

ACE 32

Electronic offprint

Separata electrónica

EL VALOR DE LA CENTRALIDAD: UN ANÁLISIS PARA LA BARCELONA METROPOLITANA

Carlos Marmolejo Duarte, Camilo Echavarría Ochoa y Rolando Biere Arenas

Cómo citar este artículo: MARMOLEJO DUARTE, C.; ECHAVARRÍA OCHOA, C. y BIERE ARENAS, R. *El valor de la centralidad: un análisis para la Barcelona metropolitana* [en línea]
Fecha de consulta: dd-mm-aa. En: ACE: Architecture, City and Environment = Arquitectura, Ciudad y Entorno, 11 (32): 95-112, 2016. DOI: 10.5821/ace.11.32.4834. ISSN: 1886-4805.

ACE

Architecture, City, and Environment
Arquitectura, Ciudad y Entorno

C

ACE 32

Electronic offprint

Separata electrónica

THE VALUE OF CENTRALITY: AN ANALYSIS FOR THE METROPOLITAN BARCELONA

Key words: hedonic prices; valuation of centrality; polycentrism; sub centres

Abstract

In the literature, it is widely accepted that accessibility is a basic pillar on the spatial formation of real estate values. Nonetheless, in such studies, accessibility has been reduced to the distance or generalised cost from a given site to the centre or group of centres.

In this paper it is suggested a new approach that differs in two points: 1) firstly, it departs from the hypothesis that accessibility is a multidimensional attribute (i.e. it is compound by different variables), 2) with a continuous spatial distribution which is not dichotomous (i.e. centre/no centre). With these premises it is calibrated a hedonic price model where the variable to explain is the listing price coming from a sample of flats in the Metropolitan Region of Barcelona, and the explaining variables are those affiliated to architectonic and locative attributes including the centrality level. The centrality index is, by itself, interesting, since it is built up departing from the analysis of the spatial-temporal behaviour of population. Such an analysis uses data derived from trip-chain from the quotidian mobility survey.

The results suggest that, after controlling for architectonic attributes of flats, the socioeconomics of neighbours is the main predictive element for residential values, after such indicator appear in the model the centrality attributes. In Barcelona, a multicentral metropolis (with different centrality gradients) the socio-residential segregation of population seems to have a higher influence over prices than centrality attributes of zones.

ACE

Architecture, City, and Environment
Arquitectura, Ciudad y Entorno

C

EL VALOR DE LA CENTRALIDAD: UN ANÁLISIS PARA LA BARCELONA METROPOLITANA

MARMOLEJO DUARTE, Carlos¹
ECHAVARRIA OCHOA, Camilo
BIERE ARENAS, Rolando

Remisión inicial: 20-05-2016

Remisión final: 07-10-2016

Palabras clave: Precios hedónicos; valoración de la centralidad; policentrismo; subcentros

Resumen

Es ampliamente aceptado que la accesibilidad es uno de los pilares básicos en la formación espacial de los valores inmobiliarios. Sin embargo, en la literatura especializada, ésta ha sido reducida a la medición de la distancia o coste generalizado para acceder, desde una localización cuyos valores inmobiliarios son estudiados, a un centro o conjunto de centros.

En este artículo se propone un enfoque que incide en dos puntos: 1) se parte de la hipótesis de que la centralidad es un atributo multidimensional (i.e. formado por diferentes variables), 2) cuya distribución espacial es continua y no dicotómica (i.e. centro/no centro). Con dichas premisas se calibra un modelo de precios hedónicos en el que la variable a explicar es el precio de oferta de una muestra de viviendas plurifamiliares en la Región Metropolitana de Barcelona, y las variables explicativas se refieren a los atributos arquitectónicos y locativos, dentro de los cuales se incluye el nivel de centralidad. Por su parte, el indicador de centralidad reviste interés en sí mismo, ya que se construye a partir del análisis del comportamiento espacio-temporal de la población a partir de las cadenas-de-viaje/actividad de la encuesta de movilidad cotidiana.

Los resultados sugieren que, una vez controlado el efecto de las características arquitectónicas, el principal elemento explicativo de los precios residenciales son los atributos socioeconómicos de las zonas donde se encuentran las viviendas, después de los cuales aparece la centralidad. En Barcelona, por tanto, una metrópoli con múltiples centros (y diferentes gradientes de centralidad), la segregación socio-residencial de la población parece tener una mayor influencia que la cualidad que dota de centralidad a las zonas.

¹ Profesor Titular del Departamento de Tecnología de la Arquitectura e investigador del Centro de Política de Suelo y Valoraciones (CPSV) de la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC). ORCID: 0000-0001-7051-7337, Researcher ID: D-9162-2016, Scopus Author ID: 35178192000. Correo electrónico: carlos.marmolejo@upc.edu

1. Introducción o primera

La accesibilidad a los centros ha sido uno de los argumentos en la explicación de la variación espacial de los valores inmobiliarios cuya presencia se encuentra desde los albores de la economía urbana. Es bien sabido que Johann F. von Thünen (1826) formalizó, en su obra *“Der isolierte Staat”*² la relación de inversa proporcionalidad que existe entre la renta que se paga por el suelo y el coste que supone el transporte. De manera que se establece una relación compensatoria en dónde los recursos ahorrados en transporte en aquellas zonas cercanas al centro acaban trasminando en valores del suelo relativamente elevados a través de la capitalización de las rentas transferidas. De hecho, según von Thünen, la propia asignación espontánea de usos del suelo, hinca sus raíces en el mismo mecanismo de asignación de renta del suelo, de forma que aquellas actividades que, por una parte obtienen más provecho de su proximidad al centro, y que al mismo tiempo tienen costes de transporte elevados en términos relativos, acabarán acaparando las localizaciones centrales en detrimento de aquellas con costes unitarios de transporte más bajos y menor capacidad para rentabilizar la centralidad. Esta noción primigenia, originalmente concebida en un mundo agrícola previo a la Revolución Industrial, fue utilizada más adelante, en lo relativo a los procesos de auto organización de las actividades urbanas, por Richard M. Hurd (1924) considerado por muchos el padre de la economía urbana. Seguidamente, Robert Haig (1968) constató la dualidad patrones de uso del suelo/valor del suelo en sus estudios seminales sobre la estructura de Nueva York, en el contexto de la redacción de su primer Plan Regional, que además era el primero en el mundo. Sin embargo, la real aportación de Haig fue entender que la renta compensatoria no sólo refleja ahorro en los costes de transporte, sino también, el tiempo. El tiempo gastado/ahorrado en los desplazamientos tiene una importancia *sine qua non* en el caso de la movilidad de las personas y, por ende, incide especialmente en los valores de los inmuebles residenciales y terciarios.

Todo lo anterior fue sintetizado en la tesis doctoral de William Alonso (1964) quien formalizara el así conocido *“modelo estándar”* o *“teoría de la renta ofertada”*, según el cual las actividades y hogares establecen una renta de puja (bid rent function) para hacerse con el suelo de cada localización. Dicha puja depende de la utilidad que representa para dichas actividades la accesibilidad y del coste de desplazamiento. De forma que es la interacción simultánea de las funciones de renta ofertada de las diferentes actividades las que acaban definiendo la gradiente que adopta el valor del suelo, el cual se reduce monótonamente a medida que las localizaciones se alejan del centro, es decir a medida que decrece lo que en este artículo llamamos el gradiente de centralidad. Al mismo, tiempo se define, como se ha dicho antes, el patrón espacial de usos del suelo.

Asumiendo la existencia de la gradiente de renta del suelo es posible encontrar un tercer elemento de la estructura urbana: la densidad. Siguiendo el principio económico de sustitución, según el cual los oferentes para producir un mismo bien, sustituyen los factores de producción más costosos por otros más baratos, tenemos que los promotores inmobiliarios tienden a producir proyectos inmobiliarios con una densidad igualmente decreciente a medida que incrementa la

² Forma generalizada en que se conoce la obra en alemán *“Der isolierte Staat in Beziehung auf Landwirtschaft und Nationalökonomie”*, cuya traducción al castellano *“El Estado aislado en relación con la agricultura y la economía nacional.”*

distancia al centro. De esta forma, en las localizaciones centrales, donde el valor del suelo es elevado, dichos promotores tenderán a edificar en altura a pesar de que esto suponga un incremento en el coste unitario de construcción (i.e debido a estructuras e instalaciones especiales). Sin embargo, dicho sobrecoste constructivo queda plenamente compensado por el menor consumo del costoso suelo. Exactamente lo contrario ocurre en localizaciones periféricas en donde el valor del suelo es, en términos comparados, menor. El paralelismo entre la gradiente de la renta del suelo y la densidad edificada depende de la elasticidad de la sustitución entre el capital invertido en el solar y la edificación (Kau & Lee, 1976). Mills y Hamilton (1984) demostraron que bajo ciertos supuestos, como una función de producción residencial tipo Cobb-Douglas, los usuarios con gustos similares a igualdad de ingresos y una demanda con elasticidad unitaria se produce una gradiente de densidad exponencial negativa. Según el excelente estado del arte realizado por McDonald (1987), fue Stewart quien en 1947 encontró que la función exponencial negativa efectivamente explicaba la reducción de la densidad demográfica a medida que incrementa la distancia al centro.

Por tanto, en el corazón de la economía de urbana, se ha convenido aceptar la existencia de la triada renta del suelo/patrones de uso del suelo/densidad edificada, siendo que los procesos que subyacen detrás de ellos se determinan simultáneamente.

Sin embargo, por diferentes razones, todos los modelos anteriores resultan demasiado estilizados para la realidad de las metrópolis contemporáneas. En primera instancia, las ciudades monocéntricas no existen más, y es probable que nunca hayan existido como tal (Anas et al. 1998; Batty, 2001), y quizá su protagonismo en los modelos de la economía urbana se deba más a una simplificación que no a una capacidad para explicar la realidad de su momento.

Es bien sabido que los procesos de descentralización han producido estructuras urbanas dispersas y policéntricas (Champion, 2001). De forma que los sistemas urbanos contemporáneos tienen reminiscencias monocéntricas, al tiempo que matices policéntricos y de dispersión. Por otra parte, la producción de la ciudad es un proceso que no siempre está precedido por el planeamiento urbanístico (incluso en muchas ocasiones la relación causal es la inversa), por tanto, la cualidad de centro, incluso en el escenario del planeamiento basado en el zonning exclusivo, no es dicotómica dificultando la identificación del límite del centro y su periferia. Por el contrario, la centralidad tiene una naturaleza continua que se va difuminando a medida que incrementa la distancia: establece un gradiente de centralidad. Lo importante es que dicho gradiente no es uniforme, sino que tiene irregularidades, fruto del proceso acumulativo que subyace en la construcción de la ciudad. Por dichas razones, el nivel de centralidad no puede ser instrumentalizado mediante una simple distancia a los centros, puesto que en sí misma el nivel de centralidad tiene un manto irregular con picos en el centro principal y los subcentros, y profundos valles en las ultraperiferias. Por tanto, cabe analizar hasta qué punto el gradiente de centralidad es un elemento explicativo de los precios inmobiliarios. Por otra parte, la idea del gradiente de centralidad tiene su paralelismo en el gradiente de urbanidad teorizado por de Reques & De Cos (2013), según el cual las fronteras entre lo urbano y lo rural hace tiempo que han quedado difuminadas.

En este artículo se propone un enfoque diferente basado en la mensuración continua de la centralidad. A tales efectos se construye un indicador sintético de la misma a partir de los

patrones espacio-temporales de la población registrado en la Encuesta de Movilidad Cotidiana. Dicho indicador recoge la forma en cómo efectivamente las personas usan la ciudad, por ende es capaz de aprehender los diferentes usos que ocurren en el territorio, la intensidad con la que suceden, y la forma en cómo las personas, a través de sus itinerarios cotidianos ponen en relación a las distintas partes de la ciudad, diferenciando espacios de paso, nodos de articulación y espacios de estadía. Una vez calculado dicho indicador, se construye un modelo de precios hedónicos (Rosen, 1974) en donde la variable a explicar es el precio de oferta de una muestra de apartamentos ubicados en la Región Metropolitana de Barcelona, controlando el resto de atributos arquitectónicos y locativos.

El resto del artículo se organiza de la siguiente forma: 1) primero se ofrece una breve revisión de la literatura empírica que ha puesto en relación los valores residenciales con la accesibilidad al centro; 2) a continuación se explicita el caso de estudio, los datos y la metodología utilizados, 3) los resultados y su discusión ocupan el epígrafe siguiente, 4) mientras que los hallazgos encontrados son puestos en perspectiva en las conclusiones

1. Breve revisión sobre el impacto de la accesibilidad en los valores urbanos

Como se ha explicitado en la introducción la accesibilidad es una variable omnipresente en los estudios empíricos cuyo objetivo es estudiar los factores que subyacen en los valores inmobiliarios, especialmente en el caso de aquellos cuyas muestras corresponden a diferentes zonas a lo largo de la ciudad y, por ende, con cualidades espaciales diferentes. Josep Roca (1986) argumenta que la accesibilidad a los centros de trabajo es uno de los determinantes más significativos de la distribución espacial de los valores urbanos, en tanto que genera desplazamientos obligados, y consecuentemente tiene un impacto sistemático en el presupuesto de los hogares. Asimismo, dicho autor revisa los estudios primigenios en algunas ciudades anglosajones que, haciendo uso del método de los precios hedónicos, demostraron la inversa correlación entre distancia al centro y los precios; si bien en algunos de ellos, la accesibilidad mostró un impacto exiguo o nulo. Sin embargo, el propio autor reconoce la simplicidad que subyace en la hipótesis de que todo el empleo se congrega en un solo centro, ante escenarios urbanos policéntricos/dispersos y en considerar únicamente como centros aquellos sitios con empleo cuando una parte sustancial de la población no trabaja. Así, en sus estudios empíricos realizados en la ciudad de Barcelona (Roca, 1988) introduce múltiples medidas de accesibilidad (y no solamente la distancia al centro):

- En una primera instancia prueba el papel de la accesibilidad general media, que es el tiempo medio para desplazarse de una zona en cuestión a todas las demás tanto en transporte público como privado.
- A continuación, pondera la accesibilidad anterior con el flujo de desplazamientos laborales entre zonas, de forma que se tiene en cuenta de forma simultánea la localización residencial y de la actividad económica, así como la intervinculación funcional de las mismas.
- Finalmente, utiliza la distancia y el tiempo para acceder a diferentes centros hipotéticos, dentro de los cuales aparecen sitios con connotaciones de centralidad tales como la Plaza Cataluña, en encuentro del Paseo de Gracia y la Av. Diagonal (Cinc d'Ors) o la emblemática Plaza Francesc Macià.

Los resultados de sus modelos de regresión dan cuenta de que la accesibilidad en general, así como la ponderada al trabajo guardan una escasa correlación con los valores del suelo; si bien con el signo esperado: los valores del suelo se incrementan a medida que incrementa la accesibilidad. En cambio, la proximidad a los centros “tradicionales” anteriormente señalados, resulta más importante en la explicación de los valores residenciales, aunque no tanto porque en dichos puntos se concentre una gran cantidad de empleo o se minimice la distancia temporal al resto de zonas sino, sobre todo, por la significación social que reviste en el hecho de que las clases bienestantes de la ciudad hayan, a lo largo del tiempo, afincado su residencia y actividades en dichos puntos. Dichos hallazgos le invitan a concluir en que no existe una *“plena identificación entre los conceptos de accesibilidad y centralidad. Debiendo caracterizarse este segundo más como criterio de jerarquización físico-social del espacio que como indicador del modelo de trade-off”* (Roca, 1988: 183). Complementariamente, cabe destacar la progresión de su trabajo a escala metropolitana. Usando datos de los 26 municipios gestionados por la Corporación Metropolitana de Barcelona (Roca, 1986b) encuentra resultados en apariencia erráticos entre la accesibilidad y los precios residenciales, que dejan de relieve la existencia de otros factores como la jerarquización social del espacio o las externalidades de la calidad urbanística cuya incidencia sobre los precios inmobiliarios es superior a la de la accesibilidad que, por otra parte, muestra rasgos más erráticos. Finalmente, en Roca et al. (2003) se estudia la formación de los precios residenciales a escala de los 164 municipios de la Región Metropolitana de Barcelona. En el modelo integrado ofrecido en dicho trabajo llama poderosamente la atención el hecho de que la accesibilidad ponderada al trabajo quede opacada, al grado de ser expulsada del modelo, por la simple distancia (por carretera) al municipio central (Barcelona). Estos resultados no hacen sino refrendar los resultados primigenios hallados dos décadas atrás, siendo que en este caso Barcelona es apreciada como una centralidad de primer orden, más que un simple clúster de empleo, a pesar de que en ese momento concentraba el 41,7% de los empleos metropolitanos. Marmolejo (2008) da un paso adelante al sustituir la distancia y el tiempo teórico de desplazamiento por el tiempo efectivamente empleado por los ocupados residentes para llegar desde su vivienda a su lugar de trabajo. Dicha información es recuperada a partir de la información declarada en el Censo de Población y Vivienda, y por ende está disponible a escala de sección censal. En su modelo, calibrado con valores de tasación de la ciudad de Barcelona, la accesibilidad “real” de los ocupados entra en última instancia, una vez que entra la jerarquía social, la calidad ambiental (proximidad al mar) y la presencia de actividades industriales. Aguirre y Marmolejo (2011), intentan calibrar un modelo de precios hedónicos tomando, entre otros factores, la distancia a diferentes subcentros en Barcelona, sin embargo, en este escenario policéntrico se topan con el problema de la multicolinealidad, puesto que a partir de un municipio la distancia hacia los diferentes subcentros está muy correlacionada. Otra de las deficiencias de este último estudio es que dichos autores no controlan otros efectos con incidencia en los precios residenciales más allá de las medidas de accesibilidad que usan.

En la escena internacional son múltiples los trabajos que incorporan la accesibilidad o la distancia a los centros como una variable explicativa de los precios. McMillen (1996) analiza la relación entre los precios de la vivienda y la estructura urbana de Chicago. A partir de datos históricos encuentra que el modelo monocéntrico (accesibilidad al centro fundacional de la ciudad) explica correctamente la distribución espacial de los valores inmobiliarios. Sin embargo, en el periodo de la post-guerra el peso de la variable “distancia al centro” decae a favor de las variables “distancias a los subcentros”, lo cual le invita a concluir que la capital del estado de

Michigan había transitado hacia un modelo policéntrico, en el cual el subcentro de empleo próximo al aeropuerto de O'Hare destaca especialmente. Hallazgo que ya había sido reportado previamente por McDonald y McMillen (1990) quienes demostraron que ya en 1928 la distancia a dicho subcentro resultaba estadísticamente significativa de los precios residenciales.

Cabe concluir, por tanto, que en el estado del arte el papel de la accesibilidad en el mercado residencial barcelonés queda por detrás de otras variables locativas. Cabe en consecuencia explorar hasta qué punto este aspecto se debe a la forma en cómo ha sido mensurada la accesibilidad como la simple distancia/tiempo a los sitios de empleo y no como una medida integrada de centralidad como se propone en este artículo, de la forma en cómo se explicita en el epígrafe siguiente. O si, por el contrario, cabe confirmar el menor papel de la centralidad en la formación espacial de los valores urbanos frente a otros factores locativos.

2. Caso de estudio, datos y metodología

El caso de estudio está formado por los municipios sobre los cuales se ha podido recuperar información sobre precios inmobiliarios dentro de la Región Metropolitana de Barcelona (RMB). Así, de los 164 municipios que conforman el ámbito administrativo de la RMB, se ha dispuesto información de 142 de ellos; sin embargo, con el objeto de incrementar los grados de libertad del modelo de precios hedónicos se han incorporado otros 25 municipios del ámbito de gestión del transporte metropolitano (Autoritat del Transport Metropolità), de forma que el total de municipios con información asciende a 167. Dentro de dichos municipios se ha contado con información de precios de oferta de 27.286 viviendas plurifamiliares una vez eliminados los casos anómalos como se documenta más adelante, de las cuales se ha dispuesto información del conjunto de variable explicativas de 27.037 apartamentos que han sido los que finalmente han alimentado los modelos realizados en este artículo.

Los datos sobre el precio de las viviendas y sus características arquitectónicas provienen del listado de oferta del portal Habitaclicia³ que es uno de los más relevantes en Cataluña por el número de viviendas anunciadas y su repercusión en el sector de la intermediación inmobiliaria. La fecha de consulta se refiere al noviembre de 2014. Adicionalmente, para construir el conjunto de variables locacionales con incidencia sobre los precios se ha trabajado con las fuentes descritas a continuación.

2.1 Vivienda 2001 a escala de sección censal⁴

- Información relativa al nivel socioeconómico de la población tal como el nivel de estudios terminados, la posición jerárquica que ocupan las personas con trabajo dentro de las estructuras empresariales, la presencia de servicio de portería en las fincas residenciales, etc.

³ <http://www.habitaclia.com/> agradecemos enormemente a los gestores de este portal el acceso a la información de precios, sin la cual esta investigación no habría sido posible.

⁴ No se ha utilizado el Censo de 2011 porque, al tratarse de una encuesta y no propiamente de un censo (por motivos presupuestarios en el contexto de la crisis por la que atraviesa el país), los datos no son fiables a una escala espacial pequeña como las secciones censales requeridas para alimentar el modelo a escala de apartamentos.

- Información relativa al nivel de accesibilidad, como el tiempo declarado por las personas ocupadas para acceder al sitio de trabajo desde el lugar de residencia.
- Información relacionada con la calidad del barrio como la presencia o ausencia de suficientes zonas verdes según la percepción de los residentes.
- Información relativa a los servicios y actividades económicas en las zonas tales como la cantidad de locales destinados a servicios de salud, educativos, culturales, comerciales así como para actividades industriales y basadas en oficinas.

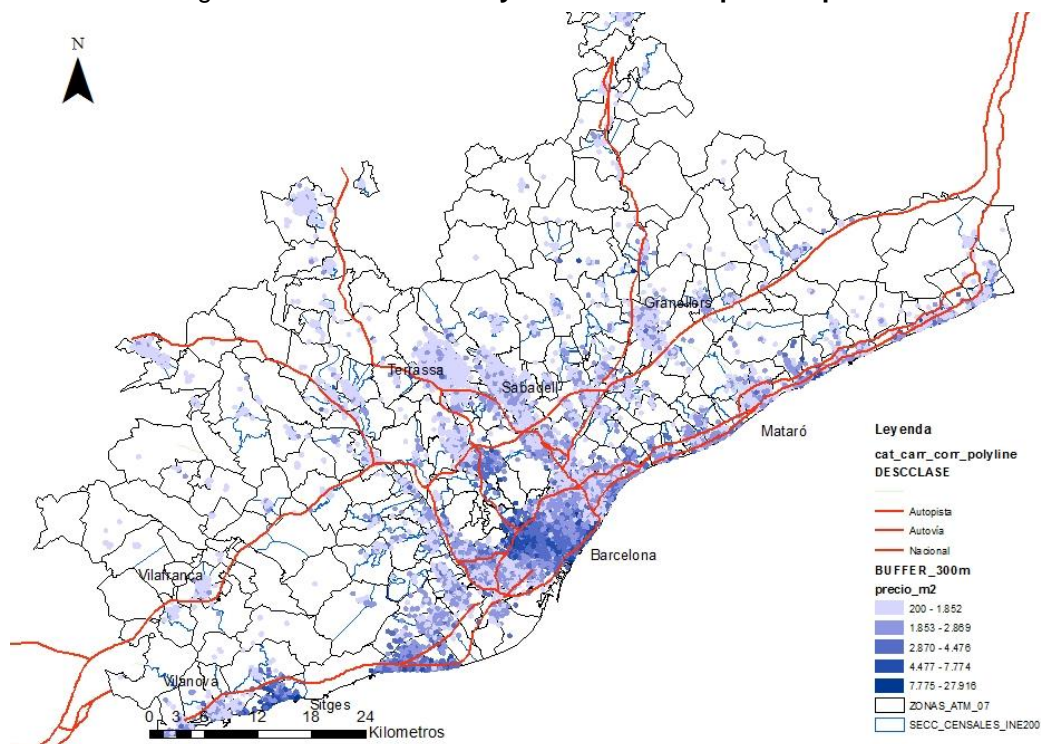
2.2 De la base de datos catastral a escala de sección censal

- Información relativa a la superficie de techo edificado, la superficie de suelo ocupado por edificaciones, la densidad edificada, distinguiendo para todos los vectores anteriores el uso al que se destina

2.3 De la Encuesta de movilidad cotidiana del año 2001 a escala de zona de transporte

- Información relativa a la cadena de viajes y actividades, distinguiendo la zona en donde se realiza cada actividad, así como los datos socioeconómicos básicos de las personas que participaron en dicha encuesta
- Información relativa a la duración y distancia recorrida en los diferentes viajes, así como el tiempo empleado en cada zona de transporte por cada persona para realizar actividades tales como: comprar, visitar al médico, visitar amigos, recreación, pasear, acompañar a amigos o familiares, trabajar, estudiar, salir a comer fuera de casa, estar en casa, etc.

Figura 1. Zona de estudio y distribución de precios por m²



Fuente: Elaboración propia.

Con la información anterior se han construido diferentes indicadores relativos a las características arquitectónicas de las viviendas y de los edificios en las que se encuentran (servicios comunes), así como a la localización de las mismas. Los indicadores locativos se pueden clasificar en tres dimensiones conceptuales: centralidad, calidad ambiental y percepción social del espacio. La tabla 1 resume las variables descriptivas de los principales indicadores empleados. De dicha tabla cabe explicitar la forma de cálculo de algunos indicadores.

2.4 Indicadores referidos a la diversidad

Se han calculado a partir de la fórmula de entropía de Shannon según la cual la diversidad H de una zona i (sección censal o zona de transporte según el tipo de datos) es igual a:

$$H_i = -1 * \sum_i^n P_{x_i} \cdot \ln(P_{x_i}) \quad (1)$$

En (1) P es la probabilidad de que en dicha zona i ocurra el fenómeno x , por ejemplo en el caso de la diversidad de locales, el fenómeno podría ser el número de locales comerciales.

2.5 Indicadores referidos a la percepción social del espacio

Dentro de estos es necesario indicar que tanto la variable “*socioecon_alto*” como “*socioecon_bajo*” son los dos componentes principales de un análisis factorial construido a partir de las categorías de ocupación profesional de los residentes ocupados. Dichas categorías se dividen según la clasificación nacional de la ocupación en 9 tipos (i.e. directivos, profesionales, administrativos, cualificados de la industria, operadores, no cualificados, etc.).

Tabla 1. Estadísticos descriptivos de las variables empleadas

		Estadísticos descriptivos	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Est.	
Características arquitectónicas	Variables estructurales de la vivienda	Precio inmueble (Euros)	27286	29.000	950.000	174.283	96.651	
		Precio (Euros/m ²)	27286	845	3.548	1.981	678	
		Superficie (m ²)	27286	11	300	87	31	
		Número de baños	27286	-	4,0	1,3	0,5	
		Número de Habitaciones	27286	-	15,0	3,0	0,9	
		Núm baños por habitación	27038	-	3,0	0,5	0,2	
		Planta de altura	27286	-	13,0	2,1	1,8	
		Superficie terraza (m ²)	27286	-	476	10	19	
		Superficie salon (m ²)	27286	-	2.030	14	17	
		Dummy aire acondicionado	27286	-	1,0	0,4	0,5	
		Dummy calefacción	27286	-	1,0	0,6	0,5	
		Dummy reforma	27286	-	1,0	0,1	0,3	
		Dummy ático	27286	-	1,0	0,1	0,2	
		Dummy Duplex-Triplex	27286	-	1,0	0,1	0,3	
		Variables estructurales del edificio	Dummy piscina comunitaria	27286	-	1,0	0,1	0,3
			Dummy jardín comunitario	27286	-	1,0	0,1	0,3
			Año de construcción	27286	-	2.014	1.972	982
			Dummy ascensor	27286	-	1,0	0,6	0,5
Características locativas	Accesibilidad	Edificabilidad (m ² techo/m ² suelo)	27286	0,2	5,9	2,0	1,2	
		Densidad-tiempo TOTAL	27286	535	901.885	122.558	129.219	
		Centralidad DP2e	27286	2,6	19,1	11,4	2,2	
		Diversidad de usos de suelo	27286	0,3	1,6	1,0	0,2	
		Desplazamiento al trabajo (min)	27286	7,6	41,4	23,8	4,1	
		Diversidad Total	27286	-	7,5	1,3	1,4	
		Diversidad de locales	27286	-	1,8	1,1	0,2	
	Calidad ambiental	Antigüedad ponderada (años)	27286	17	124	54	15	
		Presencia de zonas verdes (%)	27286	10	98	65	14	
		Equipamientos salud (%)	27286	-	67	2	3	
		Equipamientos educativos (%)	27286	-	100	2	3	
		Equipamientos sociales (%)	27286	-	100	2	4	
Percepción social del espacio	Equipamientos culturales (%)	27286	-	95	2	3		
	Locales comerciales (%)	27286	-	100	41	13		
	Oficinas (%)	27286	-	100	15	11		
	Locales industriales (%)	27286	-	80	9	11		
	Estudios tercer grado (%)	27286	2	69	21	12		
	Porteria (%)	27286	-	54	7	7		
Socioecon_bajo	27286	-	1,9	7,4	0,1	0,9		
Socioecon_alto	27286	-	3,6	5,1	-	0,2		

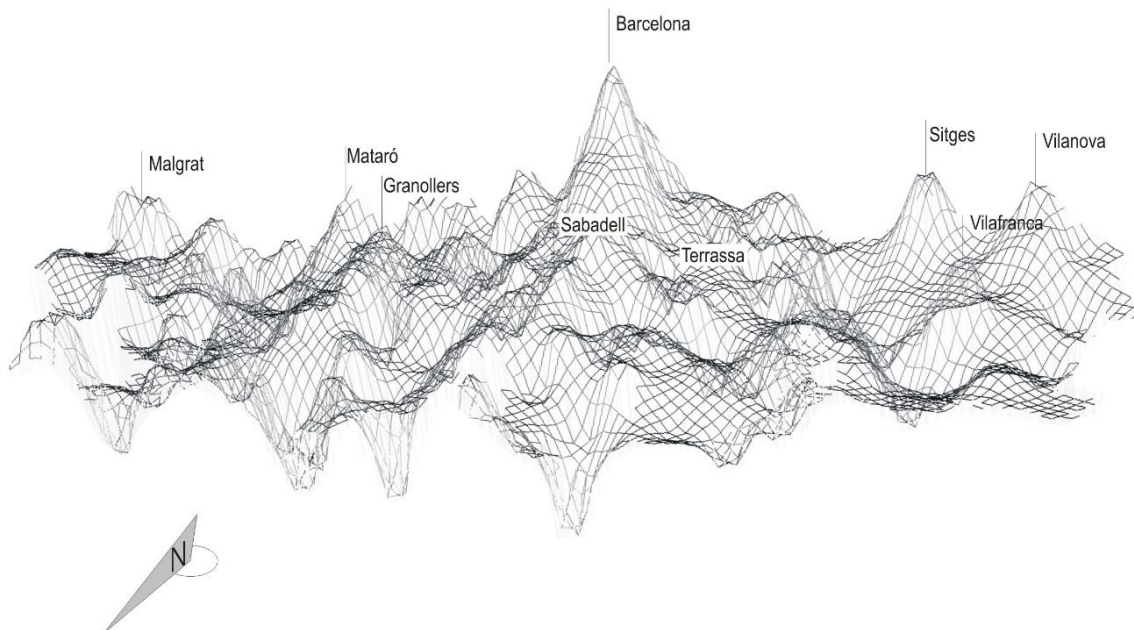
Fuente: Elaboración propia, basada en en datos del Censo, el Catastro, Habitacía y la Encuesta de movilidad cotidiana

2.6 Indicador referido al indicador sintético de centralidad

La construcción de dicho indicador ha seguido la metodología propuesta por Marmolejo y Cerda (2014). En concreto, a partir de los 30.740 desplazamientos de la cadena-de-viajes/actividades registrados en la Encuesta de movilidad cotidiana para el ámbito de estudio se ha construido un conjunto de indicadores relacionados con el comportamiento espacio-temporal de la población que dan cuenta del uso e intensidad de uso que las personas hacen del territorio. Dentro de los principales indicadores cabe mencionar: 1) la densidad tiempo (horas por km²) como ya hicieran Marmolejo y Cerda (2012); 2) la densidad de personas realizando diferentes actividades en una zona; 3) la diversidad de actividades, medida como la

entropía calculada sobre las diferentes actividades que las personas realizan en una zona; 4) la diversidad socioeconómica medida como el nivel de entropía del nivel de estudios de las personas; 5) La diversidad socio actividad medida como la entropía de una zona en términos de las actividades y el grupo socioeconómico de las personas que lo realizan; 6) la distancia media recorrida por las personas para acceder a una actividad realizada en una zona; 7) el orden dentro de la cadena-de-actividades con el que se realiza una actividad en una zona; 8) el número de otras actividades que hacen las personas que realizan una actividad en una zona; 9) la distancia recorrida por actividad. Los indicadores anteriores cuentan con sus respectivos sub-indicadores distinguiendo un día laboral, el fin de semana y diferentes franjas horarias (7:00-9:00, 9:00-14:00, 14:00-19:00, 19:00-20:00 y 20:00-7:00). A partir de dichos indicadores se ha construido un indicador sintético (DP2e) utilizando la metodología DP2 (Pena 1977 y Zarzosa, 2009). Cuanto más alto es dicho indicador más rasgos de centralidad tiene la zona, es decir: a) es más intensamente utilizada a diferentes horas del día y a lo largo de la semana; b) para realizar diferentes actividades que dotan de diversidad al uso del territorio en diferentes horarios; c) por diferentes grupos socioeconómicos; y d) reduciendo la distancia recorrida para realizar las diferentes actividades. Los picos de centralidad son, por tanto, lugares estructurales en la cotidianidad de las personas, en donde se potencia la sostenibilidad ambiental, la cohesión social y la sostenibilidad económica. La imagen de la figura 2 inferior ilustra la distribución espacial del indicador de centralidad en el ámbito de estudio, con meridiana claridad se aprecia la irregularidad en el manto de dicho indicador y por ende la no conveniencia de utilizar como indicadores de accesibilidad la distancia a los puntos en los cuales despunta dicha centralidad.

Figura 2. **Representación tridimensional del indicador del centralidad Dp2e en la poli céntrica Barcelona metropolitana**



Fuente: elaboración propia

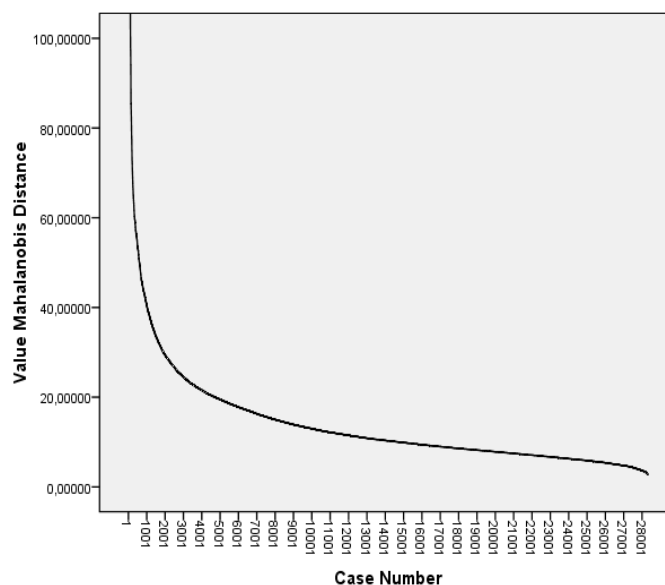
2.7 Construcción de un sistema de información geográfica

Con los indicadores locativos anteriores se ha construido un sistema de información geográfica en donde se han geoposicionado las viviendas a estudiar, así como las diferentes cartografías con las que se disponía la información contextual (secciones censales y zonas de transporte). A partir de los puntos que representan a las viviendas se ha construido un buffer de 300⁵ metros de radio, y con una consulta espacial, toda la información del contexto de la vivienda ha sido trasladada a las viviendas. De forma que la base de datos final contiene tanto las variables propias de las características de la vivienda como del entorno inmediato que la rodea.

2.8 Eliminación de casos anómalos

Para la eliminación de casos anómalos también conocidos en la literatura como outliers se han seguido los siguientes pasos: 1) en primera instancia se han eliminado aquellos apartamentos cuyo precio por metro cuadrado se alejaba más de una desviación estándar por arriba o por debajo de la media; 2) a continuación con los casos restantes se ha calibrado un modelo de regresión con las variables que resultaron ser estadísticamente significativas al 95% de confianza; 3) sobre dicho modelo de regresión se ha calculado la distancia de Mahalanobis para eliminar los casos con valores extremos en las variables explicativas del precio inmobiliario como lo han hecho Marmolejo y González (2009); 4) una vez calculada la distancia de Mahalanobis se ha construido un gráfico de sedimentación (Fig. 3) por tal de detectar el valor a partir del cual este indicador multidimensional adoptaba valores abruptos. De esta forma se ha llegado al número de casos finalmente utilizados, es decir 27.037 apartamentos.

Figura 3. Gráfico de sedimentación de la distancia de Mahalanobis



Fuente: elaboración propia

⁵ También se ha construido un buffer de 600 metros; sin embargo, se ha desestimado el modelo construido con dicho radio debido a que su poder explicativo era inferior al del buffer finalmente utilizado de 300 m de radio.

Después de realizar las pruebas pertinentes se ha elegido como expresión funcional un modelo semi-log, ya que los residuos del mismo cumplían los requisitos exigidos en los modelos calibrados por MCO: normalidad, media cero, desviación típica unitaria y homocedasticidad (varianza del error constante), como se ilustra en la figura 4. Asimismo, se ha verificado el factor de inflación de la varianza para garantizar la ausencia de problemas graves de multicolinealidad, y por ende el carácter insesgado de los coeficientes.

3. Resultados y discusión

La tabla 2, siguiente, detalla los resultados de la familia de modelos construidos. El primer modelo MOD1 es capaz de explicar el 58,4% de la distribución espacial de los precios de oferta en los municipios estudiados. Dicho modelo se ha calibrado exclusivamente con las variables arquitectónicas, tanto las referentes a las viviendas en sí, como aquellas propias de los edificios en los que se encuentran. Naturalmente, al tratarse de un modelo construido con el Ln del precio total de la vivienda, la primera variable que entra es la superficie construida, seguida por el cuadrado de la misma. Ambas variables entran con el signo esperado, la primera con signo positivo y la segunda negativo; lo que es coherente con la existencia de rendimientos decrecientes, es decir, el precio unitario de la vivienda se va reduciendo de forma progresiva en relación al incremento de su superficie. Dicho de otra forma, el mercado está dispuesto a pagar más, por metro cuadrado, por las viviendas más pequeñas en relación a las más grandes una vez que han sido controlados todos los atributos restantes.

A continuación, de acuerdo con los coeficientes beta, construidos sobre las variables normalizadas, el siguiente elemento explicativo de los precios es la presencia de aire acondicionado, seguido por la disponibilidad de ascensor en el edificio. Muy por detrás, entran otros indicadores de la calidad como la presencia de piscina comunitaria, el número de baños o la ratio de baños por habitación que es un indicador de la calidad del programa arquitectónico.

Por su parte, la superficie de la terraza y la calefacción entran en las últimas posiciones. El escaso poder explicativo de la calefacción frente a la refrigeración de las viviendas puede explicarse por la relativa facilidad de instalar estufas eléctricas adosadas a los muros frente a la menor popularidad y facilidad de instalar equipos portátiles de aire acondicionado, que no solamente ocupan espacio útil a nivel de suelo ya que su bomba de calor está integrada al ventilador/difusor, sino que además requieren perforaciones en los cerramientos para facilitar la expulsión del aire caliente.

Tabla 2. Modelos explicativos del Ln del Precio de oferta

Variable	MOD1			MOD2			MOD3		
	Sólo variables arquitectónicas			MOD 1 + Centralidad			MOD 2 + Socioambientales		
r2 adj	0,584			0,645			0,688		
Sig. (F ANOVA)	0,000			0,000			0,000		
n	27.037			27.037			27.037		
	B	Beta	Sig	B	Beta	Sig	B	Beta	Sig
(Constante)	10,540	-	-	9,927	-	-	10,229	-	-
Superficie (m2)	0,017	1,040	-	0,018	1,104	-	0,017	1,042	-
Sup*2	-3,2E-05	-,474	0,00	-3,9E-05	-,567	0,00	-3,8E-05	-,561	-
Dummy aire acondicionado	0,123	0,121	0,00	0,104	0,102	0,00	0,106	0,104	0,00
Número de baños	0,053	0,055	0,00	0,071	0,074	0,00	0,076	0,080	0,00
Dummy piscina comunitaria	0,133	0,071	0,00	0,217	0,116	0,00	0,147	0,078	0,00
Dummy ascensor 2	0,053	0,104	0,00	0,039	0,077	0,00	0,033	0,064	0,00
Superficie terraza (m2)	0,001	0,020	0,00	0,001	0,042	0,00	0,001	0,054	0,00
Dummy calefacción	0,030	0,030	0,00	0,067	0,065	0,00	0,049	0,048	0,00
Núm baños por habitación	0,094	0,040	0,00	0,089	0,038	0,00	0,050	0,021	0,00
inter_planta_asc_02	0,010	0,051	0,00	0,003	0,017	0,00	0,003	0,015	0,00
Centralidad									
Edificabilidad (m2 techo/m2 suelo)				0,071	0,176	0,00	0,046	0,113	0,00
Centralidad DP2e				0,023	0,109	0,00	0,003	0,046	0,00
Socio-ambientales									
Estudios tercer grado (%)							0,005	0,124	0,00
Socioecon_alto							0,063	0,106	0,00
Porteria (%)							0,006	0,028	0,00
Locales comerciales (%)							0,001	0,015	0,00
Oficinas (%)							0,001	0,013	0,01

Modelos calibrados siguen el método de pasos sucesivos

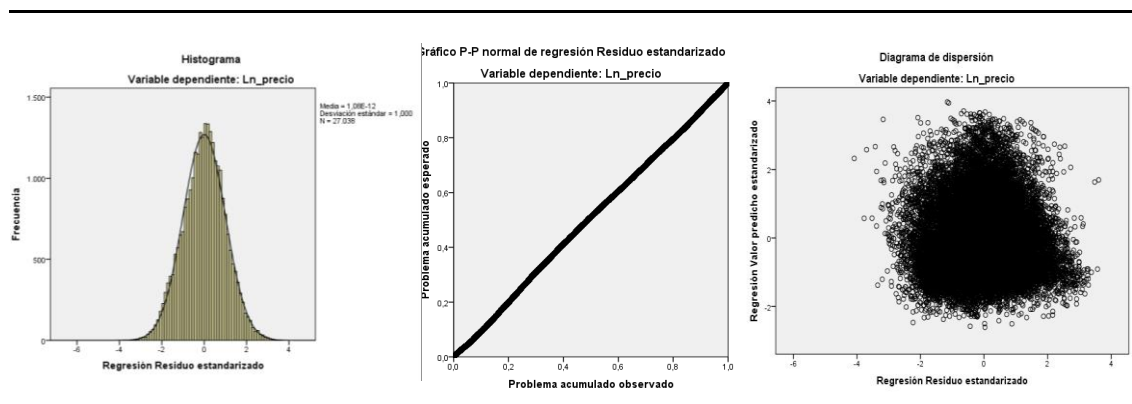
Fuente: elaboración propia.

El segundo modelo MOD2 está calibrado con las variables arquitectónicas anteriores más las relacionadas con la dimensión de la centralidad. En conjunto, dichas variables son capaces de explicar el 64,5% de la variación espacial de los precios inmobiliarios. En relación al MOD1 todas las variables arquitectónicas se mantienen dentro del límite de significación estadística y además mantienen el signo. Sin embargo, el poder explicativo varía ligeramente, en algunos casos reduciéndose y en otros incrementándose. Empero, llama poderosamente la atención de que las dos principales variables de centralidad: edificabilidad y el indicador sintético de centralidad DP2e tienen un poder explicativo significativo y superior al denotado por los coeficientes beta estandarizados de las variables arquitectónicas (excepto la superficie). De hecho, la densidad edificada (m2 de techo edificado por m2 de suelo ocupado por la edificación) resalta por su alto poder explicativo, incluso superior al del indicador sintético de centralidad. Es importante señalar, además, que la inclusión de ambas variables sin que se produzcan problemas serios de multicolinealidad, es significativo de que ambos indicadores

miden matices diferentes de la accesibilidad: en el caso de la densidad edificada el capital inmobiliario acumulado a lo largo del tiempo, y en el caso del indicador sintético de centralidad el uso efectivo que la población hace de la ciudad y, por ende, la diferenciación de las zonas centrales.

El Modelo MOD3 está construido con variables de todas las dimensiones conceptuales. En conjunto las covariables y factores son capaces de explicar el 68,8% de la distribución de precios de la muestra analizada. En relación al modelo anterior, se observa que todas las variables pierden ligeramente fuerza en la explicación de los precios, a excepción de las referidas a la calidad de la vivienda (superficie de terraza, disponibilidad de piscina comunitaria y aire acondicionado). Lo mismo ocurre con las variables de centralidad, las cuales reducen ligeramente su relevancia. En este tercer modelo integrado, irrumpen con especial ímpetu dos variables asociadas a la dimensión socioeconómica. Así, el porcentaje de personas con estudios de tercer grado (i.e. universitarios) se convierte, de acuerdo con los coeficientes beta, en el principal elemento explicativo de los precios inmobiliarios, únicamente superado por la superficie. Queda en un segundo lugar el factor sintético de la composición socioprofesional (socioecon_alto), con el signo esperado, es decir, cuanto mayor es la presencia de personas residentes ocupando mandos gerenciales y/o cualificados en el entorno de las viviendas mayor es el precio de éstas. *La especial relevancia de estas variables en la formación de los precios inmobiliarios pone de relieve el impacto de la segregación socioresidencial sobre el funcionamiento típico del mercado.* Incluso en Barcelona un sistema urbano en donde estos procesos de autorganización social de la población no son materialmente tan evidentes como en otras ciudades del sur de Europa o de América Latina. Entran también con un menor poder predictivo factores como la presencia de portero (un servicio exclusivo de las zonas residenciales más bien estantes), el porcentaje de locales comerciales que dan cuenta de la disponibilidad de servicios para la población y el porcentaje de oficinas que irradian externalidades menos negativas en relación con otras actividades como la industria; y a la luz de estos resultados, son un elemento apreciado por la parte oferente del mercado inmobiliario.

Figura 4. Análisis de los residuos del MOD3



Fuente: elaboración propia

Conclusiones

La teoría de la renta ofertada, que parte del mecanismo compensatorio entre costes de transporte y renta del suelo, es uno de los pilares más ampliamente aceptados en la explicación de los valores, usos e intensidad de uso del suelo. De forma que las localizaciones más accesibles al centro representan el mayor ahorro en costes de transporte, lo que acaba produciendo una mayor transferencia de renta al suelo, y ello capitalizado, en un valor más alto. Sin embargo, el modelo estándar, construido con la teoría anterior, ha simplificado en demasía la estructura de los sistemas urbanos, al asumir que la condición de centro es dicotómica, es decir, sólo una zona de la ciudad la detenta, y por tanto la distancia a dicha zona es sinónimo de la accesibilidad al centro. La realidad de los sistemas urbanos contemporáneos es muy diferente, no sólo porque suele existir más de una centralidad, es decir, suelen existir rasgos de policentrismo, sino también porque la cualidad de centralidad no es dicotómica, y por ende tiende a tener picos y a partir de ellos se difumina de forma irregular hacia la periferia y los intersticios. La gran inercia que presentan los procesos que subyacen detrás de la construcción de la ciudad, es decir, el solapamiento de capas a lo largo de la historia, así como la gran inelasticidad producida por la larga duración de los activos inmobiliarios, están detrás de la conformación del manto irregular de centralidad. Todo ello exacerbado por el planeamiento urbanístico, cuyas regulaciones suelen dotar de rigidez a la asignación de usos e intensidades de uso del suelo, y a proteger el patrimonio edificado.

En este artículo hemos indagado el papel que juegan los indicadores continuos de centralidad en la formación de los precios inmobiliarios. Para ello hemos partido de dos indicadores de centralidad fundamentales, uno construido como la densidad edificada, que es significativo del nivel de accesibilidad de acuerdo con la teoría de la renta ofertada, y otro sintético del comportamiento espacio-temporal de la población y construido a través del análisis de las cadenas-de-viaje/estadía. Así, a partir del precio de oferta de cerca de 27 mil viviendas plurifamiliares distribuidas en el entorno metropolitano de Barcelona, se ha construido un modelo de regresión en donde la variable a explicar es el precio de la vivienda y las explicativas las características arquitectónicas de las mismas, así como las locativas (incluyendo el nivel de centralidad).

Los resultados dejan ver que la centralidad medida como un indicador continuo tiene un papel intermedio en la explicación de los precios residenciales. Seguida de las variables relacionadas con los atributos arquitectónicos tanto de la vivienda como de los edificios en los cuales se encuentran. Sin embargo, es la estratificación socioresidencial el principal elemento explicativo de los precios residenciales. En esta dimensión aparecen dos indicadores complementarios, uno referido al nivel de estudios de la población y otro a la posición que dentro de la jerarquía socioprofesional tienen las personas ocupadas que residen en el entorno de las viviendas estudiadas. Es relevante que ambos indicadores entren en el modelo y que no produzcan problemas importantes de multicolinealidad, lo cual es significativo de que si bien ambos guardan cierta relación no son exactamente lo mismo. En el primer caso se trata del capital humano imbuido en las personas que puede asociarse a una diferenciación social, y en otro a un indicador del nivel de renta que no necesariamente está cien por cien asociado al capital humano. Así, la asociación del segundo con los precios es significativo del mayor poder adquisitivo de las personas que viven en los entornos residenciales en donde viven los profesionales mejor posicionados en las estructuras empresariales; mientras que la asociación

del nivel educativo con los precios, es significativo del *market premium* que la demanda está dispuesta a pagar por ubicarse cerca de los grupos mejor apreciados dentro de la estructura social. De forma que los procesos mediante los cuales se gestan connotaciones sociales como el prestigio o el estigma son elementos sin parangón en la explicación de los valores residenciales.

Cabe concluir, por tanto, que, si bien la mensuración de la centralidad de forma continua como se ha hecho en este artículo tiene un poder explicativo dentro de la formación de los precios inmobiliarios, no es, ni de lejos, su principal componente. En todo caso la accesibilidad medida como un indicador continuo y no como una distancia resuelve, en el escenario de sistemas policéntricos, los graves problemas de multicolinealidad a los que se enfrentan los modelos que utilizan distancias a los múltiples centros como ocurre en el estudio de Aguirre y Marmolejo (2011).

Es necesario, por ende, incluir en los modelos de valoración variables que den cuenta de la diferenciación social del espacio, especialmente en aquellas ciudades en donde históricamente, a pesar o debido incluso a las políticas públicas y el planeamiento, los procesos inmobiliarios gobernados por los designios del libre mercado han jugado de árbitro en los procesos de segregación socioresidencial de la población. Árbitro, que como sugieren nuestros análisis, se retroalimenta a sí mismo, perpetuando hasta cierto punto la estructura del mercado inmobiliario y la ciudad.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Dr. Jorge Cerda Troncoso su inestimable ayuda en la explotación de datos de la cadena de viajes y estadías para la construcción de los indicadores de centralidad. Asimismo destacan que este trabajo se ha realizado en el marco de los proyectos *EnerValor ¿Cuánto nos importa la calificación energética? Un análisis del nivel de comprensión de los EPC, confianza percibida e impacto sobre las preferencias y valores residenciales*, BIA2015-63606-R (MINECO/FEDER) y *LugarEstructurales, El Policentrismo revisitado desde la perspectiva del comportamiento espacio-temporal de la población en las principales metrópolis españolas*, CSO-2012-33441(MINECO) de los cuales el autor principal es también el IP.

Bibliografía

AGUIRRE, C. y MARMOLEJO, C. *El impacto del policentrismo sobre la distribución espacial de los valores inmobiliarios: un análisis para la Región Metropolitana de Barcelona*. En: Revista de la Construcción, 10 (1): 78-90, 2011. DOI: 10.4067/S0718-915X2011000100008

ALONSO, W. *Location and Land Use: Toward a General Theory of Land Rent*. Science (New York, N.Y.), 13 (332): 462-465, 1964. ISSN 0036-8075. DOI 10.1126/science.11.277.620

ANAS, A. et al., *Journal of Economic Literature*, 36 (3): 1426-1464, 1988.

- BATTY, M., *Polynucleated Urban Landscapes*. En: Urban Studies [en línea] 38 (4): 635-655, 2001. ISSN: 0042-0980. DOI: 10.1080/00420980120035268
- CHAMPION, A.G. *A Changing Demographic Regime and Evolving Polycentric Urban Regions: Consequences for the Size, Composition and Distribution of City Populations*. En: Urban Studies [en línea], 38 (4): 657-677, 2001. ISSN: 0042-0980. DOI: 10.1080/00420980120035277
- HAIG, R.M. *Hacia la Comprensión de la Metrópoli, Análisis de las Estructuras Territoriales*. En: Secchi, B. Barcelona: Gustavo Gili. 1968.
- HURD, R. *Principles of city land values*. New York: Arno Press. 1924.
- KAU, J.B. y LEET, C.F. *Capital-land substitution and urban land use*. En: Journal of Regional Science [en línea], ISSN 0022-4146, vol. 16 (1): 83-92, 1976.
- MARMOLEJO DUARTE, C., *La Incidencia de la Percepción del Ruido Ambiental sobre la Formación Espacial de los Valores Residenciales: Un Análisis para Barcelona*. En: Revista de la Construcción, 7 (1) 2008. ISSN: 0020-0883.
- MARMOLEJO DUARTE, C. y CERDA TRONCOSO, J. *La densidad-tiempo: Otra perspectiva de análisis de la estructura metropolitana*. En: Scripta Nova, 16, 2012. ISSN: 11389788.
- MARMOLEJO DUARTE, C. y CERDA TRONCOSO, J. *En búsqueda de los lugares estructurales: un análisis de comportamiento espacio temporal de la población para la identificación de centralidades urbanas*. En 10º Congreso Ciudad y Territorio Virtual, CTV, (10-14 de septiembre de 2014) Monterrey, Mexico. 2014.
- MARMOLEJO DUARTE, C. y GONZÁLEZ TAMEZ, C. "Does noise have a stationary impact on residential values?" En: Journal of European Real Estate Research, 2 (3): 259-279, 2009. DOI: <http://dx.doi.org/10.1108/17539260910999992>
- MCDONALD, J.F. *The identification of urban employment subcenters*. En: Journal of Urban Economics, 21 (2): 242-258, 1987. ISSN: 00941190. DOI: 10.1016/0094-1190(87)90017-9
- MCDONALD, J.F. y MCMILLEN, D.P. *Employment sub centers and land values in a polycentric urban area: the case of Chicago*. En: Environment and Planning, 22 (12): 1561-1574, 1990. ISSN: 0308-518X. DOI: 10.1068/a221561
- MCMILLEN, D.P. *One hundred fifty years of land values in Chicago: A nonparametric approach*. En Journal of Urban Economics [en línea], 40: 100-124, 1996. ISSN: 00941190. DOI: 10.1006/juec.1996.0025
- PENA TRAPERO, X.B., *Problemas de la medición del bienestar y conceptos afines: (una aplicación al caso español)*. Madrid, España: Instituto Nacional de Estadística. 1977.
- REQUES, P. y DE COS, Olga. *Los difusos límites del espacio urbano-metropolitano en España*. En: Ciudad y territorio: Estudios territoriales, 176, 267-280, 2013. ISSN 1133-4762.

ROCA CLADERA, J. *Manual de valoraciones inmobiliarias*. Barcelona: Ariel. Ariel economía. 1986. ISBN 84-344-2010-4.

ROCA CLADERA, J. Los precios del suelo en el ámbito metropolitano. Barcelona: Corporació Metropolitana de Barcelona, 1986b. 264 p.

ROCA CLADERA, J. *La estructura de valores urbanos: un análisis teórico-empírico*. S.I.: Instituto de Estudios de Administración Local. 1988. ISBN 84-7088-463-8.

ROCA CLADERA, J.; CLUSA, J. y MUR, S. *El mercat immobiliari de la Regió Metropolitana de Barcelona i comarques centrals de Catalunya*. Barcelona: CPSV. 2003.

ROSEN, S. *Hedonic Prices and Implicit Markets: Product Differentiation in Pure Competition*. En: Journal of Political Economy, 82 (1): 34, 1974. ISSN 0022-3808. DOI 10.1086/260169

THÜNEN, J. *Von Thünen's Isolated State*. English version of "Der isolirte Staat in Beziehung auf Landwirthschaft und Nationalökonomie" Oxford, London, Paris [etc.] Pergamon press. 1966.

ZARZOSA, P. *Estimación de la pobreza en las comunidades autónomas españolas, mediante la distancia DP 2 de Pena*. En Estudios de Economía Aplicada [en línea], 27: 397-416, 2009.