único centro sino que identifica un área central en la cual se concentran las diferentes actividades económicas.

Mills al formular su modelo de equilibrio general quiso relacionar los diferentes sectores que confluyen en la asignación del suelo. Debido a esto, el autor no analiza cada sector de la economía por separado como Alonso, o sólo el mercado residencial como lo hizo Muth, sino que estudia tanto el sector residencial como el no residencial, a la vez que modela el mercado o el sector trans-

---

18 Es el suelo urbano más el capital necesario para la construcción de viviendas.

porte<sup>19</sup>.

## ***Nueva Economía Urbana: policentrismo***

### *Concepto, definiciones y modelos*

Policentrismo, es un término anglosajón, "policentricity". Una de las definiciones más aceptada de este término es la que escribió Hallgeir Aalbu (2004)<sup>20</sup>, "un sistema urbano policéntrico, es una organización espacial de ciudades, caracterizada por una división funcional del trabajo, por su integración económica e institucional y por su cooperación política" (Aalbu, 2004: 170-171). "[...] El Policentrismo tiene dos dimensiones, la primera referente a la morfología (es decir, a la localización de ciudades y al grado de proximidad entre ellas) la segunda dimensión hace referencia a las relaciones o a los flujos entre estas ciudades. Esencialmente, el policentrismo es un concepto que tiende un puente entre las nociones de crecimiento y equilibrio, y como tal, él describe la dimensión territorial de la política de cohesión [...]".

Otra definición de policentrismo, se debe a Sarzynsky, Hanson y Wolman (2005: 5) "[...] Un área metropolitana es policéntrica si su extensión está separada por dos o más centros de empleo distintos que contengan una cantidad significativa del empleo total del área, y la relación de empleo en el centro principal al empleo en todos los otros centros es baja [...]".

Los cambios de estructura de las ciudades han generado un debate que es atendido por la economía urbana desde diferentes puntos de vista. Es así como algunos estudios explican tales cambios desde la reducción de los costes de transporte y otros autores señalan como causas del mismo fenómeno tanto las fuerzas centrífugas o de dispersión como las fuerzas centrípetas o de aglomeración. El debate entonces se da en torno a los nuevos patrones de articulación del sistema urbano concentrándose tal discusión en la estructura policéntrica de las ciudades.

En este sentido, la literatura de la Nueva Economía Urbana ha presentado modelos para tratar de explicar los cambios y el fun-

---

19 Ver García López (2006: 23).

20 "Spatial Development Trends. Nordic Countries in a European Context." Editors Susan Brockett and Margareta Dahlström. Páginas, 170-171.

cionamiento de las nuevas formas de configuración espacial de las ciudades. Los autores que hacen referencia a la evolución espacial de las ciudades relajan el principal supuesto de los modelos monocéntricos, "existencia de un centro único". De este modo el estudio del policentrismo asume, además del CBD la existencia de centros periféricos y también asumen que el sector empresarial puede determinar su localización en pro de la maximización de beneficios o bien concentrándose en un núcleo o bien dispersándose por la región. Basados en estos dos supuestos, la teoría presenta, de acuerdo al análisis de Michelle J. White (1999), dos tipos de modelos policéntricos, endógenos y exógenos.

Los modelos endógenos se caracterizan por estudiar la ciudad sin predeterminar una estructura espacial. Esto es, no se consideran la existencia de concentraciones de empleo. La misma modelación, se concentra en analizar cómo las economías de aglomeración y los costes *commuting* afectan el óptimo y el patrón espacial del empleo. De igual manera estudian cómo la transformación de la ciudad afecta no sólo su tamaño sino el tamaño del CBD, con lo que las empresas concentradas en él se ven forzadas a suburbanizarse. Finalmente, este modelo asume que la población determina su localización en función de las concentraciones de empleo.

Los modelos exógenos parten del supuesto de que existe históricamente un CBD. En este caso, se examinan los efectos de las empresas suburbanizadas sobre la localización residencial. Estos modelos se centran en como los trabajadores deciden dónde vivir y trabajar; en los patrones espaciales que resultan de las rentas del suelo; de las densidades de la población y del ámbito *commuting*. A diferencia de los modelos endógenos, estos, no modelizan las economías de aglomeración y el empleo no sigue a la población.

### *Modelos endógenos de la Nueva Economía Urbana*

Los planteamientos teóricos acerca de los modelos endógenos de estructura espacial se reseñan desde el trabajo de Edwin Mills (1972). Sin embargo, el trabajo de Fujita y Ogawa (1982) es considerado como uno de los pilares de los modelos endógenos de policentrismo. En esta investigación los autores presentan un modelo no-monocéntrico del suelo urbano, formalizado dentro del esquema de la teoría microeconómica. Este modelo no requiere que la localización del empleo ni la localización de la población sean especificadas *a priori* (por esta razón el modelo es endógeno) y

permite varias configuraciones espaciales como el Monocentrismo y el Policentrismo.

El modelo supone una ciudad lineal; también supone la existencia de  $N$  hogares homogéneos y con preferencias idénticas que representan la población que se asume fija. Además, los hogares son maximizadores de una función de utilidad. Cada hogar tiene un trabajador que percibe el único ingreso del hogar.

Finalmente, el modelo presenta el comportamiento de las empresas y plantea la existencia de economías de aglomeración que a su vez explican la existencia y el crecimiento de las ciudades. Las economías de aglomeración se miden a través de una función potencial de localización especificada como sigue:

$$F(x) = \int b(y) e^{-\alpha d(x,y)} dy \quad (9), \text{ donde}$$

$F(x)$ , es la localización potencial a  $x$ ,

$b(y)$ , es la densidad de las empresas a  $y$ ,

$\alpha$ , es un parámetro y  $\alpha \geq 0$ , que mide el grado de las economías de escala.

$d(x,y)$ , es la distancia entre la localización de la firma a  $x$  y a  $y$ .

La solución del modelo se realiza a través de simulaciones que permiten identificar diferentes configuraciones espaciales. En efecto, se determina que hay estructura monocéntrica solamente cuando el diferencial de localización potencial<sup>21</sup> es mayor que los costes *commuting*. Formalmente sería:  $F(x) > t$ <sup>22</sup>. Además, bajo la configuración monocéntrica los beneficios se explican por la existencia exclusiva de economías de aglomeración en el CBD.

La segunda simulación hace referencia a una configuración urbana completamente mixta o integrada (dispersión espacial), esto

21 Los autores lo definen como un índice de ventaja de producción por la localización de las empresas debido a las economías de aglomeración. Este índice varía entre localizaciones dependiendo del grado del grado de dispersión o concentración de las empresas.

22  $t$ , representa los costes *commuting* por unidad de distancia y es un parámetro de la función de salario de los hogares.

es, donde tanto empresas como hogares, están uniformemente distribuidas dentro del área urbana. En este caso, se supone que el sitio de trabajo coincide con el de la residencia de modo que no hay costes *commuting*. Esta configuración se da cuando los costes *commuting* son muy elevados comparativamente con los diferenciales potenciales de localización y las economías de escala son constantes. Formalmente sería  $t > F(x)$ .

El tercer caso se corresponde con una configuración mixta incompleta. Esta es una combinación de los dos casos anteriores, es decir, es una solución de equilibrio cuando no hay costes de *commuting* en el distrito integrado, que sería el caso de la configuración completamente mixta, y a la vez, hay costes de *commuting* desde el área de residencia al área de negocios, que sería el caso monocéntrico.

Finalmente, los autores presentan el caso de una configuración urbana tricéntrica de la que se derivan dos casos: uno en el que todos los trabajadores viajan a su sitio de trabajo interiormente; en otras palabras, esta configuración se considera como un sistema con una ciudad que tiene un distrito central y dos subcentros. El segundo caso, es aquel en el cual una ciudad es dividida entre tres subcentros con respecto a la oferta y demanda de trabajo.

Ogawa y Fujita (1989) bajo la modelación anterior discuten la relación entre el equilibrio y la localización óptima, punto que no analizaron en su modelo anterior. También se muestra la dependencia empresa-hogar y las implicaciones de la ubicación de las residencias dentro de la ciudad.

En la misma línea y como una extensión del modelo Fujita y Ogawa (1982), Henderson y Slade (1993), modelan un juego entre dos empresarios y con ello, se da un conjunto de razones de por qué el ingreso de equilibrio puede diferir del ingreso óptimo<sup>23</sup>. En su modelo ellos asumen que cada empresario se ubica a cada lado de la ciudad, uno a la derecha y el otro a la izquierda. Cada uno de los lados, tiene una vecindad residencial y un distrito de negocios. Cuando la ciudad es pequeña, es ineficiente para ambos empresarios localizar su CBD dentro de los límites de su territorio, por tanto, ambos se fusionan y la ciudad queda con un solo CBD.

---

23 "En los modelos con economías de aglomeración, el ingreso de equilibrio es probable que sea ineficiente si las firmas individuales ignoran los efectos de su comportamiento sobre el nivel total de las economías de aglomeración y por tanto sobre los costos de las otras firmas" White (1999: 1387).

Como la ciudad incrementa en tamaño, los costes de transportes de bienes y los *commuting*, aumentan más rápido que las economías de aglomeración, de modo que tarde o temprano será más eficiente que el CBD se divida en dos. En este punto cada empresario localiza su CBD aproximadamente en el centro del territorio, con vecinos residentes de ambos lados. Por tanto, habría dos CBD del mismo tamaño, uno en cada lado de la ciudad<sup>24</sup>.

Finalmente, dentro de estos modelos se encuentra el modelo presentado por Lucas y Rossi-Hansberg (2002). Este modelo conserva los supuestos del modelo de Fujita y Ogawa (1982). Los autores analizan un modelo espacial de una ciudad en la cual se produce un único bien combinando mano de obra y suelo. La producción se da en la ciudad y no en áreas periféricas debido a una externalidad de la producción: la productividad en cualquier localización es mayor cuanto mayor es el empleo en localidades cercanas. También considera que los empleados viven en su lugar de trabajo. Bajo los supuestos del modelo, se define un nivel de equilibrio determinado para un nivel de productividad, en el cual empleo y renta del suelo declina hacia afuera del centro.

### *Modelos exógenos de la Nueva Economía Urbana*

Arthur M. Sullivan (1986) es pionero de esta metodología y presenta un modelo de equilibrio general. En su trabajo el centro de la ciudad está localizado el CBD en el cual se ubica el sector de oficinas, único sitio en el cual se dan economías de aglomeración. El modelo también señala que los residentes eligen entre dos áreas de empleo, el sector de oficinas y el sector manufacturero que está localizado cerca de una carretera circunferencial que está integrada al sistema de carreteras interurbanas. Esta segunda aglomeración de empleo se denomina Subcentro Distrital de Negocios (SBD). El modelo es estructurado para evaluar los efectos de una política de uso de suelo que restringe el capital y los resultados mostraron que en general con la aplicación de dicha política decrece la eficiencia del CBD y hay desplazamientos de producción del CBD al SBD.

En el modelo los residentes de la ciudad tienen funciones de utilidad y productividad del trabajo idénticas. Un miembro de cada hogar trabaja en cualquiera de los dos distritos, en el CBD (en

---

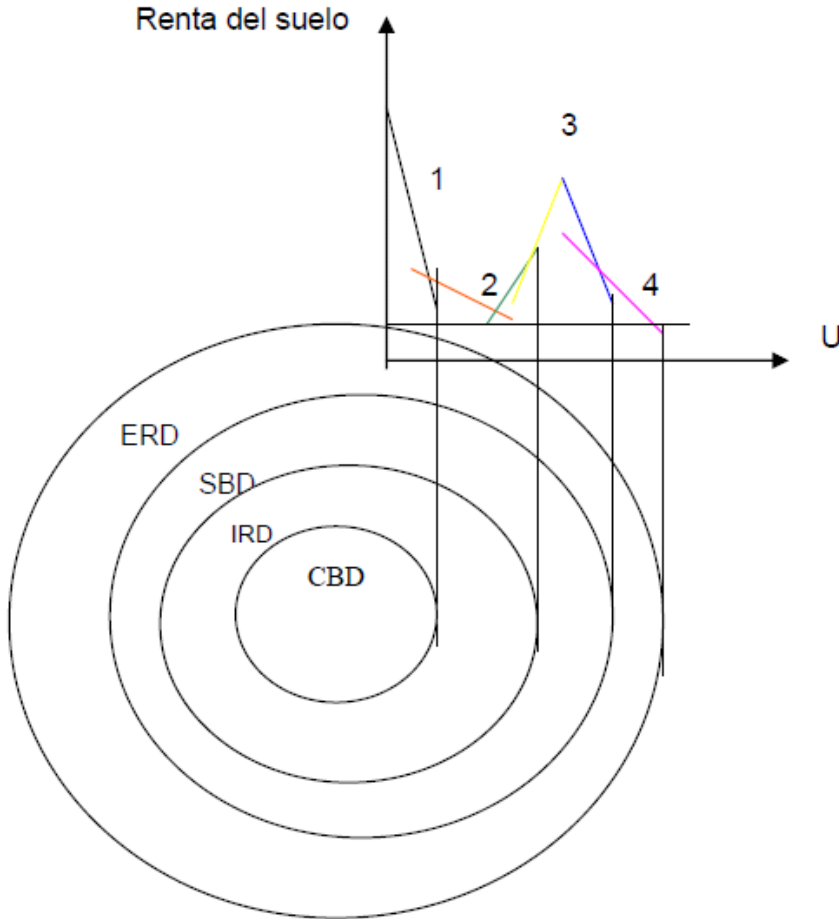
24 También Tauchen y Whitte (1984), estudian el mismo caso y muestran que en el ingreso de equilibrio, un número ineficiente de firmas pueden entrar al área urbana.



una empresa de sector de oficina) o en el distrito suburbano de negocios, SBD (en una empresa manufacturera). Los salarios de equilibrio en la ciudad (uno para el CBD, y uno para el SBD) son endógenos, siendo determinados por la condición de que la oferta y la demanda de ambos mercados se igualan.

El mercado de tierra es competitivo y los propietarios de la tierra la alquilan. La renta ofertada es definida por la condición de que en cada localización los beneficios son cero. La renta ofertada del sector oficina tiene una pendiente negativa que refleja el hecho de que los costes de transporte (el coste de enviar los trabajadores al área de mercado central) incrementan con la distancia hacia el centro de la ciudad. La renta ofertada del sector manufacturero alcanza su máximo en el punto tres del gráfico 2.

GRAFICO 2. Equilibrio general (localización del suelo) modelo Sullivan (1986).



En el CBD se localizan las oficinas. Los residentes viven en el Distrito Interior Residencial (IRD) o en el Distrito Exterior Residencial (ERD). Los residentes de esta área conmutan al CBD, entonces la renta ofertada de los hogares decrece cuando aumenta la distancia ( $U$ ), reflejando el hecho de que los costes *commuting* aumentan cuando aumenta la distancia. La segunda aglomeración de empleo es el SBD, donde a su vez se construye la carretera circunferencial, con el fin de reducir los costes de transporte de los bienes al CBD.

El modelo, está explicado por la interacción de cuatro sectores, el residencial, el sector de producción de residencias, el sector manufacturero y el sector oficinas.

El sector residencial, está representado por los hogares que tienen como único ingreso la renta que recibe la cabeza de la familia

que a su vez se debe desplazar a diario desde su residencia hacia su sitio de trabajo. Este viaje le implica tiempo y dinero por distancia recorrida. Finalmente, las preferencias de los hogares se representan por medio de una función de utilidad indirecta especificada por:

$$V = V(P_H, P_X, J_F, Y), \quad (10)$$

Donde,  $P_H, P_X, J_F, Y$ , representan: el precio de los hogares, el precio de los bienes importados, el ocio y el ingreso neto respectivamente. Debe señalarse que el ingreso neto está en función del salario en el CBD, del ocio, y de la distancia del lugar de residencia al sitio de trabajo. Además, hay una especificación de salario neto para el CBD y otra para el SBD. También se expresa una ecuación para el tiempo libre (ocio), para ambas aglomeraciones de empleo, la cual también está en función de la distancia.

De la ecuación (10) se obtiene que el gradiente de la renta de los hogares para los residentes que viajan a diario es negativo, indicando que a medida que aumenta la distancia, cae el precio de la vivienda localizada fuera del CBD.

El sector productor de residencias, es representado por una industria perfectamente competitiva. La función de producción se especifica bajo rendimientos constantes a escala. La función de beneficios está dada por:

$$\pi(u) = P_H(u) - C_H(P_K, P_T^H(u)), \text{ donde,} \quad (11)$$

$P_K$ , es el precio exógeno del capital, y

$P_T^H$ , es la variable endógena renta ofertada del suelo.

Diferenciando la ecuación (11) con respecto a la distancia, se obtiene que la relación renta ofertada del suelo con respecto a la distancia, está explicada no solamente por la derivada de la función renta del suelo sino también por la derivada de la función de ingreso de los residentes.

La especificación del sector oficina, también está dada por una función de beneficios que incluye los costes de producción por unidad local; el tiempo por unidad de distancia; el número de viajes al mercado central por unidad de producto; una variable de

economías de escala externa y el producto agregado del propio sector oficinas. En este caso la relación, precio exógeno del producto con respecto a la distancia es negativa, ya que los costos incrementan con la distancia al mercado central.

De igual manera el sector manufacturero está especificado por una función de beneficios. La cual incluye variables como el precio exógeno del producto. La renta ofertada del suelo, una variable que representa las economías de escala y el producto agregado de las manufacturas. La derivada de la función de renta ofertada con respecto a la distancia es negativa, lo cual indica que la renta ofertada del suelo incrementa con la aproximación a la carretera circunferencia, reflejando que el ahorro en los costes de transporte resultan de movimientos hacia la ruta de exportación.

Sasaki (1990), utilizando los planteamientos de Sullivan (1986), estudia el caso de una ciudad con dos centros. El modelo supone que los salarios se determinan endógenamente. El autor también analiza los efectos del establecimiento de un subcentro sobre el bienestar de los residentes y sobre la estructura espacial urbana. Mientras que en el subcentro se establecen economías de aglomeración locales<sup>25</sup>, en el CBD las economías de aglomeración son tanto locales como globales, las cuales, están basadas en un sistema de información que hacen referencia a las previsiones futuras de la industria, al nivel de precios y a los avances tecnológicos.

Dentro de los resultados del estudio se encontró que el subcentro funciona correctamente cuando el tamaño de la ciudad en términos de la población alcanza un nivel determinado. En una ciudad de configuración monocéntrica, el ingreso personal y el nivel de utilidad de los residentes decrecen con el tamaño de la población. Cuando los costes de transporte incrementan tanto en la ciudad monocéntrica como la duocéntrica se contraen en términos de extensión y cuando los costes de transporte disminuyen el nivel de utilidad de los residentes de la ciudad duocéntrica aumenta a una tasa mayor que la de los residentes de la ciudad monocéntrica.

Kenneth F. Wieand (1987) utiliza una función de producción indirecta y considera que además del CBD, lugar donde existen economías de aglomeración, aparece un nuevo y único promotor quien utiliza información acerca de los precios para localizarse en

---

25 Esto es información acerca de rentas de suelo en las concentraciones industriales, precios acordados de los materiales, tiempos de reparto y comportamiento del mercado de trabajo local.

un sitio diferente del CBD formando así un subcentro. El autor supone que estas dos aglomeraciones de empleo son exógenas, afirmando que el CBD es preespecificado y que los subcentros son determinados por las fuerzas del mercado. La diferencia central de este trabajo con los anteriores es que en este se supone que de acuerdo a la localización de la población se presenta endogeneidad en la localización del empleo.

El autor resume su artículo señalando que hizo cuatro cosas básicas: generalizó el modelo existente de equilibrio monocéntrico espacial de tal modo que se puede aplicar a un nodo de producción arbitrario en una ciudad productiva. En segundo lugar especificó condiciones divisorias para el equilibrio del corto y del largo plazo en una ciudad duocéntrica. En tercer lugar desarrolló un modelo en dos períodos para predecir patrones de formación de subcentros y el desarrollo de la ciudad en dos centros, y finalmente se presenta el comportamiento del promotor del segundo subcentro.

Finalmente, Wieland (1987) afirma que el modelo es útil para describir la transición de una forma urbana monocéntrica a una forma urbana policéntrica.

Fujita, Thisse y Zenou (1997). Aunque estos autores titulan su artículo "Formación endógena del empleo secundario en un ciudad central" su modelo es tanto endógeno como exógeno<sup>26</sup>. Endógeno porque la localización del subcentro es aleatoria y exógeno porque determinan *a priori* la existencia de un subcentro. Igual que en los modelos anteriores, el CBD se caracteriza por presentar economías de aglomeración fundamentadas en el intercambio de información que se da entre el grupo de empresas que la forman. Otro supuesto de exogeneidad es que se asume que entre más lejos esté la empresa del CBD, menor será el nivel de productividad de esta.

El modelo se diseña para tres formas urbanas: la primera está determinada por un subcentro localizado en los alrededores del CBD, con lo cual, resultan beneficiados los trabajadores ya que las empresas del CBD y del subcentro uno compiten atrayendo mano de obra vía salarios. Esta situación, provoca desplazamiento de la mano de obra a las regiones mencionadas y por tanto se encarece el suelo.

---

26 García López (2006: 51).

La segunda forma urbana está explicada por un segundo subcentro que está localizado a una mayor distancia del CBD. En este caso aunque aún se da una situación que favorece a los empleados dado que todavía existe la competencia vía salarios, los mismos, son inferiores a los del CBD y el subcentro uno.

Finalmente, los autores exponen el caso en el que un empresa se ve motivada a localizarse en el área rural, sitio donde no tiene que competir con el CBD, por tanto, la empresa puede determinar un salario básico que será superior al salario agrícola. Algunos trabajadores del sector agrícola de otras zonas se desplazarán a este nuevo subcentro con lo que se ven afectadas las rentas del suelo.

### ***Identificación de subcentros de empleo***

Siguiendo a Muñiz, Galindo y García (2003) en su trabajo "¿Es Barcelona una ciudad Policéntrica?" y a García (2006) en "Estructura espacial del empleo y economías de aglomeración: El caso de la Industria en la región metropolitana de Barcelona", se presenta la siguiente revisión del tema.

Los métodos sobre identificación de subcentros, se pueden agrupar en cinco metodologías:

La primera metodología, es caracterizada por la predeterminación de las zonas catalogadas como subcentros. Esto es, los investigadores predeterminan los subcentros con base en información que proporciona una institución de ordenamiento territorial o de planeamiento sobre el conocimiento propio de las ciudades. En general se puede decir que en sí no hay una identificación, sino una selección de subcentros en base a información o conocimientos previos.

La segunda línea, basada en análisis de los flujos de movilidad, define los subcentros a través del análisis gráfico de los desplazamientos laborales, bien sea por los flujos netos de entrada a ciertas áreas de la ciudad o por la cantidad de viajes generada por determinadas áreas. Esta metodología está sustentada por los trabajos de Burne (1989) y Gordon y Richardson (1996).

En una tercera línea, se encuentra la metodología basada en umbrales. Esta metodología también es conocida como metodología de doble umbral y define los subcentros de empleo a través de

la determinación de dos umbrales, uno de empleo total y otro de densidad de empleo. Entonces las concentraciones de empleo que superen el doble umbral fijado son identificadas como subcentros de empleo.

La literatura señala como pionero de esta metodología el trabajo de Giuliano y Small (1991). Los autores presentan un análisis empírico de empleo de la población en los subcentros de la región de Los Ángeles. Dentro de los objetivos del trabajo estaba el de desarrollar un modelo que permitiera sistemáticamente identificar subcentros. Para el desarrollo del método los autores definen subcentro como un conjunto de zonas, que tienen un mínimo de densidad y que conjuntamente presentan un empleo superior a un nivel mínimo. Así, cualquier zona inmediatamente adyacente, fuera del subcentro tiene una densidad inferior al límite de densidad de las zonas de éste. Los umbrales propuestos en este trabajo fueron 10 puestos de trabajo por acre como criterio de densidad y un empleo mínimo total de 10.000 puestos de trabajo.

Bajo esta misma línea, y con la misma encuesta de censo de viajes utilizada por Giuliano y Small (1991) para Los Ángeles, Song (1994) identifica 6 subcentros de empleo estableciendo un umbral de 15 trabajadores por acre y 35.000 trabajadores como mínimo total de puestos de trabajo. Para este análisis el autor evalúa las funciones de densidad monocéntrica, policéntrica y de dispersión. El autor concluye que Los Ángeles se pueden representar por un modelo policéntrico espacial. Identificando así 32 subcentros de empleo.

Por su parte, Cervero y Wu (1997), identifican 22 subcentros de empleo para la bahía de San Francisco, estableciendo un umbral de 7 trabajadores por acre y 10.000 trabajadores. Utilizan una estructura de modelo gravitacional para predecir la elección de localización residencial de los trabajadores de los subcentros. Los autores concluyen afirmando que la Bahía de San Francisco ha evolucionado hacia una metrópolis policéntrica, con cuatro distintas jerarquías de subcentros, los centros de mayor densidad se ubican en el corazón de la metrópolis.

Al mismo grupo pertenece el trabajo de McMillen y McDonald (1997) este trabajo se realizó para Chicago en 1980, bajo los umbrales de Giuliano y Small (1991) e identificaron 20 subcentros, para lo cual, inicialmente consideraron zonas adyacentes (2.4 kilómetros).

McMillen y McDonald (1998) replican el trabajo anterior para 1990 y obtienen nuevamente 20 subcentros.

Bogart y Ferry (1999) estudian Cleveland para 1990 y con umbrales de 8 trabajadores por acre y 10.000 trabajadores de empleo total identifican 9 subcentros de empleo.

Freestone y Murphy (2000) estudian el área metropolitana de Sydney entre 1981 y 1996 e identifican 64 centros de empleo para lo cual definen umbrales de densidad de 2.470 personas por metro cuadrado y 10.000 trabajadores de empleo total.

Anderson y Bogart (2001) realizan un trabajo para Cleveland, Indianápolis, Portland y San Luis, para 1990. Con los mismos umbrales de Bogart y Ferry (1999) identificaron 9, 11, 11 y 10 subcentros de empleo respectivamente para cada área. También se demostró que hay significativa regularidad en la estructura espacial de las cuatro áreas.

Shearmur y Coffey (2002a) identifican 16 subcentros en Montreal, 17 en Toronto, 13 en Vancouver y 7 en Ottawa-Hull para el período 1981-1996 y para ello, determinan un umbral, establecido por la relación empleo-población<sup>27</sup>, que debe ser superior a uno y un empleo total mínimo de 5.000 puestos de trabajo.

En su segundo trabajo Shearmur y Coffey (2002b) identifican los mismos 17 subcentros para Montreal entre 1981-1996 pero los identifican en tres tipos de polos de empleo para lo cual utilizan los umbrales del trabajo anterior, relación empleo trabajo superior a uno y empleo total mínimo de 5.000 puestos de trabajo. Los primeros polos identificados son los primarios, caracterizados por contener al menos una sección censal y un total de empleo de 12.500, para este caso se identificaron 6 polos primarios. La segunda clasificación son los polos secundarios que están caracterizados por tener al menos dos secciones censales y cada una tiene un nivel de empleo total de entre 5000 y 12.4999, en este caso, los autores encontraron 4 polos. Finalmente, está la categoría de polos aislados, los cuales están constituidos por una sola sección censal que tiene entre 5.000 y 12.499 trabajos, aquí, los autores identificaron 7 polos.

---

<sup>27</sup> La relación empleo/población o la *job ratio*, se calcula como la relación entre el número de trabajadores de la zona de estudio y la población activa de la misma zona. Esto es, Empleos/Población Activa Residente.



Shearmur y Alvergne (2002) realizan un trabajo para Ile-De-France para el período 1978-1994. Los autores identificaron 10 centros de empleo y para ello, fijaron umbrales de al menos 5.000 trabajadores como empleo total y la relación empleo/población, la cual debe ser mayor que uno, (área en la que hay más trabajadores que residentes). Shearmur y Alvergne (2002) concluyen que si estos 10 nuevos centros se han dado en comunas inmediatamente adyacentes a los centros existentes entonces la concentración del empleo es más evidente.

Giuliano *et al.* (2007), realizan un estudio para Los Ángeles entre 1980-2000. El estudio se realiza especificando los umbrales como "D-E<sup>28</sup>" por ejemplo: '10-10' y '20-20' que representa 10 trabajadores por acre (densidad de empleo) y 10.000 empleos totales<sup>29</sup> en el primer caso. Para el umbral 10-10 se identificaron 36 centros de empleo en 1980 y 46 y 48 para 1990 y 2000 respectivamente. Para el segundo umbral '20-20' se identificaron 10 centros de empleo en 1980, 13 en 1990 y 15 en el 2000. En general los autores concluyen que se presenta estabilidad en el sistema de subcentros, con respecto a trabajos anteriores que aumentan en tamaño y número los centros de empleo, también con respecto a trabajos anteriores

Shearmur *et al.* (2007) realizan un trabajo para Toronto, Montreal y Vancouver en el período 1996-2001. Para la identificación de subcentros los autores establecieron umbrales determinados por las variables, relación empleo-población residente mayor que uno y número total de empleos en la zona igual o superior a 500 trabajadores. Los autores más que identificar subcentros lo que presentan es una clasificación de las zonas de empleo<sup>30</sup> y exploran fundamentalmente la distribución y el crecimiento del empleo en la unidad espacial de área enumerada<sup>31</sup>. Utilizan esta

---

28 Los autores definen un centro como un conjunto de zonas contiguas teniendo una densidad mínima de empleo, D, y al menos un mínimo de trabajadores, E.

29 El trabajo se realiza para los umbrales de 8-8, 10-10, 12-12, 15-15 y 20-20; pero sólo se presentan resultados de 10-10 y de 20-20 dado que los umbrales 8-8, 12-12 y 15-15 no presentan cambios substanciales.

30 CBD núcleo: áreas enumeradas (EAs) en el CBD con más de 500 trabajadores; CBD franja: EAs que tienen entre 500 y 5.000 trabajadores; Mayor zona centro: EAs fuera del CBD con 5.000 trabajadores; Mayor zona franja: EAs con 500 ó 5.000 trabajadores, contiguos, o vinculados a la mayor zona centro; Zonas de empleo secundarias: grupos de EAs contiguos con entre 500 y 5.000 trabajadores; Zonas aisladas: EAs singulares con entre 500 y 5.000 trabajadores y zonas restantes consideradas como zonas de no empleo.

31 Las áreas enumeradas son unidades compactas espaciales y los autores eligieron esta unidad porque en trabajos anteriores se utilizaron unidades como secciones censales o

unidad porque uno de los objetivos es ver el valor agregado de utilizar unidades más desagregadas en el análisis espacial. Bajo esta unidad de análisis los investigadores señalan que se observan procesos dinámicos que llevan a las metrópolis a convertirse en un conjunto de centros de empleo que entre ellos mismos determinan una jerarquía. Se señala además que en este período las 3 principales ciudades de Canadá presentan tanto un proceso de polinucleación como de dispersión. Ante estos resultados los autores concluyen diciendo que la economía espacial de las áreas metropolitanas se desarrolla en un sistema caótico. Sin embargo, señalan que la evidencia empírica depende fundamentalmente de la escala de análisis y de los datos utilizados.

Forstall y Greene (1997) realizan un trabajo para Los Ángeles basados en los datos de 1990 y a diferencia de los trabajos anteriores ellos establecen umbrales bajo la relación empleo-población<sup>32</sup>, es decir, establecen que cada concentración de trabajo incluye al menos una sección censal con una proporción de  $\text{Emp/pob}$  de 1.25<sup>33</sup>. Bajo este criterio, se identificaron 120 concentraciones de empleo que representan el 18,6% del total del área estudiada. De las 120 concentraciones determinadas, 11 tienen más de 100.000 trabajadores y 28 tienen al menos 50.000. El centro de Los Ángeles es la concentración más grande, la segunda más grande está en el Oeste de Irvine con 361.000 y 279.000 trabajadores respectivamente.

En un cuarto tipo de metodologías, se encuentra la basada en picos, la cual a partir del trabajo de McDonald (1987) explica la

---

zonas de análisis de transporte y las EAs, permiten una mayor desagregación espacial.

32 La relación también hace referencia a la red de costes *commuting* o a la concentración de trabajadores en un área. Esta relación también se conoce como *job ratio* y se diferencia del indicador de densidades en el sentido en que es considerada como una salida a los problemas que se presentan en la identificación de subcentros, un alto valor de la densidad de empleo no necesariamente significa que hay suficientes empleos en una zona como para impactar económicamente otras zonas (véase McDonald, 1987). Por otra parte, Forstall y Greene (1997) argumentan que la proporción empleo-población debería ser la base principal para definir concentraciones de trabajadores. Esto enfatiza la red de *commuting* como la característica más significativa de una concentración de empleo.

33 Esto significa que se espera que la red *commuting* sea al menos del 25%, es decir que el 25% de los trabajadores vienen de fuera del centro de empleo. Este umbral fue definido después de la localización de todas las extensiones con una  $E/R$  mayor que uno sobre mapas de contorno y examinando los patrones que resultantes. También se incluyeron en el análisis concentraciones contiguas con más de una  $E/R > 1.25$ . Cabe señalar también que para evaluar el efecto de la inclusión de un criterio de densidad los autores examinaron 118 extensiones con una densidad de trabajo de al menos 5.000 trabajadores por milla cuadrada.

identificación de subcentros de empleo a través de áreas que se caracterizan por presentar mayores densidades de empleo o por la relación empleo/población, respecto a las zonas aledañas.

El autor, analiza el caso de Chicago con base en la encuesta de viajes de los hogares presentada por el área de transporte de Chicago, para 1970. McDonald, considera cinco definiciones de subcentro de empleo<sup>34</sup>, pero, sólo aplica a su trabajo, las definiciones de subcentro sustentadas en densidad bruta de empleo (empleo por milla cuadrada, con todos los empleos incluidos) y la relación empleo población. En el caso de la relación empleo población el autor sustenta su elección señalando que un pico local, identificado bajo esta relación, sugiere que la demanda de trabajo en una zona no es totalmente satisfecha por la oferta interior a esa zona, sino que hay desplazamiento desde otras zonas. Bajo este escenario, el autor identificó 9 subcentros de empleo.

Gordon, Richardson y Wong (1986), realizan un estudio empírico que apunta al examen de la estructura espacial descentralizada del área metropolitana de la región de Los Ángeles para los años 1970-1980. Ellos a través de la definición de 2.403 secciones censales y bajo un modelo policéntrico identifican 6 picos de empleo pero no delimitan fronteras de subcentros.

Craig y Ng (2001) realizan un estudio para el condado de Harris que contiene el condado de Houston, Texas. El objetivo de los autores fue proporcionar una definición de subcentro, que se explique por las mayores densidades de empleo de las áreas del condado estudiado. Para ello, estiman una función *quantile smoothing spline* o que permite examinar el límite superior de la distribución de densidad de empleo. Los autores determinaron 578 secciones censales para las que identificaron 7 subcentros de empleo a tres diferentes distancias al CBD.

Bumsoo Lee (2007), realizó un estudio para Portland, Philadelphia, Los Ángeles y San Francisco, para el período 1980-2000. Para ello, el autor, aplica dos métodos de identificación de subcentros: el de mínima densidad, que se hace a través de la estimación de una función de densidad no paramétrica conocida también como la función *cubic spline*<sup>35</sup>; y la función *locally weighed regretion*

---

34 Densidad bruta y neta de población, densidad neta y bruta de empleo y relación empleo/población.

35 Esta es una función polinomial basada en una función cúbica en la que se segmenta la distancia en intervalos iguales que se utilizan para determinar los óptimos locales que

(LWR)<sup>36</sup> que es un método econométrico alternativo a los mínimos cuadrados ordinarios. Este trabajo en primera instancia se propone examinar el aumento o la caída de centros de empleo. Para ello, el autor utiliza índices de centralización y concentración. En segundo lugar, el estudio examina si el área metropolitana se hace más policéntrica o más dispersa por los cambios trazados por cada parte de localización de empleo. Los resultados del trabajo bajo las dos metodologías son:

TABLA 1. Resultados identificación de subcentros Lee (2007).

<b>A. Método GWR</b>							
		New york	Los Ángeles	Portland	Boston	San Francisco	Philadelfia
1980	Centros					2	1
	Subcentros					17	12
1990	Centros	3	1	1	1	1	1
	Subcentros	31	43	2	9	21	13
2000	Centros	2	1	1	1	2	1
	Subcentros	33	41	2	7	16	10
<b>B. Método mínima densidad</b>							
1980	Centros					1	2
	Subcentros					13	13
1990	Centros	1	2	1	2	1	3
	Subcentros	29	40	3	8	18	18
2000	Centros	1	2	1	2	1	4
	Subcentros	26	34	6	5	20	12

Las conclusiones del trabajo afirman que se encontraron tres patrones de desarrollo espacial, la dispersión de trabajo se presentó con mayor fuerza en Portland y Philadelphia mientras que el policentrismo de Los Ángeles y San Francisco se reforzó a la vez que enfrentaron una rápida descentralización y desconcentración.

---

capturan los máximos que son los que se identifican como subcentros. En la práctica esta función adopta una forma polinomial para la cual la distancia se segmenta en intervalos iguales sobre los cuales se evalúa la existencia de óptimos locales, por tanto si son máximos evidencian la existencia de subcentros y si son mínimos reflejan la existencia de áreas de baja densidad.

36 Esta es una estimación conocida popularmente como "el vecino más próximo" Cleveland (1979). La LWR, es una estimación de ajuste multivariante, "... la idea es dar más peso a las observaciones más cercanas estimando una regresión, entonces las estimaciones aproximan la curvatura con un conjunto de aproximaciones locales lineales..." McMillen (1996: 103). En otras palabras, bajo esta regresión, se realiza una inspección sobre los valores estimados de las densidades respecto a la distancia al CBD y con estos datos se determina la configuración espacial, si el área estudiada es monocéntrica, explicada por los mínimos locales, o policéntrica, que se da en el caso en el que se identifican máximos locales.

Por otra parte, en New York y Boston los principales centros de empleo permanecen con una fuerte aglomeración y los subcentros de empleo más retirados disminuyeron.

La quinta metodología para identificar subcentros de empleo es la denominada residuos positivos. Este método hace uso de la econometría mediante métodos paramétricos, semiparamétricos o no paramétricos. Se realiza una regresión para la densidad de empleo, especificando una regresión lineal con la distancia al CBD, bajo el supuesto de que la ciudad tiene una configuración monocéntrica. En un segundo paso, luego de realizar la estimación de tal modelo y una vez realizados los contrastes y diagnósticos que validan el modelo (relación negativa entre densidad y distancia al CBD), se examinan los residuos para identificar cuales densidades de empleo son significativas (fijando diferentes niveles de significatividad).

El trabajo pionero en esta metodología es el realizado por McDonald y Prather (1994). Los autores, con la base de datos de transporte urbano de 1980, se propusieron identificar subcentros de empleo<sup>37</sup> para Chicago. También se propusieron medir los efectos de tales los subcentros de empleo sobre la distribución del empleo. Para el primer objetivo, se realizó una regresión sobre una función de densidad bruta de empleo, representada por una función exponencial negativa, a través de la cual se identificaron tres subcentros<sup>38</sup>. Para desarrollar el segundo objetivo, se estimaron dos modelos policéntricos de densidad de empleo. Uno utilizando los datos para el área urbana y otro usando solamente las observaciones en el área alrededor del centro. En el primer caso los autores estimaron un modelo del logaritmo natural de la densidad de empleo en función de la distancia<sup>39</sup> al CBD y la distancia de cada uno de los tres subcentros de empleo encontrados. Al observar que este modelo presentaba problemas de multicolinealidad espacial, alta correlación entre las medidas de distancia, reestimaron el modelo usando el inverso de las tres medidas de

---

37 Para lo cual, los autores estimaron modelos simples monocéntricos de densidad bruta de empleo, luego identificaron millas cuadradas como posibles subcentros de empleo usando los residuales de los modelos monocéntricos.

38 O'Hare Airport, Schaumburg y el condado central de Dupage.

39 La medida utilizada fue millas cuadradas y se omitieron las tres millas cuadradas identificadas como las únicas con una gran densidad de empleo para cada uno de los tres subcentros de empleo hallados.

distancia, en este caso, las cuatro medidas de distancia<sup>40</sup> presentan un coeficiente estadísticamente significativo y además los signos esperados son los correctos<sup>41</sup>. Los resultados confirman la hipótesis de que los efectos de los subcentros sobre la densidad de empleo caen cuando la distancia incrementa.

Por último los autores aplican un segundo método para explorar los efectos de los subcentros de empleo sobre la densidad de empleo. Concretamente los autores estiman un modelo usando solamente las observaciones en un área alrededor del centro, esto es, ahora el impacto de los subcentros sobre la densidad de empleo se mide estimando un modelo que usa datos centrados en un radio de 5 y 10 millas para cada uno de los subcentros de empleo y confirman la hipótesis de la estimación anterior.

Finalmente, McMillen (2001) replica el trabajo anterior con datos de 1990. El análisis se realiza a través de un procedimiento no paramétrico en dos etapas para identificar subcentros de empleo<sup>42</sup>. En la primera etapa se identifican candidatos a subcentros a través de la estimación de una función *locally weighted regression*, para suavizar la densidad de empleo y se utilizan los mínimos cuadrados ponderados para obtener los sitios de densidad de empleo para lo cual se da más peso a las secciones más cercanas. Los subcentros potenciales son sitios con una muy alta densidad luego de considerar amplias tendencias espaciales. En la segunda etapa se realiza una regresión semiparamétrica que es utilizada para determinar si los subcentros potenciales tienen efectos significativos sobre la densidad de empleo. La parte no paramétrica de la regresión captura los efectos de la distancia al CBD, usando la forma flexible de Fourier<sup>43</sup>. En este caso los resultados son condicionados sobre

---

40 CBD, O'Hare Airport, Schaumburg y el condado central de Dupage.

41 Los signos esperados para variables explicativas deberían ser positivos excepto el del CBD que debe ser negativo. Los signos positivos indican que los efectos de los subcentros de empleo sobre la densidad de empleo incrementan cada vez más, además entre más cercano este el subcentro del CBD el impacto es más fuerte. Los efectos del CBD sobre la densidad de empleo decrecen a una tasa constante.

42 McMillen (2001) identifica subcentros en seis ciudades: Chicago (33), Dallas (28), Houston (25), Los Angeles (19), New Orleans (2) y San Francisco (22).

43 Método por el cual cualquier función periódica puede ser dividida en series trigonométricas convergentes de la forma:

$$f(x) = a_0 / 2 + \sum_{n=1}^{\infty} (a_n \cos nx + b_n \sen nx)$$

donde  $a_n$  y  $b_n$  son coeficientes constantes. El análisis de Fourier es el proceso de determinar la función de dominio de frecuencias de una función de tiempo (por ejemplo, la forma de

la distancia al CBD, pero el gradiente del CBD puede variar espacialmente. La parte paramétrica de la regresión explica los efectos de los subcentros cercanos a las densidades de empleo. El autor resalta que una ventaja importante del método de dos etapas es que puede ser implementado fácilmente usando procedimiento de regresiones estándar para una variedad de ciudades, secciones censales y períodos de tiempo.

En el último lugar, esta la metodología basada en econometría espacial<sup>44</sup>. Esta técnica surge como una necesidad de un análisis complementario a las técnicas de análisis descriptivo o de índices que se aplicaban en los estudios de la economía regional. La técnica aplicada directamente se conoce como análisis exploratorio de datos espaciales<sup>45</sup> (AEDE). Este método en general se fundamenta en el análisis de autocorrelación espacial.

Baumont, Ertur y Gallo (2004) aplicaron el método en su estudio para la aglomeración de Dijon<sup>46</sup>, la cual está compuesta por 16 municipios adyacentes. El estudio se realizó para analizar si las aglomeraciones del área de estudio han seguido una tendencia general de descentralización de trabajo o si estas aún se caracterizaban por un patrón monocéntrico. Los autores se basan en datos de empleo y población total del censo de 1999. El patrón espacial de empleo total y densidad de empleo se estudió bajo la metodología AEDE, (se identifican subcentros). Calculan el estadístico global<sup>47</sup> I de Moran, que se utiliza para evaluar las observaciones en forma conjunta, indicando si las unidades espaciales de valores altos o bajos están correlacionadas positiva o negativamente. En este caso los autores encuentran que el empleo total y la densidad de empleo están positivamente y espacialmente autocorrelacionados, es decir las unidades espaciales conjuntamente están clusterizadas. En una segunda fase, y con el fin de evaluar la inestabilidad en la distribución espacial y para evaluar las observaciones de forma individual los autores calculan el estadístico autocorrelación

---

onda de una traza sísmica).

44 La econometría espacial aplicada a la economía regional aborda la dependencia espacial y la heterogeneidad espacial.

45 Exploratory Spatial Data Analysis (ESDA).

46 COMADI (Communauté de l'Agglomération Dijonnaise).

47 "Los estadísticos globales, contrastan la presencia o la ausencia de un esquema de dependencia espacial a nivel univariante, es decir, contrasta la hipótesis de que una variable se encuentra distribuida de forma totalmente aleatoria en el espacio o si, por el contrario, existe una asociación significativa de valores similares o disímiles entre regiones vecinas" (véase Moreno y Vayá, 2002: 88).



local, I de Moran. Si el indicador da mayor que cero entonces se afirma que hay cluster de valores similares alrededor de la unidad evaluada, es decir hay un subcentro. En el estudio se hallaron cuatro tipos de asociación local espacial entre una observación y sus vecinos. Pero los autores concluyen de acuerdo a los resultados que Dijon presenta un carácter monocéntrico sin dejar de resaltar que en los últimos años, aplicando políticas urbanas se ha logrado identificar una descentralización del empleo pero no hay un cluster de empleo que haya tenido un impacto sobre la distribución de la densidad de empleo. En este sentido los autores señalan la identificación de dos subcentros de empleo en la aglomeración de Dijon para el año 1999.

### ***Comentarios finales***

Cada uno de los modelos ha aportado de manera sistemática y significativa a la construcción de la teoría de la Estructura Espacial. En primera instancia están los modelos monocéntricos, que se referencian desde Von Thünen (1826) que presentó la primera versión de la renta del suelo, explicando que los costes de transporte son los determinantes del diferencial de rentas agrícolas a la vez que de la asignación del uso del suelo. Alonso (1964), por su parte, extiende el modelo presentado por Von Thünen (1826) al área urbana. El mismo autor, presenta su análisis, a través del concepto de función de renta ofertada, la cual se convierte en un estándar para próximos modelos. Posteriormente está el modelo de Muth (1969), quien siguiendo algunos de los supuestos de Alonso (1964), aporta a los modelos, la introducción de funciones de producción y de precios de la vivienda. La inclusión del mercado de vivienda le permitió a Muth (1969) diferenciar entre suelo urbano y espacio residencial. Mills (1972) por su parte, utiliza un modelo de equilibrio general en el cual quiso relacionar los diferentes sectores que confluyen en la asignación del suelo, es así como el autor en su estudio, no analiza cada sector de la economía por separado como Alonso (1964) o sólo el mercado residencial como lo hizo Muth (1969), sino que estudia tanto el sector residencial como el no residencial a la vez que modela el mercado o el sector transporte. Mills (1972), es también señalado como el precursor del planteamiento de los modelos policéntricos, ya que identifica una región diferente del CBD, en la cual, se concentran las diferentes actividades económicas.

Posterior al modelo de Mills (1972), se presentan un conjunto de



modelos que hacen más énfasis en la configuración policéntrica que en la monocéntrica pero que de igual manera, han contribuido a reforzar significativamente la teoría de la Estructura Espacial. Esta forma urbana se modela para dos casos particulares, modelos endógenos, que estudian la ciudad sin predeterminedar una estructura espacial y modelos exógenos, que parten del supuesto de que la ciudad es monocéntrica. Ambos definen el policentrismo en su formalización. Los primeros lo hacen cuando afirman que las empresas se localizan más allá del CBD en otros lugares de la periferia para generar así uno o más subcentros. En los modelos exógenos, el policentrismo se explica al igual que en los modelos endógenos por desplazamientos del empleo, esto es, los subcentros de empleo se originan porque las empresas se desplazan hacia la periferia.

En conclusión, los modelos monocéntricos postulan la existencia de un sólo centro y la relación negativa entre renta del suelo y distancia al CBD. Por su parte los modelos policéntricos, de la Nueva Economía Urbana, postulan la existencia de múltiples centros que tienen incidencia sobre la distribución espacial con efecto al resto de la región, además, de asumir la existencia de economías de aglomeración.

En cuanto a las metodologías de identificación de subcentros estas han avanzado desde métodos descriptivos y gráficos, que suelen ser menos objetivos y precisos, hasta métodos más sólidos en el sentido que cada vez son más rigurosos y más objetivos. Las metodologías de predeterminación de la zona (conocimiento *a priori* del área de estudio) y el análisis de flujo de movilidad son los más subjetivos dado que identifican subcentros de empleo por medio de información que ofrecen las agencias de planeación y por la inspección visual del grafo del área respectivamente. Seguidamente, se utilizó un método que si bien redujo el grado de subjetividad que caracterizaba los anteriores, aún seguía siéndolo en el sentido en que también exige un determinado conocimiento del área de estudio, este es el método de identificación de subcentros de empleo por medio de la determinación de umbrales. El trabajo más reconocido bajo esta metodología fue el realizado por Giuliano y Small (1991) quienes a partir de la determinación de umbrales para empleo total y densidad bruta de empleo definen subcentros de empleo a un conjunto de zonas contiguas que tengan tales umbrales.

Las metodologías más sofisticadas y más rigurosas se refieren a la

identificación de subcentros de empleo a través de Picos, Residuos Positivos y Econometría Espacial. En el primer caso, se seleccionan como centros de empleo aquellas zonas que presenten densidad de población y empleo superior a las zonas contiguas, el segundo es un método totalmente econométrico a través del cual se estima un modelo que calcula densidades de empleo que a su vez se restan de las densidades reales. Se definen como subcentros las zonas donde el valor estimado es significativamente menor que la densidad real. La metodología de Econometría Espacial es un análisis complementario a las técnicas de análisis descriptivo o de índices que se aplicaban en los estudios de la economía regional y evalúa la concentración de empleo para denominar como subcentros de empleo aquellas áreas que presentan un nivel de concentración atípicamente elevado.

Con todas estas metodologías los investigadores han presentado trabajos que han permitido contrastar los cambios de estructura espacial de las ciudades o áreas metropolitanas de América y Europa. En general, se ha concluido que las ciudades han pasado en las últimas décadas de una estructura espacial Monocéntrica a una estructura espacial Policéntrica.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Aalbu, Hallgeir. 2004. "Europa policéntrico: ¿Utopía o realidad?" En *Ordenación del Territorio y Desarrollo Territorial*, eds. Juan Romero y Jaquin Farinós, 145-171. Girón: Ediciones Trea, S.L.
- Alonso, W. 1964. *Location and land use. Towards a general theory of land rent*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press, 1970.
- Anas, A., y D. Denrinos. 1976. "The new urban economics: a brief survey" En *Mathematical Land Use Theory*, ed. G.J. Papageorgiou, 23-51. Lexington Books.
- Anderson, N.B., y W.T. Bogart. 2001. "The estructura of sprawl. Identifying and characterizing employment centers in polycentric metropolitan areas" *American Journal of Economics and Sociology*, 60: 147-169.
- Baumont, C., C. Ertur y J. Gallo. 2004. "Spatial analysis of employment and population density: The case of the agglomeration of Dijon, 1999" *Geographical Analysis*, 36: 146-176.
- Beckman, M. 1969. "On the distribution of urban rent and residential density" *Journal of Economic Theory*, Vol. 1: 60-67.
- Bertaud, A. 2002. "The spatial organization of cities: Deliberate outcome

- or unforeseen consequence?" World Development Report 2003, in a Sustainable World, Background paper.
- Bogart, W.T., y W.C. Ferry. 1999. "Employment centres in greater Cleveland: Evidence of evolution in a formerly monocentric city" *Urban Studies*, 36: 2099.
- Burne, L.S. 1989. "Are new urban forms emerging? Empirical tests for Canadian" *Geographer*, 33: 312-328.
- Camagni, R., M.C. Gibell y P. Rigamonti. 2002. "Urban mobility and urban form: The social and environmental costs of different pattern of urban expansion" *Ecological Economics*, 40: 199-216.
- Cervero, R., y K-L Wu. 1997. "Polycentrism, commuting and residential location in the San Francisco Bay Area" *Environment and Planning A*, 29: 865-886.
- Ciccione, A., y R.E. Hall. 1996. "Productivity and the density of economic activity" *The American Economic Review*, 86: 54-70.
- Cleveland, W.S. 1979. "Robust locally-weighted regression and smoothing scatterplots" *Journal of the American Statistical Association*, 4: 829-836.
- Craig, S., y P.T. Ng. 2001. "Using Quantile Smoothing Splines to identify Employment Subcenters in a Multicentric Urban Area" *Journal of Urban Economics*, 49: 100-120.
- Evans, A. 1976. "Economic influences on social mix" *Urban Etudies*: 247-260.
- Forstall, R., y R. Greene. 1997. "Defining job concentrations: The Los Angeles case" *Urban Geography*, 18(8): 705-739.
- Freestone, N., y P. Murphy. 2000. "Polycentricity or dispersion?: Changes in center employment in metropolitan Sydney, 1981-1996" *Urban Geograhpy*, 21(5): 428-442.
- Fujita, M. 1989. *Urban Economic Theory. Land use and city size*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Fujita, M., y H. Ogawa. 1982. "Multiple Equilibria and Structural Transition of Non-Monocentric Urban Configurations" *Regional Science and Urban Economics*, 12: 161-196.
- Fujita, M., J.F. Thisse y Y. Zenou. 1997. "On the Endogeneous Formation of Secondary Employment Centers in a City" *Journal of Urban Economics*, 41: 337-357.

- García-López, M.A. 2006. "Estructura espacial del empleo y economías de aglomeración: El caso de la industria en la Región Metropolitana de Barcelona". Tesis de Doctorado en Economía Aplicada. Universidad Autónoma de Barcelona. [en línea] <<http://www.tesisenxarxa.net>>
- Giuliano, G., y K.A. Small. 1991. "Subcenters in the Los Angeles region" *Science and Urban Economics*, 21: 163-182.
- Giuliano, G., C. Redfearn, A. Agarwal, L. Chen y D. Zhuang. 2007. "Employment concentrations in Los Angeles 1980-2000" *Environment and Planning A*, 39: 2935-2957.
- Gordon, P., y H.W. Richardson. 1996. "Beyond polycentricity. The dispersed metropolis, Los Angeles 190-1990" *Journal of the American Planning Association*, 62: 289-295.
- Gordon, P., H.W. Richardson y H.L. Wong. 1986. "The distribution of population and employment in a polycentric city. The case of Los Angeles" *Environment and planning A*, 18: 161-173.
- Harris, T.F., y Y.M. Oinnides. 2000. "Productivity an metropolitan density". Mimeo.
- Henderson, J.V., y E. Slade. 1993. "Development Games in Non-Monotonic Cities" *Journal of Urban Economics*, 34: 207-229.
- Isard, W. 1962. *Location and Space Economy*. Cambridge: M.I.T. Press.
- Khan, M.E. 2000. "The environmental impact of suburbanization" *Journal of Policy Analysis and Management*, 19: 569-586.
- Lee, Bumsoo. 2007. "'Edge or Edgeless' cities? Urban spatial structure in U.S. metropolitan areas, 1980-2000." *Journal of Regional Science*, 47(3): 479-515.
- Lucas, R.E. Jr., y E. Rossi-Hansberg. 2002. "On the Internal Structure of Cities" *Econometrica* 70(4): 1445-1476.
- McDonald, John F. 1987. "The identification of urban Employment Subcenters" *Journal of Urban Economics*, 21: 242-258.
- McDonald, J.F., y P. Prather. 1994. "Suburban Employment Centres: The case of Chicago" *Urban Studies*, 31: 201-216.
- McMillen, D. 1996. "One hundred fifty years of land values in Chicago: A nonparametric approach" *Journal of Urban Economics*, 40: 100-124.
- McMillen, D. 2001. "Non-parametric employment subcenter identification" *Journal of Urban Economics*, 50: 448-473.

- McMillen, D., y J. McDonald. 1997. "A nonparametric analysis of employment density in a polycentric city" *Journal of Regional Science*, 37: 591-612.
- McMillen, D., y J. McDonald. 1998. "Suburban Subcenters and employment Density in Metropolitan Chicago" *Journal of Urban Economics*, 43: 157-180.
- Mills, Edwin. 1972. *Studies in the Structure of the Urban Economy*. Baltimore: The John Hopkins Press.
- Mills, E.S., y J. Mackinnon. 1973. "Notes on the New Urban Economics" *Bell Journal of Economics the RAND Corporation*, 4(2): 543-601.
- Moreno, Rosina, y Esther Vayá. 2002. "Econometría Espacial: Nuevas técnicas para el análisis regional. Una aplicación a las regiones europeas" *Investigaciones Regionales*, 1: 83-106.
- Muñiz, I., y A. Galindo. 2001. "Ecological sustainability and urban form" Document de treball, 01.20, Departament d'economia Aplicada.
- Muñiz, I., y A. Galindo. 2005. "Urban form and the ecological footprint of commuting the case of Barcelona" *Ecological Economics*, 55: 499-514.
- Muñiz, I., A. Galindo y M.A. García-López. 2003. "¿Es Barcelona una Ciudad Policéntrica?", Document de Treball, 03.09, Departament d'Economia Aplicada.
- Muñiz, I., A. Galindo y M.A. García-López. 2008. "El efecto de los subcentros sobre la densidad de población en Barcelona" *Urban Studies*, 45: 627-649.
- Muth, R.F. 1969. *Cities and Housing. The spatial pattern of urban residential land use*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Nijkamp, P.A., y Finco. 2001. "Sustainables cities and spatial footprints" XXVII Reunión de Estudios Regionales, Madrid, 28-30 de noviembre de 2001.
- Ogawa, H., y M. Fujita. 1989. "Nonmonocentric urban configurations in a two dimensional space" *Environment and Planning A*, 21: 303-374.
- Richardson, H.W. 1977. *The New Urban Economics, and alternatives*. London: Pion.
- Rogers, R. 2000. "Ciudades para un pequeño planeta" Barcelona: Ediciones Gustavo Gili.
- Sarzynki, A., R. Hanson y H. Wolman. 2005. *All Centers Are Not Equal: An Exploration of the Polycentric Metropolis*. Washington: George Washington Institute of Public Policy, the George Washington University.

- Sasaki, K. 1990. "The establishment of a subcenter and urban spatial structure" *Environment and Planning A*, 22: 369-383.
- Shearmur, R., y C. Alvergne. 2002. "Regional Planning policy and the Location of Employment in the Ile-De-France: Does policy Matter?" *Urban Affairs Review*, 39(3): 3-30.
- Shearmur, R., y W. Coffey. 2002a. "A tale of four cities: intrametropolitan employment distribution in Toronto, Montreal, Vancouver, and Ottawa-Hull, 1981-1996" *Environment and planning A*, 34: 575-598.
- Shearmur, R., y W. Coffey. 2002b. "Urban employment subcenters and sectoral clustering in Montreal: complementary approaches to the study of urban form" *Urban Geography*, 23(2): 103-130.
- Shearmur, R., W. Coffey, C. Dube y R. Barbonne. 2007. "Intrametropolitan Employment structure: Polycentricity, Scatteration, Dispersal and Chaos in Toronto, Montreal and Vancouver, 1996-2001" *Urban Studies*, 44(9): 1713-1738.
- Song, Shunfeng. 1994. "Modelling worker residence distribution in the Los Angeles region" *Urban Studies*, 31(9): 1533-1544.
- Sullivan, A.M. 1986. "A General Equilibrium Model with Agglomerative Economies and Decentralized Employment" *Journal of Urban Economics*, 20: 55-75.
- Tauchen, H., y A.D. Whitte. 1984. "Social Optimal and Equilibrium Distributions of Office Activity: Models with Exogenous and Endogenous contacts" *Journal of Urban Economics*, 15: 66-68.
- Von Thünen, J.H. 1826. *Der isolirte Staat in Beziehung auf Landwirthschaft und Nationalökonomie, oder Untersuchungen über den Einfluss, den die Getreidepreise, der Reichtum des Bodens und die Abgaben auf den Ackerbau ausüben*, Vol. 1.
- Weber, Alfred. 1909. *Theory of the Location of Industries* [translated by Carl J. Friedrich from Weber's 1909 book]. Chicago: The University of Chicago Press.
- White, M.J. 1999. "Urban Areas with Decentralized Employment: Theory and Empirical Work" En *Handbook of Regional and Urban Economics*, eds. E.S. Mills y P. Cheshire, Volumen 3, 1375-1412. Amsterdam: North Holland.
- Wieand, K.F. 1987. "An Extension of the Monocentric Urban Spatial Equilibrium Model to a Multi-Center Setting: The Case of Two Center City" *Journal of Urban Economics*, 21: 259-271.