

Entropía en la ciudad de Zaragoza. Cartografía para analizar la diversidad social y la segregación residencial intraurbana

Raúl Postigo Vidal, Ángel Pueyo Campos y Sergio Valdivielso Pardos

Universidad de Zaragoza, Departamento de Geografía y

Ordenación del Territorio. C/Pedro Cerbuna, 12.

rpostigo@unizar.es, apueyo@unizar.es, servaldi@unizar.es

Resumen: La medición de la diversidad social y la segregación residencial ha suscitado un notable interés en círculos académicos, técnicos y particularmente en el contexto de la planificación urbana. Sin embargo, la fiabilidad de los instrumentos cartográficos se ha visto condicionada por los métodos y técnicas de análisis geodemográfico y por la disponibilidad de datos desagregados. Este artículo propone novedades en el procedimiento de representación cartográfica del índice de entropía (H2), un índice de segregación multigrupo que permite analizar cuantitativa y espacialmente la composición residencial de los grandes grupos de población extranjera a nivel de manzana. El mapa revela contrastes intraurbanos de segregación residencial en la ciudad de Zaragoza, para ello emplea una representación cartográfica multidimensional que combina múltiples variables visuales, reales y métodos instrumentales para tratar de comprender la complejidad de las relaciones socioespaciales a escala intraurbana.

Palabras clave:

Entropía, Geodemografía, Cartografía, Segregación residencial, Planificación Urbana.

Entropy in the city of Zaragoza. cartography to analyze social diversity and intraurban residential segregation

Abstract: The measurement of social diversity and residential segregation has sparked notable interest in academic, technical, and particularly urban planning circles. However, the reliability of cartographic instruments has been conditioned by the methods and techniques of geodemographic analysis and also by the availability of disaggregated data. This article proposes innovations in the cartographic representation procedure of the entropy index (H2), a multigroup segregation index that enables quantitative and spatial analysis of the residential composition of large groups of foreign population at the block level. The map reveals intraurban contrasts in residential segregation in the city of Zaragoza, employing a multidimensional cartographic representation that combines multiple visual variables, real variables, and instrumental methods to try to understand the complexity of socio-spatial relationships at the intraurban scale.

Keywords:

Entropy, Geodemography, Cartography, Residential Segregation, Urban Planning.

Recibido: 09-12-2023. Aceptado: 11-12-2023.

DOI: https://doi.org/10.26754/ojs_geoph/geoph.2023759972

1. Introducción

LA URBANISTA NORTEAMERICANA JANE JACOBS (1916-2006) fue pionera en la defensa de la diversidad social y la complejidad urbana, lo que en su obra *“Muerte y vida de las grandes ciudades”* denominó como “la belleza del caos”. Jacobs (1961) denunció activamente los graves procesos de segregación residencial y homogeneidad funcional que eran estimulados por los grandes proyectos desarrollistas que fragmentaban física y socialmente a las ciudades. Procesos de ruptura que dieron lugar a las llamadas “ciudades cuarteadas” (Marcuse, 1989) o “ciudades duales” (Castells, 1995; Sassen, 2000) y a la conformación de espacios metropolitanos dominados por la desigualdad por clase social, origen étnico, género, sexo, edad, lugar de residencia, vivienda o identidad cultural (Soja, 2000). Estas situaciones de segregación y falta de diversidad socioespacial promueven el aislamiento de determinadas comunidades, la exclusión al acceso a servicios básicos, al empleo y a los contactos sociales de determinados grupos de población, lo que dificulta la asimilación e integración sociocultural o incluso la marginación y la aparición de problemas de convivencia.

Los postulados de Jacobs en favor de la densidad, proximidad, compacidad, mixtura, diversidad y vitalidad urbana siguen despertando interés científico (Moroni, 2016; Delclòs Alió y Miralles-Guasch 2021), si bien el análisis de la diversidad social o, por el contrario, la segregación residencial, se remonta a principios del siglo XX, en el seno de la Escuela de Ecología Urbana de Chicago, y previamente en los análisis geodemográficos realizados por la United States Bureau of Labor de Chicago (Figura 1) que a su vez tuvieron su inspiración en los mapas de la pobreza de Londres de Charles Booth. En ambos casos se realizaron innovadoras representaciones cartográficas de la distribución intraurbana de los diferentes grupos de población extranjera y de diferentes niveles socioeconómicos a escala de edificio a partir de censos de población puerta a puerta. No obstante, todavía no se habían implantado cartográficamente indicadores de segregación residencial.

La segregación residencial, entendida como la expresión formal de la desigualdad en una ciudad (Ocaña, 2005), ha sido tema de interés para una amplia variedad de disciplinas académicas como la sociología, la demografía, la geografía, las ciencias políticas o la salud pública (Oka y Wong, 2015). Sin embargo, es específicamente en el seno de la Geografía Urbana donde a la habitual perspectiva sociológica, referida a la ausencia de interacción entre grupos sociales, se le une la perspectiva espacial.

Estudios como los de Duncan y Duncan (1955) o posteriormente Massey y Denton (1988) supondrían importantes avances en la aplicación de índices globales de segregación. Pero es con el auge de los SIG en los noventa cuando se avanza en los métodos de representación cartográfica y la incorporación de la

perspectiva espacial a los análisis de segregación residencial (Wong, 1996). Estos indicadores facilitan un tratamiento de la segregación en términos geográficos que permiten medir las desigualdades socioespaciales tanto desde su composición temática –multifactorial y de múltiples prismas– como de los patrones espaciales que adopta (Knox y Pinch, 2000; Martínez-Martín, 2005; Ocaña, 2005; Escolano-Utrilla, 2007; Rueda, 2012; Schnell et al., 2015). Así, la complejidad intrínseca de estos fenómenos implica la necesidad de diseñar instrumentos de representación que valoren el espacio geográfico de forma *flexidimensional*, integrando la multiescalaridad, la multiterritorialidad, las discontinuidades espaciales y las apreciaciones socioculturales o incluso ideológicas (Pueyo et al., 2016). En consecuencia, y como destaca Ocaña (2005), los niveles de la segregación pueden evaluarse no solo en términos de distancia física, sino en diferentes dimensiones de distancia social, es decir, la identificación y diferenciación de múltiples atributos y características sociodemográficas entre las poblaciones segregadas.

La visión cuantitativa y espacial de este fenómeno aporta un conocimiento clave para el diseño de políticas urbanas capaces de prever o actuar sobre los espacios más afectados (Martori y Hoberg, 2004). Para tales efectos, se emplean herramientas basadas en grupos de indicadores sintéticos de segregación residencial (Wong, 2003; Escolano-Utrilla, 2007; Linares, 2010; Linares, 2012; Martori y Hoberg, 2004; Martori y Apparicio, 2011; Nieves-Ayala, 2012; Palacios y Vidal, 2014; Postigo 2017; Postigo et al., 2020) los cuales suelen estructurarse a partir de las cinco dimensiones de la segregación (Massey y Denton, 1988): Igualdad, Exposición, Aislamiento, Agrupación (*Clustering*) y Centralidad.

Para explicar estas dimensiones, la Figura 2 ilustra la distribución ficticia de los portales o manzanas en un barrio. Los puntos oscuros representan el grupo de población objeto de estudio, el cual muestra diferentes patrones espaciales en base a la predominancia de las diferentes dimensiones de segregación. Incluso pueden encontrarse situaciones de baja igualdad y exposición y alto aislamiento y agrupación que implicaría la *hipersegregación* (Massey y Denton, 1988; White y Borrell, 2011). De este modo, se puede afirmar que a mayor igualdad y mayor exposición es más fácil llegar a situaciones de mayor diversidad y mayor cohesión social (Cuadrante superior derecha).

Para cada dimensión se distinguen tres tipos de índices (Apparicio et al., 2014): índices de un grupo (1G), que miden la distribución de un grupo de población respecto al conjunto de población de la ciudad; índices de dos grupos (2G), los cuales miden la distribución de un determinado grupo de población respecto la de otro grupo; y finalmente, índices multigrupo (MG), que analizan simultáneamente la distribución de varios grupos.

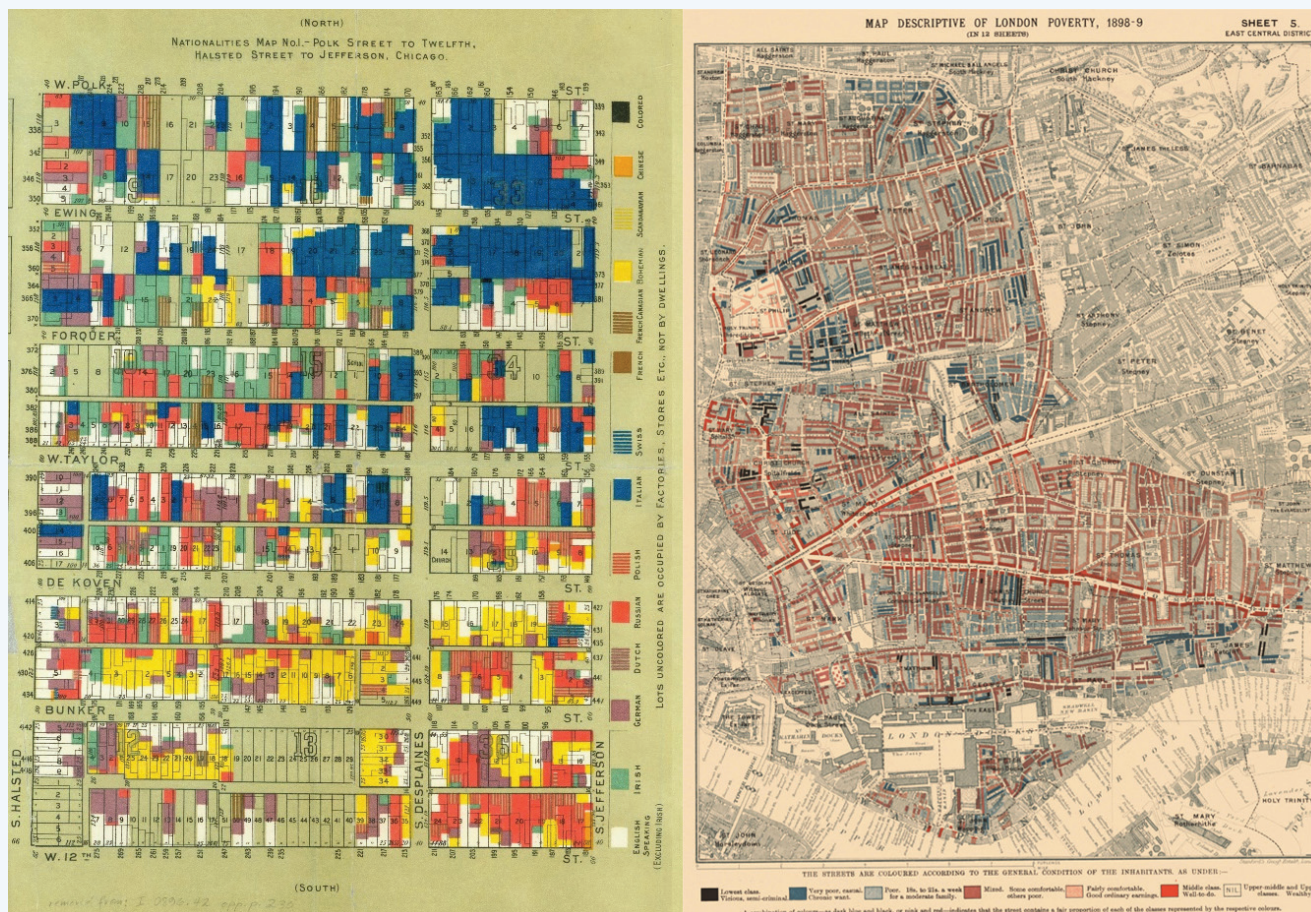


Figura 1. Hull-House Maps and Papers (1895).

Fuente: <http://www.encyclopedia.chicagohistory.org/pages/410008.html> (Izquierda). Charles Booth's London poverty maps (1886-1903). <https://booth.lse.ac.uk/> (Derecha).

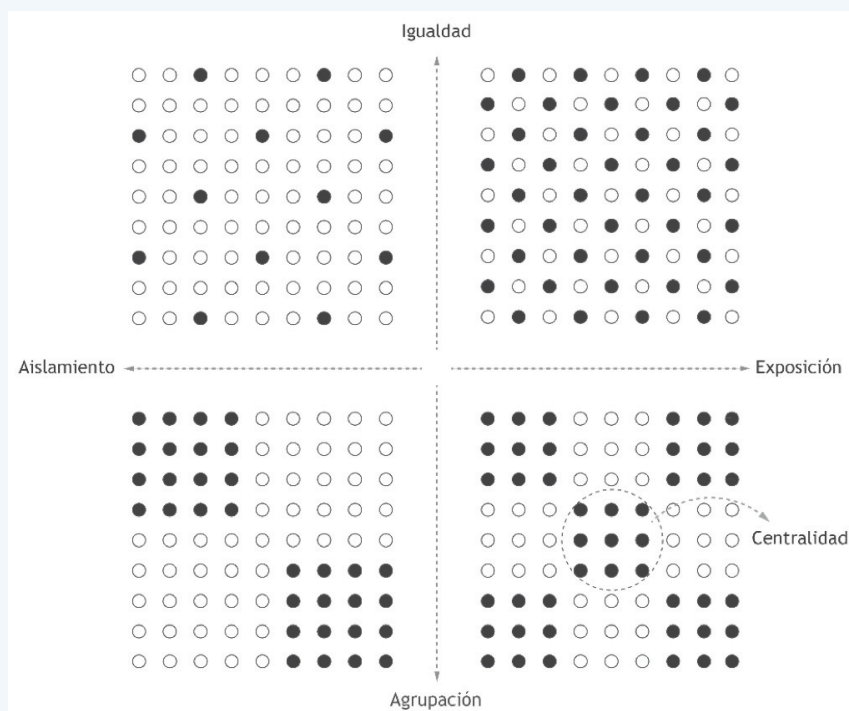


Figura 2. Dimensiones de la segregación residencial. Adaptado de Martori y Hoberg (2004).

Fuente: Elaboración propia.

En el presente artículo se explica el cálculo y representación cartográfica del Índice de entropía o Índice de diversidad (H2), índice de segregación multigrupo (MG) que se apoya en los conceptos de complejidad (diversidad o heterogeneidad) y redundancia (igualdad u homogeneidad) para medir las diferencias en la distribución de los grupos de población en un área geográfica mediante el cálculo de varios grupos simultáneamente (Nieves-Ayala, 2012). El índice permite medir la com-

plejidad o diversidad en términos de igualdad, es decir, analiza espacialmente el grado en que el porcentaje de grupos minoritarios de diferentes nacionalidades dentro de las áreas residenciales es igual a la proporción existente de esos grupos en toda la ciudad (Massey y Denton, 1988). A medida que las áreas se alejan del ideal de uniformidad, aumenta la segregación y disminuye la diversidad o cohesión social.

2. Identificación del proyecto

EL GEOT (GRUPO DE ESTUDIOS EN ORDENACIÓN DEL TERRITORIO) de la Universidad de Zaragoza, posee una larga trayectoria en la representación de cartografía temática aplicada al análisis residencial y social intraurbano. La ciudad de Zaragoza, al igual que lo fuera Chicago a comienzos del siglo XX —otra ciudad del viento—, ha servido como laboratorio urbano para el análisis geodemográfico de alta desagregación. Más recientemente la Cátedra de Territorio, Sociedad y Visualización Geográfica de la Universidad de Zaragoza junto con el Ayuntamiento de Zaragoza, han impulsado innovadores instrumentos cartográficos de visualización geográfica que contribuyen a comprender las dinámicas socioresidenciales de la ciudad y a diseñar herramientas cartográficas de apoyo a la toma de decisiones en el ámbito de la inclusión social de los grupos más vulnerables.

El mapa de entropía de la ciudad de Zaragoza en el año 2020 recoge los elementos y funciones analíticas requeridas por parte de técnicos/as y planificadores urbanos, a los que se les atribuye una mayor capacidad analítica. Un público experto que demanda una cartografía fiable, precisa y con datos lo suficientemente desagregados para reportar a niveles ejecutivos y ejercer el procedimiento de planificación con garantías. En definitiva, un mapa que debe servir como herramienta de apoyo a la toma de decisiones en las fases de análisis, diagnóstico, formulación estratégica y diseño de proyectos.

Uno de los aspectos más relevantes en la adaptación cartográfica al usuario, es el nivel de detalle de la información presentada. Esta información debe coincidir con el nivel de complejidad relevante para los tomadores de decisiones (políticos), muy diferente al que demandan científicos/as, técnicos/as y expertos/as (Postigo et al., 2020). La desagregación por manzana urbana de los datos demográficos sirve como puente entre el mundo de los modelos cartográficos de microsimulación geodemográfica (edificios y portales) y el mundo de las necesidades de la planificación y toma de decisiones (Arciniegas, Janssen, & Rietveld, 2013). Pese a no alcanzar la precisión del edificio, el mapa permite revelar patrones de segregación residencial y mantiene el equilibrio entre la exhaustividad de la información y el nivel de complejidad informacional capaz de ser gestionada

o comprendida por los diferentes niveles cognitivos de los usuarios que habitualmente convergen en los procesos de planificación urbana.

El mapa se presenta en formato PDF con un tamaño estándar A3, lo que facilita la impresión en papel y su usabilidad en sesiones de trabajo, análisis y comisiones estratégicas en oficinas de planificación. Asimismo, el modelo de datos vectorial empleado, permite la visualización en pantalla para que el usuario pueda explorar y ampliar las zonas de interés sin perder la resolución. Adicionalmente, el mapa puede consultarse en su versión web e interactiva en la aplicación “Mis mapas mis datos”¹ del Gobierno Abierto del Ayuntamiento de Zaragoza. Este visor cartográfico ofrece los valores de entropía actualizados a 2022 y disponibles en dos niveles de detalle; distritos y manzanas, que cambian conforme el usuario se acerca o aleja en la navegación.

El proceso de recopilación, depuración y normalización de datos del padrón de población, así como su relación y geocodificación espacial con el portadero y manzanero de la ciudad de Zaragoza es la fase más laboriosa e indispensable para la realización de este mapa. El GEOT y la Cátedra de Territorio, Sociedad y Visualización Geográfica de la Universidad de Zaragoza actualizan anualmente estos datos facilitados por el Ayuntamiento de Zaragoza, lo que supone un laborioso e iterativo trabajo de codificación, digitalización y recodificación. El resultado es un modelo geodemográfico de alto detalle que conforma la materia prima de esta cartografía, el verdadero valor añadido y la base para un preciso y fiable análisis de la ciudad a escala intraurbana.

La representación cartográfica final ha supuesto 20 horas de trabajo distribuidas en tres fases. Una primera de proceso creativo y diseño conceptual del mapa —basta con papel y lápiz—. Una segunda fase más analítica y metodológica correspondiente al análisis geodemográfico y estadístico a partir de SIG y hojas de cálculo. Para concluir con una fase de importación del material gráfico y cartográfico a un programa de diseño gráfico vectorial, donde se refina la maquetación y se completa el diseño de las variables visuales.

¹ <https://www.zaragoza.es/sede/servicio/visor-interactivo/user-map/ad710ed6-c53a-4d01-b43f-495a6c740a35>

3. Componentes del mapa

EL PADRÓN DE POBLACIÓN CORRESPONDIENTE al año 2020 es el componente principal de este mapa. Una gran base de datos alfanumérica facilitada por la Unidad de Estadística y Gestión de Padrón de Población del Ayuntamiento de Zaragoza que incluye atributos demográficos por edad, niveles formativos y grupos de población extranjera. Con este último subconjunto de datos se calcula el índice de entropía, previa realización de una reclasificación y agrupación temática basada en criterios geográficos y socioeconómicos de la que se discretizan siete grandes grupos de nacionalidades: AFM: África y Cuenca Mediterránea; AFS: África Subsahariana; AM: América Central y del Sur; CH: China; OC: Mundo Occidental (Europa occidental, Reino Unido, Norteamérica, Australia, Israel, Nueva Zelanda y Japón); AS: Resto de Asia; RE: Resto de Europa.

Para representar el índice de entropía se emplea información de naturaleza cuantitativa medida en escala de intervalos (Figura 3)

que varía de la máxima diversidad o máxima entropía ($H2=1$), cuando los grupos que residen en las áreas de estudio (manzanas) tienen el mismo tamaño que la composición de grupos en el conjunto de la ciudad; a la situación totalmente contraria, mínima diversidad o mínima entropía ($H2=0$), cuando en las áreas analizadas residen individuos de un solo grupo, es decir una máxima redundancia u homogeneidad en la composición. Su formulación es la siguiente:

$$H2 = - \frac{\sum_{i=1}^n \left[\left(\frac{P_{ij}}{P_j} \right) \ln \left(\frac{P_{ij}}{P_j} \right) \right]}{\ln n}$$

Donde n es el número de grupos, P_j es la suma de la población de los grupos desde 1 a n en la unidad espacial j y P_{ij} es la población del grupo i en la unidad espacial j .

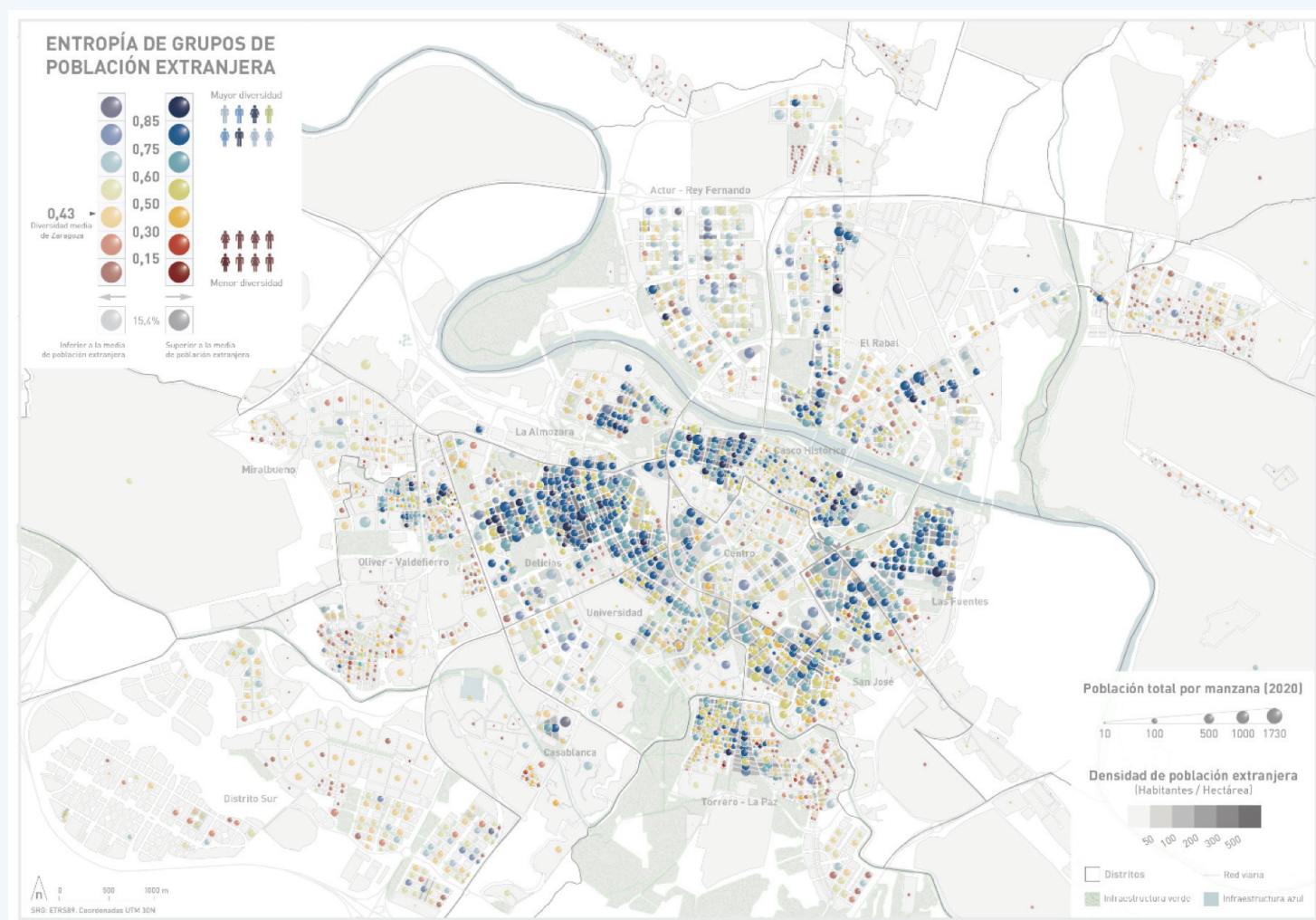


Figura 3. Extracto del mapa de entropía en la ciudad de Zaragoza.

Fuente: Elaboración propia.

La componente espacial corresponde a la base cartográfica del manzanero urbanístico de la ciudad, facilitada en formato vectorial por el Servicio de Información Geográfica del Ayuntamiento de Zaragoza. Base espacial editada iterativamente por GEOT para adaptarla al esqueleto del padrón de población de Zaragoza, el cual siempre se toma como “fuente ganadora” y de referencia para el proceso de actualización, normalización, geocodificación y edición cartográfica. Adicionalmente, el mapa incluye una base cartográfica de los distritos censales, todos ellos datos abiertos del Ayuntamiento de Zaragoza² ofrecidos a ciudadanía, desarrolladores y reutilizadores del dato a través de la aplicación “Conoce y Explora Zaragoza³” e integrados en la Infraestructura de Datos Espaciales de Zaragoza (IDEZAR).

El resultado es una base geodemográfica de alta desagregación (manzanas y datos temáticos del padrón) que evita los inconvenientes del *Checkerboard Problem* y el Problema de la Unidad Espacial Modificable (PUEM), relacionados con el uso de unidades artificiales excesivamente agregadas como pueden ser las secciones censales (Escolano-Utrilla, 2007; Echazarra, 2010; Linares, 2010), las cuales generan un efecto de agrupamiento

o generalización global que impide identificar el detalle de las relaciones topológicas de proximidad y vecindad en los análisis espaciales de segregación residencial (Kratovich et al., 2016; Postigo, 2017). En consecuencia, conforme aumenta el nivel de desagregación de análisis, aumentan los niveles de segregación y se hacen más evidentes los contrastes intraurbanos para definir eficazmente desigualdades y zonas desfavorecidas (White y Borrell, 2011; Wong, 2003), por ello, y sabiendo que las relaciones de barrio se establecen generalmente en unidades geográficas reducidas como puede ser una calle o una plaza (Echazarra, 2010), resulta necesario el uso de edificios o manzanas para eliminar arbitrariedades, detectar las diferencias y aumentar la fiabilidad como herramienta para la toma de decisiones a escala intraurbana.

Otras bases cartográficas complementarias incluidas en el mapa son las principales vías de comunicación o las superficies de agua, descargadas del gobierno abierto regional (ICEARAGÓN). Todas las capas incluidas en el proyecto son vectoriales y proyectadas en el sistema de referencia EPSG:25830 (ETRS89/UTM zona 30N).

4. Código cartográfico y elaboración

LA REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA se organiza en tres niveles de jerarquía visual (Harley, 1989), que permiten ordenar y destacar los elementos más importantes gracias al contraste visual y a la relación figura-fondo (Dent et. al., 2009; Muehlenhaus, 2013; Postigo, 2017):

- Primer nivel jerárquico: a partir de una implantación puntual y la variable visual tamaño se representa el total de población por manzana, información de naturaleza cuantitativa y carácter absoluto. El dimensionamiento del tamaño se realiza a partir de símbolos proporcionales volumétricos (esferas), que permite reducir el solape entre entidades (Tyner, 2010). La escala de color-valor empleada en estas esferas sigue una leyenda divergente de siete intervalos donde las tonalidades cálidas representan las manzanas con menor entropía y las tonalidades frías las de mayor diversidad de grupos de procedencia (Figura 3).
- Segundo nivel jerárquico: este nivel se destina a aquellas manzanas que tienen un porcentaje de población extranjera inferior a la media de la ciudad de Zaragoza (15,4%), las cuales aparecerán en un segundo plano al aplicar un porcentaje de transparencia del 50% (Figura 3). Esta diferenciación resalta visualmente aquellas manzanas con bajos niveles de entropía y altos niveles de población extranjera, lo que permitirá al lector identificar rápidamente los espacios con mayor nivel de segregación residencial (colores cálidos sin transparencia del primer nivel jerárquico) o aquellos es-

pacios multiculturales con mayor diversidad (colores fríos sin transparencia).

- Tercer nivel jerárquico: hace referencia a la densidad de población extranjera por manzana, información de naturaleza cuantitativa y carácter relativo, para la cual se emplea un tipo de implantación superficial por coropletas a partir de una leyenda secuencial en escala de grises de seis intervalos (Figura 3). Los intervalos elegidos tanto para esta leyenda como para la leyenda de entropía siguen un sistema de cortes naturales mejorado por una edición manual que redondea las cifras de corte y favorece la lectura del mapa sin perder los matices requeridos por el usuario.

El modelo cartográfico planteado emplea una relación multivariable donde a partir de dos tipos de representaciones diferentes (Símbolos proporcionales y coropletas), permite analizar hasta tres variables simultáneamente: 1) Total de población 2) Índice de entropía y 3) Porcentaje de población extranjera. Esta combinación ofrece una mayor capacidad analítica y relacional de la información social y urbana a la par que evita la recurrente falacia ecológica de los mapas unidimensionales de coropletas.

La complejidad de esta cartografía se demuestra en la metodología instrumental empleada, la cual recurre al uso de hasta cuatro tipos diferentes de software, los cuales son compatibles e interoperables:

² <https://www.zaragoza.es/sede/portal/datos-abiertos/idezar>

³ <https://www.zaragoza.es/sede/portal/conoce-explora-zgz/>

- Geo-Segregation Analyzer: una aplicación multiplataforma que permite el cálculo de 42 índices de segregación, la mayoría no disponibles en otras aplicaciones. Este software libre ha sido desarrollado en la Universidad de Montreal por los profesores Apparicio y Petketitch (Apparicio et al., 2014) y traducida al español por el profesor Joan Carles Martori (Martori, Hoberg y Surinach, 2006; Martori y Hoberg, 2004), se utiliza en este caso para el cálculo del índice de entropía.
- ArcMap 10.8 (ESRI): SIG empleado para acometer las uniones y operaciones necesarias entre las bases temáticas (datos poblacionales del padrón) y espaciales (manzanas urbanas), así como para realizar las representaciones geodemográficas por coropletas y símbolos proporcionales. Para esta última tipología se añade a la *Arctoolbox* de ArcMap el script “*Dimensionar símbolos proporcionales escalados*” desarrollado en *Phyton* por Solanas-Jiménez (2012). Esta aplicación permite realizar representaciones geodemográficas biviadas (Zúñiga, 2009) que combinen la variable visual tamaño (total de población por manzana) y color-valor (índice de entropía), así como ordenar verticalmente los símbolos según su tamaño, evitando que las manzanas más pequeñas queden ocultas por las de mayor población.
- Microsoft Excel: permite incorporar otras técnicas de visualización de datos para mostrar relaciones más complejas (mapa-gráfico) con las que medir con mayor precisión la representación espacial del fenómeno (Figura 4), conocer su funcionamiento y reforzar su información para ganar en capacidad analítica (Truran, 1975; Muehlenhaus, 2013; Kraak y Ormeling, 2013). Concretamente se han incorporado dos gráficos de dispersión que relacionan la entropía con dos indicadores de vulnerabilidad sociodemográfica (Población de 25 y más años sin estudios oficiales concluidos y Población extranjera). Asimismo, se incorporan siete gráficos radiales, uno por intervalo de entropía, que permiten identificar qué grupos específicos de población presentan una mayor segregación en esos espacios delimitados de la ciudad.
- Adobe Illustrator: la cartografía se exporta de ArcMap a Adobe Illustrator para completar el diseño de la variable visual tamaño y dotarle de un efecto volumétrico, operación gráfica que no es posible realizarla desde ArcMap. Adicionalmente esta fase permite diseñar leyendas personalizadas o mejorar las gráficas provenientes de Excel, para dotarlas de mayor equilibrio y relación visual con la representación cartográfica.

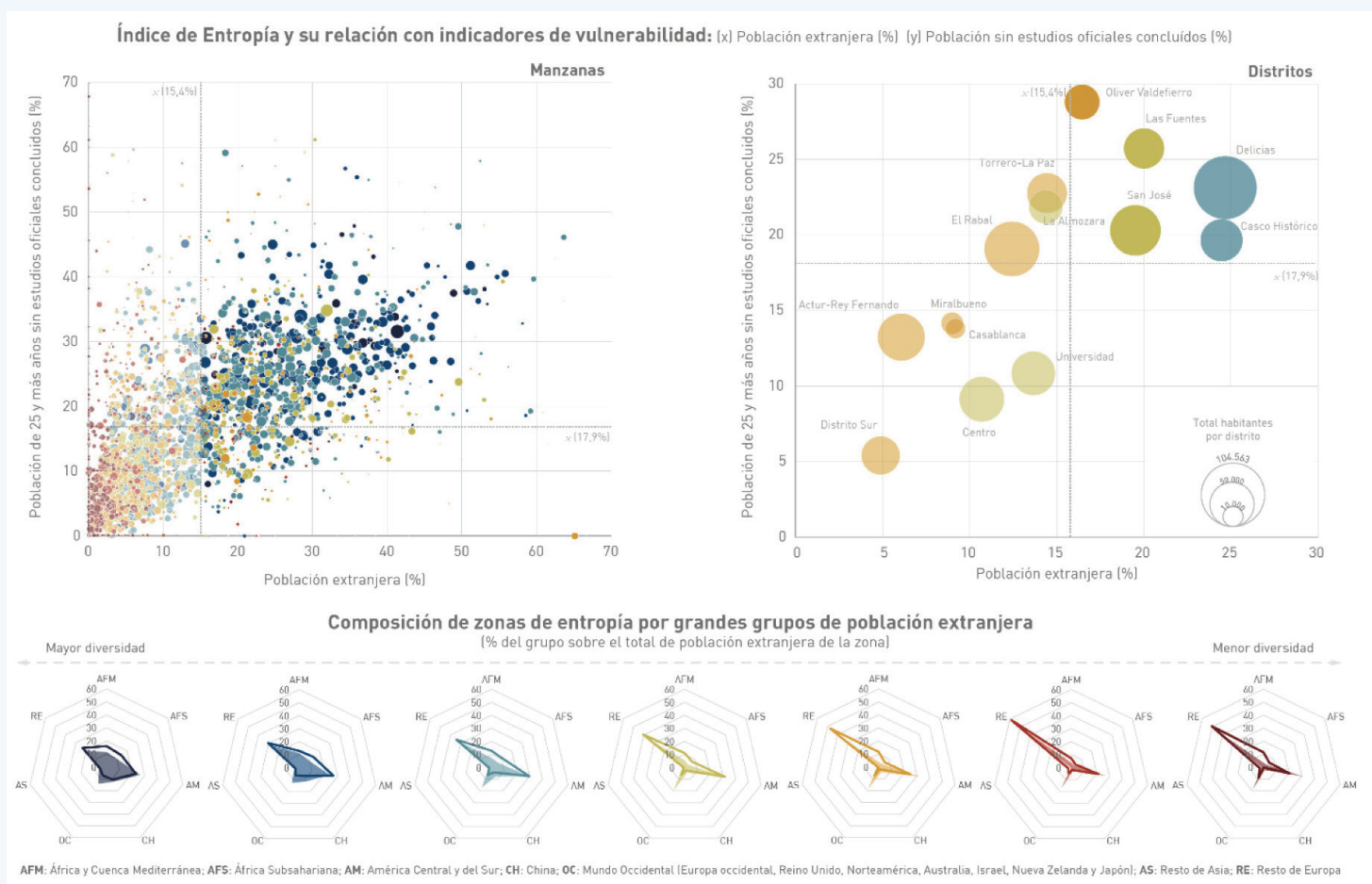


Figura 4. Material gráfico complementario al mapa. Elaborado con Excel y Adobe Illustrator.

Fuente: Elaboración propia.

5. Resultados y análisis

LA REPRESENTACIÓN ESPACIAL DE LA ENTROPÍA a nivel de manzana en la ciudad de Zaragoza revela patrones significativos de diversidad que varían significativamente de un barrio a otro. Se observa que los barrios tradicionales más densos y con un mayor porcentaje de población extranjera, como Delicias, San Pablo (Casco Histórico), Las Fuentes o San José manifiestan niveles destacados de diversidad. A pesar de la alta concentración de población extranjera en estos lugares, se evidencia una distribución heterogénea de dicha población y, en consecuencia, una mayor exposición que promueve la interacción social y disminuye los procesos de segregación. Estos barrios caracterizados por su marcada multiculturalidad contrastan con otros sectores intraurbanos y barrios donde se aprecia un mayor grado de homogeneidad. Es el caso de determinados espacios de Oliver-Valdefierro y en menor medida algunos sectores de Torrero-La Paz y pequeñas manzanas aisladas de El Rabal.

Por otro lado, las dinámicas de segregación más notables en la ciudad de Zaragoza se observan principalmente en los distritos periféricos, derivado de una concentración residencial de la población autóctona. Este fenómeno es evidente en áreas como el Distrito Sur (Valdespartera, Rosales del Canal y Arcosur), el noreste del Actur (Parque Goya) o Parque Venecia (Sureste de Torrero-La Paz), que se construyeron en el periodo desarrollista anterior a la Gran Recesión y que fueron diseñados para satisfacer la demanda residencial de perfiles demográficos muy concretos. Barrios de viviendas sociales de calidad razonable y a precios asequibles que impulsaron la salida de población

joven y adulta de las áreas tradicionales de la ciudad consolidada, dejando vacíos que progresivamente fueron ocupando la población inmigrante (Escolano-Utrilla et al., 2018). Estos procesos, intrínsecamente vinculados al planeamiento urbano y a la política de vivienda, han propiciado la instauración de una homogeneidad tanto sociocultural como socioeconómica en estas áreas de nuevo desarrollo. Especialmente notable en grandes fragmentos monofuncionales y en condominios vallados que también reducen la diversidad de actividades (Escolano-Utrilla et al., 2018). En consecuencia, la llegada de un solo grupo minoritario en estos entornos puede incidir significativamente en la disminución de los niveles de entropía. De hecho, las zonas con porcentajes de población extranjera por encima de la media muestran niveles de entropía del 0,60, frente a los niveles más bajos de las zonas con mayor proporción de población autóctona (0,34).

Atendiendo a la composición de los grupos, la población de Europa del Este es la que tiende a segregarse en mayor medida, que por otro lado es el grupo más numeroso en términos globales. América Latina y en menor proporción África mediterránea también muestran niveles de segregación algo más marcados. Por último, conviene apuntar que en las zonas de mayor proporción de población autóctona existe una mayor presencia de población proveniente de países occidentales, que tienden a vivir en la periferia de Zaragoza, o en determinadas zonas del Casco Histórico no coincidentes a manzanas de alta proporción de población extranjera.

6. Conclusiones

EL MAPA DE ENTROPÍA PERMITE IDENTIFICAR patrones de segregación residencial adaptándose a las necesidades técnicas y operativas de analistas y planificadores urbanos. Esta funcionalidad es posible gracias a la alta desagregación de la base geodemográfica por manzanas y a un modelo cartográfico multivariable en el que coexisten numerosas variables reales y visuales. Propuesta cartográfica que aporta capacidad analítica a la hora de abordar la multidimensionalidad de los fenómenos socioespaciales a escala intraurbana.

Los altos niveles de desagregación y las múltiples capas de información mostradas en un solo mapa, suponen un reto de diseño cartográfico que requiere de la utilización de diferentes herramientas y programas especializados. Se trata de una cartografía compleja que recurre al diseño gráfico vectorial para completar, simplificar y jerarquizar las variables visuales, apor-

tando armonía en la relación figura-fondo. Ir más allá de los entornos SIG posibilita la mejor gestión del color en el proyecto o la integración de elementos gráficos complementarios que añaden funcionalidad al mapa como instrumento de apoyo a la toma de decisiones.

El índice de entropía aplicado en la ciudad de Zaragoza revela elevados niveles de diversidad en los barrios tradicionales con mayor proporción de población extranjera. Si bien, conviene apuntar que este mismo índice desagregado por edificio identificaría nuevos patrones que aún son invisibles a escala de manzana. Circunstancia que confirma la necesidad de emplear microescalas en grupos de trabajo internos, donde se evite el enmascaramiento de los datos geodemográficos y se trabaje con cartografías de alta precisión que aporten mayor fiabilidad en el diseño de políticas y estrategias sociales o de vivienda.

Zaragoza es una ciudad cohesionada socialmente y los grupos de diferentes nacionalidades se distribuyen predominantemente siguiendo parámetros de exposición e igualdad. No obstante, el mapa refleja determinados procesos de homogeneización y fragmentación socioespacial que difieren de las ideas de diversidad, mixtura y complejidad favorecedoras de la inclusión y la interacción de grupos de población.

Agradecimientos

EL MAPA HA SIDO DESARROLLADO con la colaboración de la Oficina Técnica de Transparencia y Gobierno Abierto del Ayuntamiento de Zaragoza, que representa la necesaria transferencia de información y conocimiento entre la administración y el entorno académico e investigador. Sin su cooperación no hubiera sido posible el acceso al nivel de detalle, calidad y desagregación de los datos trabajados.

7. Bibliografía

- Arciniegas, G. y Janssen, R. (2012). Spatial decision support for collaborative land use planning workshops. *Landscape and Urban Planning*, 107 (3), 332–342. <http://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2012.06.004>
- Bell, W. (1954) A probability model for the measurement of ecological segregation. *American Sociological Review*, 32. 357-364.
- Castells, M. (1995). *La ciudad informacional*. Madrid: Alianza Editorial.
- Delclòs Alió, X. y Miralles-Guasch, C. (2021). Jane Jacobs en Barcelona: las condiciones para la vitalidad urbana y su relación con la movilidad cotidiana. *Documents d'anàlisi geogràfica*, 67(1), 51-72. <https://doi.org/10.5565/rev/dag.567>
- Dent, B. D., Torguson, J.S. y Hodler, T.W. (2009). *Cartography: thematic map design*. (6ª Ed). Mc Graw Higher Education. Nueva York. 336 pp.
- Duncan, O. D. y Duncan, B. (1955). Residential distribution and occupational stratification. *American Journal of Sociology*, 60.
- Echazarra, A. (2010). Segregación residencial de los extranjeros en el área metropolitana de Madrid. Un análisis cuantitativo. *Revista Internacional de Sociología (RIS)*, 68. 165–197. <http://doi.org/10.3989/ris.2008.11.12>
- Escolano-Utrilla, S. (2007). La Medida de la Segregación Residencial Urbana: Análisis Multiescala Mediante Índices de Lagunaridad. *Hispania*, 80(2), 328. <http://doi.org/10.2307/345921>
- Escolano-Utrilla, S., López-Escolano, C. y Pueyo-Campos, Á. (2018). Urbanismo neoliberal y fragmentación urbana: el caso de Zaragoza (España) en los primeros quince años del siglo XXI. *Eure*, 44(132), 185-212.
- Harley, J. P. (1989). Deconstructing the map. *Cartographica*, 26(2), 1–20. <http://doi.org/10.3138/E635-7827-1757-9T53>
- Jacobs, J. (1961). *Muerte y vida de las grandes ciudades*. Madrid: Capitán Swing.
- Knox, P. y Pinch, S. (2014). *Urban social geography: an introduction*. Routledge.
- Kratochvíl, O., Postigo, R., Pueyo, A., López, C., Alonso M. P. y Zúñiga, M. (2016). El análisis de la vulnerabilidad sociodemográfica en áreas urbanas mediante indicadores multiescalares y herramientas cartográficas. En: VVAA. *Retos y tendencias de la Geografía Ibérica*. XV Coloquio Ibérico de Geografía. AGE. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Murcia. Murcia. Pp. 1177-1188.
- Kraak, M. J. y Ormeling, F. (2013). *Cartography. Visualization of Geospatial Data*. Routledge. London. 216 pp.
- Linares, S. (2010). Dificultades metodológicas al medir la segregación: el problema del tablero de ajedrez y de la unidad espacial modificable. *Geografía y Sistemas de Información Geográfica (GeoSIG) (GESIG-UNLU, Luján)*, Año 4, N° 4, Sección II, 10-22. <http://www.gesig-proeg.com.ar/geosig-1-2012.htm>
- Linares, S. (2012). Análisis y modelización de la segregación socioespacial en ciudades medias bonaerenses mediante Sistemas de Información Geográfica: Pergamino, Olavarría y Tandil (1991-2001). *Revista Geográfica de Valparaíso*, 45, 3–22. Recuperado de: http://www.rgv.ucv.cl/Articulo_1.pdf
- Martínez-Martín, J. A. (2005). *Monitoring intra-urban inequalities with GIS-based indicators. With a Case Study in Rosario*. ITC Dissertation Series, 127. Argentina. 263 pp. Recuperado de: <https://dspace.library.uu.nl/handle/1874/7346>
- Martori, J. C. y Hoberg, K. (2004). Indicadores cuantitativos de segregación residencial. El caso de la población inmigrante en Barcelona. *Scripta Nova: revista electrónica de geografía y ciencias sociales*, 8(1). Recuperado de: <https://raco.cat/index.php/ScriptaNova/article/view/55641>
- Martori, J. C., Hoberg, K., y Surinach, J. (2006). Población inmigrante y espacio urbano. Indicadores de segregación y pautas de localización. *Eure*, 32(97), 49–62. <http://doi.org/10.4067/S0250-71612006000300004>
- Martori, J. y Apparicio, P. (2011). Changes in spatial patterns of the immigrant population of a southern European metropolis: the case of the Barcelona metropolitan area (2001-2008). *Tijdschrift Voor Economische en Sociale Geografie*, 102(5), 562–581. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1467-9663.2011.00658.x>

- Massey, D. S., y Denton, N. (1988). The Dimensions of Residential Segregation. *Social Forces*, 67(2), 281–315. <http://doi.org/10.1093/sf/67.2.281>
- Moroni, S. (2016). Urban density after Jane Jacobs: the crucial role of diversity and emergence. *City, Territory and Architecture*, 3, 1–8. Ed. Springer. <http://doi.org/10.1186/s40410-016-0041-1>
- Muehlenhaus, I. (2013). The design and composition of persuasive maps. *Cartography and Geographic Information Science*, 40(5), 401–414. <http://doi.org/10.1080/15230406.2013.783450>
- Nieves-Ayala, L. E. (2012). Índice de entropía, disimilitud y centralización: Un abordaje a la segregación residencial por nivel socioeconómico en las áreas metropolitanas de Puerto Rico: 2000. *CIDE Digital. Centro Investigación Demográfica*. Puerto Rico, 3 (1-2), p. 65-92. Recuperado de: http://soph.md.rcm.upr.edu/demo/images/CIDEdigital/vo3no1-2/CIDEvo3no1_2-Loyda%20Nieves%20Ayala.pdf
- Ocaña, C. (2005). Microanálisis sociodemográfico de espacios urbanos. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, (40). Recuperado de: <https://bage.age-geografia.es/ojs/index.php/bage/article/view/2007>
- Oka, M. y Wong, D. W. S. (2015). Spatializing Segregation Measures: An Approach To Better Depict Social Relationships. *Ciyscape*, 17, 97-113. Recuperado de: <http://hub.hku.hk/handle/10722/212065>
- Palacios, A. J. y Vidal, M. J. (2014). La distribución intraurbana de los inmigrantes en las ciudades españolas: un análisis de casos con SIG y técnicas. *Cuadernos Geográficos*, 53(1), 98-121. Recuperado de: <http://revistaseug.ugr.es/index.php/cuadgeo/article/view/1335/2440>
- Postigo Vidal, R. (2017): *Indicadores geodemográficos y herramientas cartográficas para la planificación estratégica urbana*. Tesis doctoral. Zaragoza: Universidad de Zaragoza. Disponible en: <https://zaguan.unizar.es/record/125886/files/TESIS-2023-089.pdf>
- Postigo, R., Alonso, M. P. y Pueyo, Á. (2020). La cartografía temática: una herramienta para la espacialización de los indicadores geodemográficos en la planificación estratégica urbana. En: Salom, J. (coord.). *Las áreas metropolitanas españolas entre la competitividad y la sostenibilidad. Nuevas herramientas para una política urbana en el contexto global*. Págs. 35-61. Editorial Tirant lo Blanch. Col Humanidades, Valencia.
- Pueyo Campos, Á., Postigo Vidal, R., Arranz López, A., Zúñiga Antón, M., Sebastián López, M., Alonso Logroño, M. P. y López Escolano, C. (2016). La Cartografía Temática: una herramienta para la gobernanza de las ciudades. Aportaciones de la semiología gráfica clásica en el contexto de los nuevos paradigmas geográficos. *Revista de Estudios Andaluces*, 33 (1), 84-110. <http://dx.doi.org/10.12795/rea.2016.i33>
- Rueda, S. (2012). *Libro verde de sostenibilidad urbana y local en la era de la información*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Madrid, 697 pp. Recuperado de: http://www.mapama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/medio-ambiente-urbano/libro_verde_final_15.01.2013_tcm7-247905.pdf
- Sassen, S. (2000). *Cities in a world economy* (1ª ed.). Thousand Oaks, California. Pine Forge Press.
- Schnell, I., Diab, A. A. B., y Benenson, I. (2015). A global index for measuring socio-spatial segregation versus integration. *Applied Geography*, 58, 179–188. <http://doi.org/10.1016/j.apgeog.2015.01.008>
- Soja, E. (2000). *Postmetropolis. Critical Studies of cities and regions*. Oxford: Blackwell.
- Solanas Jiménez, J., Pueyo Campos, A., Postigo Vidal, R. y Zúñiga Antón, M. (2012). Programación de herramientas de geoprosesamiento en Python: implementación de la variable visual tamaño en ArcGIS. En: Martínez Vega, J. y Martín Isabel, P. (eds.) *Tecnologías de la Información Geográfica en el contexto de Cambio Global*. XV Congreso Nacional de Tecnologías de la Información Geográfica, Madrid, IEGD, CCHS (CSIC), 678 pp. Disponible en: <https://digital.csic.es/handle/10261/85459>
- Tyner, J. A. (2010). *Principles of Map Design*. (1ª Ed.). Nueva York. The Guilford Press. 259 pp.
- Turan, H. C. (1975). *A practical guide to statistical maps and diagrams*. London: Heinemann. 60 pp.
- Van Beurden, A. y Douven, W. (1999). Aggregation issues of spatial information in environmental research. *International Journal of Geographic Information Science*, 13 (2), pp. 513–527.

- White, K., y Borrell, L. N. (2011). Racial/ethnic residential segregation: framing the context of health risk and health disparities. *Health y Place*, 17(2), 438–448. <http://doi.org/10.1016/j.healthplace.2010.12.002>
- Wong, D. W. S. (1996). Enhancing segregation studies using GIS. *Computers, Environment And Urban Systems*, 20(2), 99–109. [http://dx.doi.org/10.1016/s0198-9715\(96\)00003-8](http://dx.doi.org/10.1016/s0198-9715(96)00003-8)
- Zúñiga Antón, M. (2009). *Propuesta cartográfica para la representación y análisis de la variable población mediante Sistemas de Información Geográfica: el caso español* (Tesis Doctoral, Universidad de Zaragoza). Recuperado de: <https://zaguan.unizar.es/record/4149>