

# Concentración y asociación espacial del poblamiento: una aplicación a Cataluña en el siglo XX

ALBERT ESTEVE PALÓS\*

Este artículo propone y discute la implementación de una estrategia de análisis para caracterizar el grado de concentración y asociación espacial del poblamiento, basada en un indicador de concentración diseñado al uso y en los estadísticos de asociación espacial Moran I y  $G_i^*$ . La viabilidad de esta estrategia es examinada para el ámbito de Cataluña en el siglo XX. Los datos proceden del Nomenclátor del Censo de Población, siendo la entidad de población la unidad espacial de análisis. El trabajo se divide en cuatro apartados. En el primer apartado justifico la necesidad de encontrar medidas y unidades de referencia apropiadas para medir la concentración del poblamiento. En el segundo apartado, de carácter metodológico, presento el Indicador de Concentración, los estadísticos de asociación espacial y los datos del Nomenclátor. En el tercer apartado muestro los resultados de la aplicación de la metodología propuesta al caso de Cataluña. En el cuarto y último apartado presento y discuto las principales conclusiones de la investigación.

\* Albert Esteve Palós. Centre d'Estudis Demogràfics. Universitat Autònoma de Barcelona  
aesteve@ced.uab.es

Esta investigación se enmarca en el proyecto "*Población y migraciones en Cataluña. Estudio territorial, histórico y prospectivo*" Dirección General de Investigación, Programa de Promoción General del Conocimiento, BSO2000-0477.

## CONCENTRACIÓN, DENSIDAD Y UNIDADES ESPACIALES DE ANÁLISIS

La Geografía de la Población se interesa por la relación entre los seres humanos y el espacio. El poblamiento, que es fruto de esta relación, no sólo designa las modalidades según las cuales un territorio recibe su población, sino también los resultados de este proceso en cuanto al reparto geográfico resultante (Pressat, 1987), medido normalmente según criterios de densidad y distribución (Cabré, 1991). El análisis del poblamiento ha sido abordado desde distintas perspectivas —funcional, económica, ecológica, morfológica— que, a su vez, emplean sendos criterios para abordar su clasificación.

Sin duda alguna, la más exitosa de las clasificaciones del poblamiento, aunque también la más controvertida, es la que lo distingue por su carácter urbano o rural, distinción basada principalmente en los criterios de tamaño y densidad poblacional. La creciente complejidad del poblamiento y las nuevas formas de urbanización obligan, sin embargo, a tener en cuenta otros criterios en su definición, tales como la superficie urbanizada, el status político, la proporción de población empleada en actividades no agrícolas, la presencia de servicios o actividades específicas (Hugo, Champion y Lattes, 2003). La dinámica territorial de la población, asociada a la extensión de los asentamientos urbanos, ha debilitado la tradicional correlación entre tamaño, densidad media y densidad intra-área, vaciando de significado las tipologías clásicas del poblamiento. Ante esta pérdida de relevancia, cualquier intento de caracterización del poblamiento no puede apoyarse en una sola dimensión, sino que ha de tener en cuenta, como mínimo, estas tres dimensiones: i) el tamaño del asentamiento, de las áreas metropolitanas a los lugares; ii) la concentración o la densidad de población, de poblamiento concentrado a disperso; iii) la accesibilidad o el grado de aislamiento (Coombes y Raybould, 2001).

El tamaño y la densidad de población son dimensiones intrínsecas a la perspectiva morfológica. El tamaño de población se utiliza en la clasificación de los asentamientos humanos por ser de fácil aplicación y porque suele correlacionarse con otras variables. Las estadísticas de población, y en particular los censos, constituyen un buen ejemplo para ilustrar la gran utilización de este criterio, pero también para evidenciar, cuando comparamos entre países, la falta de uniformidad en la designación de los umbrales (Pumain, 1990). El uso combinado de tamaño y densidad, una vez clasificados los asentamientos en función del primer criterio, distingue para cada ámbito – urbano o rural – los distintos tipos.

El artículo se centra exclusivamente en el análisis de la concentración del poblamiento, comúnmente expresada en términos de densidad o, lo que es lo mismo, como el promedio de habitantes por unidad de área. En concreto, trataré, primero, el problema de la densidad como método y, segundo, el problema de las unidades de referencia para caracterizar los distintos tipos de poblamiento en función de su grado de concentración y dispersión. Problemas, ambos, que han despertado, históricamente, el interés de la Geografía (Terán, 1951).

La densidad de población, como indicador de concentración, goza de una amplia aceptación en el conjunto de las ciencias sociales, cuyo éxito radica en su intuitiva y directa interpretación y su fácil cálculo, cualidades todas ellas exigibles a un buen indicador. Pero la densidad como medida de concentración presenta algunos inconvenientes que quisiera reseñar a continuación. Inconvenientes algunos inherentes al método de cálculo y otros a las unidades de referencia.

La densidad que se obtiene de dos unidades territoriales de igual población y superficie es la misma, independientemente de como se distribuya la población. La densidad no informa de la dispersión de la población de la unidad de referencia y, consecuentemente, la interpretación no puede realizarse en este sentido. Sin modificar el procedimiento de cómputo, la densidad puede ganar en precisión, entendida ésta como la distancia que separa lo medido y lo que se pretende medir, si se modifica el numerador – la población de referencia – o el denominador – el área de referencia. Por ejemplo, la exclusión del área de referencia de la superficie no residencial – zonas industriales, áreas de servicio, parques, bosques, cultivos, entre otras – proporciona una medida más rigurosa. Pero la distorsión creada por las áreas de referencia no queda satisfactoriamente solucionada con la simple exclusión de las superficies no urbanizadas.

La interferencia de las unidades espaciales en el indicador densidad, pero también en toda medida basada en éstas, es una preocupación recurrente de la Geografía. El problema de las unidades de referencia incluye dos partes, el problema de la escala, relacionado con la agregación de unidades pequeñas en unidades mayores, y el problema de las unidades alternativas, es decir, de cómo los resultados pueden variar si se modifican las fronteras zonales (Openshaw y Taylor, 1979). No todas las unidades son aptas para medir los mismos fenómenos, razón por la cual un principio básico del análisis geográfico es emplear unidades de análisis coherentes con el objeto de estudio. Por ejemplo, no sería apropiado observar la distribución del voto en España utilizando áreas definidas según un criterio

pluviométrico, a no ser que se demostrara o quisiera demostrarse la existencia de algún tipo de relación entre ambas variables. Los criterios de clasificación deben ser aplicados sobre las unidades que presentan una mayor consistencia con aquello que se quiere aproximar. Sin embargo, no siempre se dispone de los datos a la escala deseada, lo que nos obliga a reflexionar en torno a cómo la estructura territorial de la información puede condicionar nuestros hallazgos.

En esta investigación utilizo datos inframunicipales agrupados por municipios para tratar la concentración del poblamiento. Y la pregunta es: ¿son los municipios unidades espaciales apropiadas para explorar la distribución territorial de la población? Y la respuesta es: el análisis del poblamiento a partir de los municipios está parcialmente afectado por las disfuncionalidades existentes entre la estructura territorial de la población y la estructura territorial de las unidades administrativas (Rueda, Camarasa y Mateu, 1987). Las medidas de urbanización basadas en unidades político-administrativas resultan inapropiadas para investigar aspectos relacionados con las pautas de asentamiento y otros aspectos ecológicos que se plantean en la mayoría de estudios comparativos recientes. A guisa de ejemplo, existen municipios con múltiples asentamientos, claramente diferenciados entre sí, y asentamientos que pertenecen a múltiples municipios. En el primer caso, el municipio ofrece una imagen agrupada del poblamiento cuando en realidad éste está fragmentado. Y en el segundo, el municipio ofrece una imagen fragmentada del poblamiento cuando en realidad éste está agrupado. En este caso, el agregado de población, con independencia de cómo sea su encaje con las unidades administrativas, es la unidad de análisis más apropiada para explorar el poblamiento.

A pesar de las manifiestas disfuncionalidades entre la estructura del poblamiento y la estructura político-administrativa, la mayoría de los datos en ciencias sociales, y los datos censales son un ejemplo, están georeferenciados en base a las áreas establecidas según la división político-administrativa vigente en el territorio. División que goza de cierta continuidad en el tiempo y que garantiza, como mínimo, la consistencia temporal necesaria para realizar estudios en perspectiva histórica. Por lo contrario, las unidades establecidas en función de un criterio estadístico, pongamos por ejemplo el tamaño de población, pese a ser comparables entre sí, no suelen ser tan duraderas en el tiempo, puesto que la variable que las define, en este caso la población, también tiene un comportamiento variable en el tiempo. Con todo, no es de extrañar que uno de los mayores quebraderos de cabeza para cualquier proyecto que se preste a crear una base armonizada con

datos históricos radica, precisamente, en la implementación de un marco geográfico coherente en el tiempo y el espacio, que permita procesar la información a distintas escalas y referencias temporales.

Los institutos de estadística se esfuerzan en incorporar nuevas unidades geográficas a su repertorio para dar salida a las distintas formas del poblamiento, especialmente en aquellos casos en los que los agregados de población rebasan las fronteras administrativas, formando, por ejemplo, lo que conocemos como áreas metropolitanas. En cambio, cuando se trata de la presencia de más de un agregado de población dentro de los límites de una misma unidad administrativa, los institutos de estadística no informan con la misma eficiencia. En algunos países, entre ellos España, existen, sin embargo, fuentes estadísticas, normalmente vinculadas al Censo, que utilizan el agregado o entidad de población como unidad básica de información. En el caso español, la fuente encargada de suministrar esta información es el Nomenclátor del Censo de Población, que desde 1857 ha venido informando de la distribución de la población por entidades. La entidad de población, entendida como aquel grupo de viviendas claramente diferenciado del resto, es la unidad geográfica más adecuada para abordar el estudio de la distribución territorial de la población (Esteve, 2003).

Actualmente, gracias a las fotografías e imágenes satélites, disponemos de cartografía precisa de los agregados de población, pero afortunadamente los satélites todavía no informan del volumen de población y sus características. Esta limitación erige al Censo de Población como la fuente de datos más valiosa para analizar la distribución territorial de la población, aunque el marco geográfico de referencia de los datos no sea el más apropiado en todos los casos.

## CONCENTRACIÓN Y ASOCIACIÓN ESPACIAL DEL POBLAMIENTO: MEDIDAS, MÉTODOS Y DATOS

### *El Indicador de Concentración (IC) del poblamiento*

La necesidad de encontrar una medida que aproximara satisfactoriamente el grado de concentración del poblamiento, superando las limitaciones relacionadas con la densidad, añadida a la oportunidad que ofrece el Nomenclátor para abordar el poblamiento a una escala distinta, la de los agregados de población, ha desencadenado la búsqueda de una nueva fórmula, cuyos objetivos son:

- Proporcionar una medida continua del grado de concentración que capture de forma precisa las variaciones en el poblamiento y sea operable numéricamente;
- Ofrecer una medida relativa del grado de concentración, independiente del tamaño de población.
- Ser una medida acotada entre dos valores, de máxima dispersión a máxima concentración.

El resultado de esta búsqueda ha cuajado en el indicador que se presenta a continuación, bautizado con el nombre de Indicador de Concentración, a partir de este punto identificado con las siglas IC:

$$IC = \frac{\sum_i (x_i^2)}{X^2} \quad [1]$$

Donde,  $x_i$  representa la población del asentamiento  $i$  y  $X$  representa la población total del municipio.

Tal y como se desprende de la expresión matemática [1], IC es una medida basada en la relación que se establece entre los asentamientos o entidades de población dentro de una misma unidad de referencia. El tamaño de los asentamientos es medido según el volumen de habitantes, aunque podrían utilizarse otras variables. IC se obtiene del sumatorio de los cuadrados de la población de cada asentamiento dividido por la población total de la unidad de referencia al cuadrado. El cálculo de IC exige conocer el número de asentamientos y su población. No es preciso, sin embargo, saber la superficie que ocupan estos asentamientos dentro del área de referencia.

IC satisface los requisitos exigidos. En primer lugar, se trata de una medida continua, puesto que resulta de la combinación matemática de distintos valores. En segundo lugar, se trata de una medida relativa, puesto que el valor del numerador es estandarizado al ser dividido por el cuadrado de la población total. El siguiente ejemplo es útil para ilustrar este aspecto: supongamos una unidad con un solo asentamiento donde, consecuentemente, su población total equivale a la de su único asentamiento ( $x_i = X$ ). Dada la condición anterior, IC siempre será igual a 1, con independencia de la cantidad población que resida en este único asentamiento. A su vez, este mismo ejemplo sirve para ilustrar el tercero de los requisitos: que sea una medida acotada entre dos valores. Como el sumatorio de la población de los asentamientos de un municipio no puede superar la población total

del mismo, IC nunca alcanzará valores superiores a 1, valor que indica la máxima concentración, y que se corresponde con aquel caso en que toda la población reside en una sola entidad. En cambio, el límite inferior tenderá a aproximarse a 0 en el caso hipotético en que cada asentamiento esté formado por un individuo. El valor mínimo resulta de la expresión  $x/x^2$  o, lo que es lo mismo,  $1/x$ . Este valor varía para cada unidad de referencia en función del total de habitantes. A mayor población, el límite inferior de IC tenderá más a 0, aunque es poco probable encontrar unidades muy pobladas cuya población resida absolutamente dispersa.

En interés de la representación gráfica y cartográfica de IC propongo una tipología en cinco tipos, basada en intervalos de igual recorrido. Estos tipos son: (i) Disperso 0.00 – 0.19; (ii) Disperso intermedio 0.20 – 0.39; (iii) Mixto 0.40 – 0.59; (iv) Concentrado intermedio 0.60 – 0.79; (v) Concentrado 0.80 – 1.0.

En resumen, IC es una medida de concentración que (i) no utiliza la superficie para ser calculada; (ii) distingue entre poblamiento concentrado y disperso; y (iii) puede ser utilizado en combinación con otros indicadores. Aunque en esta investigación IC está circunscrito al análisis de una temática y un ámbito específicos – la concentración del poblamiento en Cataluña – su aplicabilidad es exportable a otros contextos.

### *La asociación espacial del poblamiento*

El análisis espacial se define como aquel conjunto de técnicas utilizadas para explorar y analizar datos espaciales, que añaden valor a la información conocida y permiten comprobar modelos. El hecho de disponer de datos georeferenciados no siempre va acompañado de un estudio de las relaciones espaciales que existen entre ellos. Las técnicas de análisis espacial ayudan a hacer evidentes asociaciones en el espacio que no son inmediatamente obvias. La estadística espacial no trata las unidades de análisis como entes aislados sino como piezas de una estructura territorial en la que se establecen relaciones de vecindad. Las relaciones de vecindad pueden establecerse en función de varios criterios. La elección del criterio no es una cuestión irrelevante en este tipo de análisis, puesto que en base a la decisión que se tome los resultados variarán. La mayoría de trabajos parten de dos aproximaciones distintas para establecer quién es vecino de quién: la contigüidad o la distancia. En su versión más simple, la vecindad por contigüidad considera como unidades vecinas a las unidades adyacentes a la unidad de referencia. En cambio, la vecindad basada en la distancia considera unidades vecinas a

aquellas unidades que están a una determinada distancia del centroide de la unidad de referencia. En el contexto específico de este trabajo, utilizo la distancia para establecer las relaciones de vecindad.

La estadística espacial dispone de un conjunto de técnicas, conocidas como *tests* de hipótesis, para explorar y confirmar la existencia de asociación espacial. Los *tests* de hipótesis tienen como objetivo comparar las pautas territoriales observadas con las pautas esperadas a partir de procesos bien definidos. Cuando las diferencias entre las distribuciones observada y esperada no son significativas, podemos afirmar que existe cierta correspondencia entre los procesos que las han generado. La aplicación más habitual en este tipo de análisis se conoce en inglés como *point pattern analysis*. Cada punto en el espacio está definido por dos coordenadas que lo localizan ( $x$ ,  $y$ ) y un valor asociado ( $z$ ). La misión más común de los *tests* de hipótesis consiste en aceptar o rechazar la distribución aleatoria o independencia espacial de los valores  $z$  entre los puntos observados. Cuando la distribución de  $z$  no es aleatoria y, por tanto, no es independiente de su localización, entonces se confirma la existencia de asociación espacial, que puede ser positiva o negativa. La asociación espacial positiva se observa cuando localizaciones cercanas a la localización de referencia presentan valores de  $z$  más parecidos a ésta de los que deberían observarse si  $z$  estuviera distribuida aleatoriamente. Por el contrario, la asociación espacial negativa se observa cuando localizaciones cercanas a la localización de referencia presentan valores de  $z$  más distantes a ésta de los que deberían observarse si  $z$  estuviera distribuida aleatoriamente. Aquellas localizaciones con valores  $z$  similares a sus vecinos forman *clusters*. En cambio, aquellas localizaciones cuyos valores  $z$  contrastan en exceso con sus vecinos constituyen los *spatial outliers*.

Los estadísticos de asociación espacial informan del grado y tipo de asociación espacial de una variable  $z$  para el conjunto de localizaciones, indicador global, o para cada una de las localizaciones, indicador local. Existen indicadores que ofrecen una medida global y local del grado de asociación. Estos indicadores se conocen como LISA, acrónimo de *Local Indicators of Spatial Association* (Anselin, 1995). Los indicadores que no tienen asociada una medida global no son considerados LISA.

La estrategia de análisis propuesta en este trabajo para explorar la asociación espacial del poblamiento está basada en el uso combinado de dos indicadores: un indicador global, Global Moran, y un indicador local,  $G_i^*$ , no relacionado con el primero. Ambos estadísticos participan de una visión discreta del espacio y utilizan la distancia y no la contigüidad para establecer las relaciones de vecindad.



El Global Moran es uno de los estadísticos más utilizados para medir el grado de asociación espacial de una variable. Este indicador proporciona una cifra de 0 a 1, de mínima a máxima asociación espacial, cuyo valor estandarizado según una distribución normal es utilizado para aceptar o rechazar la hipótesis nula que subyace en este tipo de indicadores: la independencia espacial de la variable  $z$ . Aunque existen otras alternativas para estimar la probabilidad que la distribución aleatoria sea o no sea aleatoria (Leung, Mei, Zhang, 2003), en este trabajo utilizaré exclusivamente la aproximación normal.

El siguiente ejemplo sirve para ilustrar el funcionamiento de este indicador. Supongamos un territorio con mil unidades espaciales distribuidas de forma homogénea, como si de una gran tabla de ajedrez se tratara. A continuación repartimos entre estas localizaciones la variable  $z$  al azar, que puede tomar los valores 0 o 1, con la condición que el número de unidades donde  $z = 0$  sea el mismo que el de unidades donde  $z = 1$ , es decir, debe haber 500 unidades de cada tipo. Para cada una de las distribuciones generadas al azar según las reglas establecidas podemos calcular una medida global de asociación espacial y una probabilidad de ocurrencia asociada. La probabilidad de obtener en un experimento como éste una distribución en la que todas las unidades de la mitad norte tomen valores igual a 0 y las de la mitad sur igual a 1 es extremadamente remota. En este caso tendríamos una distribución con un elevado grado de asociación espacial global y una muy baja probabilidad de que esta distribución haya sido generada aleatoriamente, lo que nos obligaría a preguntarnos qué otros factores pueden haber intervenido en la distribución territorial de la variable analizada.

El indicador local  $G_i^*$  (Getis y Ord, 1992 y Ord y Getis, 1995) no permite identificar asociación espacial positiva/negativa en el sentido expuesto anteriormente, pero es un excelente estadístico para explorar las pautas territoriales dominantes. Se trata de un indicador basado en el grado de covarianza de todas las observaciones dentro de una distancia crítica establecida alrededor de cada localización. A diferencia de otros indicadores, como el Local Moran o Geary's,  $G_i^*$  no contrasta directamente el valor  $z$  de la localización de referencia con los valores  $z$  de las localizaciones vecinas, razón por la cual no distingue entre asociación espacial positiva o negativa. Sin embargo, este indicador informa de la presencia de valores parecidos o no en torno a la localización de referencia con una ventaja añadida, no compartida por ninguno de los estadísticos citados anteriormente: los valores negativos de  $G_i^*$  indican concentración espacial de valores bajos y los

valores positivos de  $G_i^*$  indican concentración espacial de valores altos. Con todo, el uso de  $G_i^*$  resulta más propicio para establecer el ámbito de influencia del poblamiento disperso – valores bajos de IC – y del poblamiento concentrado – valores altos de IC.

En resumen, a partir del uso combinado de ambos indicadores mediré el grado de asociación espacial de la concentración de poblamiento y la probabilidad de que la distribución observada haya sido generada aleatoriamente.

### *El Nomenclátor del Censo de Población*

Los datos utilizados en esta investigación proceden del Nomenclátor del Censo de Población. El Nomenclátor es una fuente asociada al Censo de Población desde sus inicios en 1857. El Nomenclátor nace como documento de apoyo al Censo y con el cometido específico de inventariar a escala municipal los agregados o entidades de población, para las que además proporciona información relativa al volumen de población, edificios, y otras características. Desafortunadamente, el Nomenclátor no informa de la localización de las entidades dentro del municipio. Para asignar las coordenadas a cada entidad es preciso recurrir a la cartografía y/o al trabajo de campo, aunque ninguno de los métodos por separado ni su utilización combinada son suficientes para identificar a todas las entidades, especialmente las de los nomenclátors históricos. De los nomenclátors utilizados en este trabajo, sólo para el Nomenclátor de 1960 existe un mapa de distribución de la población por entidades, fruto de un gran esfuerzo colectivo cuyos resultados fueron publicados en el *Atlas sòcio-econòmic de Catalunya* (Vidal Bendito, 1980).

Los datos del Nomenclátor para Cataluña han sido recuperados en formato digital por el *Centre d'Estudis Demogràfics*<sup>1</sup> y posteriormente analizados y explotados en la tesis doctoral de A. Esteve (2003), a la que me remito para cualquier información más detallada sobre las características formales de la fuente.

Como cualquier otra fuente que ser perpetúa en el tiempo, el Nomenclátor tiene problemas de comparabilidad que afectan directamente a su consistencia temporal. Cambios metodológicos en la definición de entidad,

1. Información adicional sobre el Nomenclátor del Censo Población en Cataluña puede ser consultada *on-line* en la siguiente dirección: <http://www.ced.uab.es/catalonia/nomenclator.htm>

supresión y creación de variables, y variaciones en el mapa municipal, dificultan el análisis de las transformaciones en perspectiva histórica. En esta investigación, no he considerado ni los nomenclátos anteriores a 1900 ni el del año 1940 puesto que sus definiciones de entidad no son exactamente compatibles con las del resto de nomenclátos.

La definición de entidad compartida por los nomenclátos finalmente considerados, todos ellos publicados entre 1900 y 1998, es lo suficientemente generosa como para proporcionar una aceptable radiografía de la configuración del poblamiento a escala municipal. Teóricamente, cualquier agrupación de 10 o más edificios claramente diferenciada del resto aparece registrada por la fuente. Los datos de población hacen referencia a la situación de hecho con la única excepción del Nomenclátor de 1998 para el que sólo se reporta la población según su situación de derecho. Los datos han sido integrados territorialmente según la división municipal de 1991, solventando así el problema de la discontinuidad municipal en el tiempo. Ésta es, sin duda, una solución imperfecta, que no empaña, sin embargo, la validez de los resultados que aquí se presentan.

Los asentamientos más pequeños son más sensibles ante los cambios metodológicos y los problemas de subregistro que presenta la fuente (Esteve, 2003). Pese a que éste es un aspecto importante a tener en cuenta, a efectos del cálculo de IC, la variabilidad observada en el número de entidades no empaña en exceso la capacidad descriptiva de este indicador, porque normalmente afecta a entidades con un peso reducido en el conjunto del municipio. A menudo, la desaparición de entidades va acompañada de un aumento de la población dispersa, que hasta 1950 se conoce para el conjunto del municipio y a partir de este año para cada una de las entidades. Pero en ningún caso el Nomenclátor informa de cómo se distribuye la población dispersa, razón por la cual es preciso realizar una suposición: que la población dispersa se agrupa en término medio en asentamientos de 10 habitantes.

## LA CONCENTRACIÓN Y ASOCIACIÓN ESPACIAL DEL POBLAMIENTO EN CATALUÑA, 1900 – 1998

### *La concentración del poblamiento*

En el transcurso del siglo XX la población de Cataluña ha crecido en algo más de 4 millones de habitantes respecto a los aproximadamente 2 millones que tenía en 1900. Este importante incremento de población se ha traducido

en un aumento de la población urbana y una mayor concentración en el espacio. Los geógrafos y geógrafas han analizado extensamente estos cambios ( Iglésies, 1961; Recolons, 1974; Carreas y Margalef, 1977; Busquets, 1977; Miralles y otros, 1982; Cabré y Pujadas, 1984; Camps 1990; Pujadas y Mendizábal, 1991; Vidal Bendito, 1991; Mendizábal, 1994; Vilagrasa, 2000), pero pocos han utilizado la entidad de población como unidad espacial de análisis (Vidal Bendito, 1980). En cambio, esta investigación abre una nueva vía de exploración de susodichas transformaciones: la de la dinámica interna de los municipios.

CUADRO 1. INDICADOR DE CONCENTRACIÓN GLOBAL DEL POBLAMIENTO, CATALUÑA 1900 – 1998

Año	Indicador de Concentración global
1900	0.548
1910	0.545
1920	0.543
1930	0.545
1950	0.578
1960	0.569
1970	0.608
1981	0.629
1986	0.647
1991	0.633
1998	0.635

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Nomenclátor

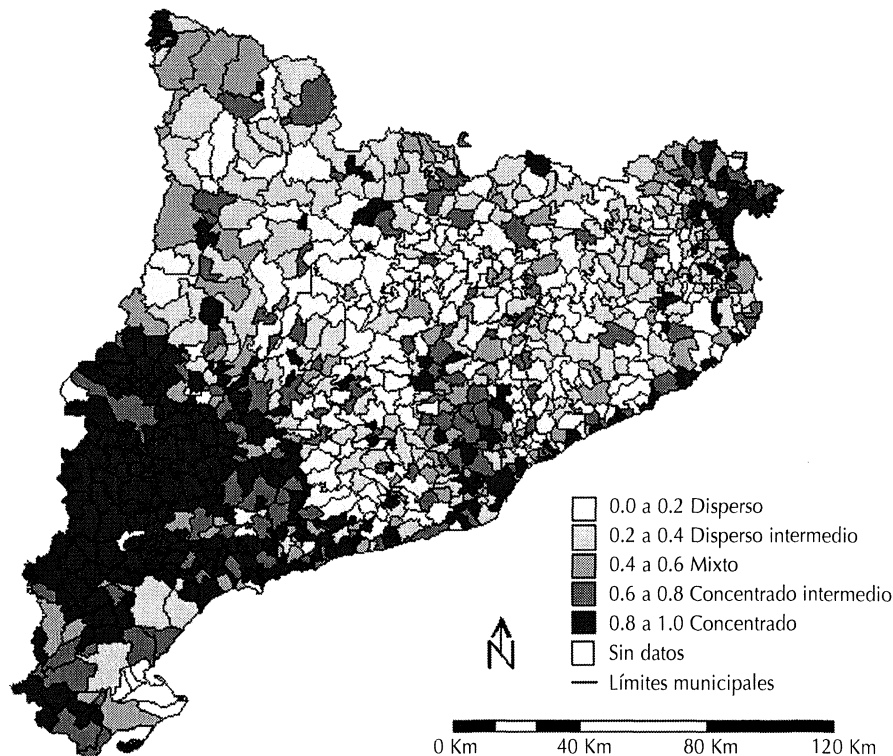
El Indicador de Concentración global, la media aritmética de todos los IC locales, ha sido calculado con los datos de todos los nomenclátors publicados entre 1900 y 1998, excepto el de 1940. Entre 1900 y 1998, IC Global crece de 0.54 a 0.63, lo que muestra una ligera concentración de la estructura tipo del municipio en Cataluña (Cuadro 1). La trayectoria de este proceso de concentración no es constante en el tiempo, sino que se produce básicamente entre 1930 y 1981. En 1991 IC Global cesa su progresión ascendente e incluso se retrae, aunque modestamente, respecto a 1981. Según la propuesta de clasificación presentada en el apartado segundo, el municipio tipo en Cataluña se sitúa en la franja alta del poblamiento de tipo mixto hasta 1960 y a partir de este año en la franja baja del concentrado-intermedio.

Para que se produzca un aumento de IC global es necesario que se concentre la población en el interior de los municipios. Al tratarse de un

indicador relativo, el aumento o decremento de la población en municipios con estructuras totalmente concentradas no influye en la evolución de IC global. La tendencia observada de IC global refleja, por tanto, una mayor concentración en municipios cuyos habitantes estaban distribuidos en más de un agregado.

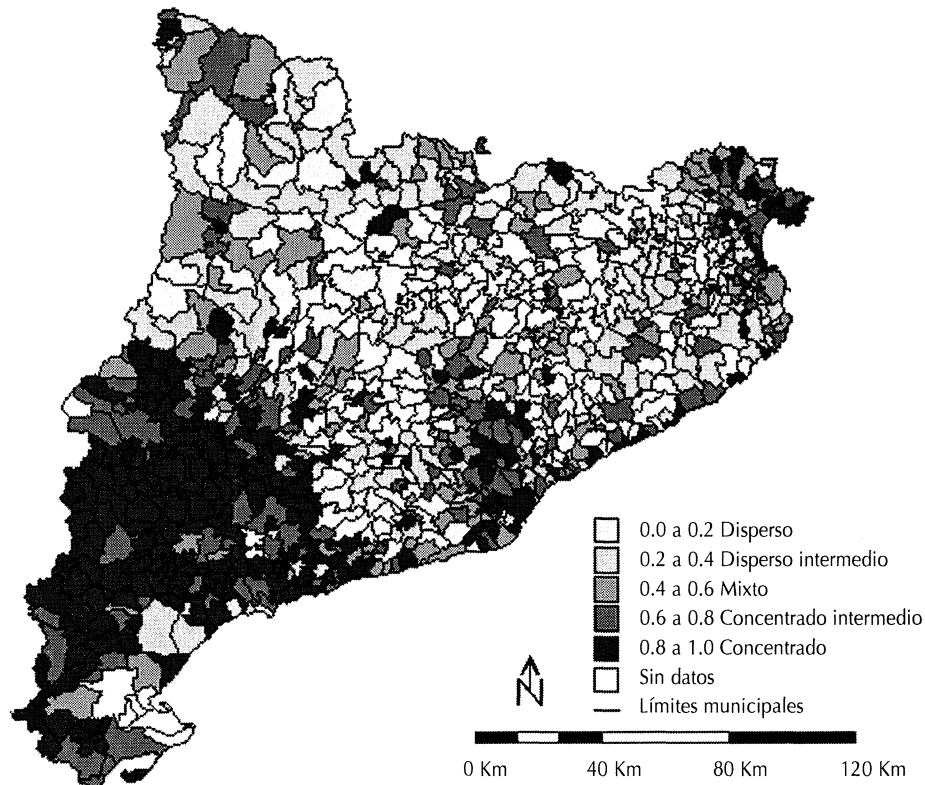
Los indicadores promedio ofrecen la posibilidad de trazar a grandes rasgos la evolución de una variable para el conjunto analizado, pero son poco o nada representativos del grado de dispersión de esta variable entre las unidades que lo componen. La representación cartográfica de IC a escala municipal proporciona, en cambio, los medios necesarios para examinar el grado de dispersión entre los municipios y, además, para conocer su distribución territorial. El análisis cartográfico se ha llevado a cabo exclusivamente para los años 1900, 1930, 1960 y 1998 (Figuras 1, 2, 3, 4). De la observación conjunta de los mapas presentados, es importante destacar dos aspectos: la heterogeneidad municipal en cuanto al grado de concentración y la asociación en el espacio de los distintos tipos.

FIGURA 1. INDICADOR DE CONCENTRACIÓN DEL POBLAMIENTO, CATALUÑA 1900



Fuente: Elaboración propia con los datos del Nomenclátor de 1900.

FIGURA 2. INDICADOR DE CONCENTRACIÓN DEL POBLAMIENTO, CATALUÑA 1930



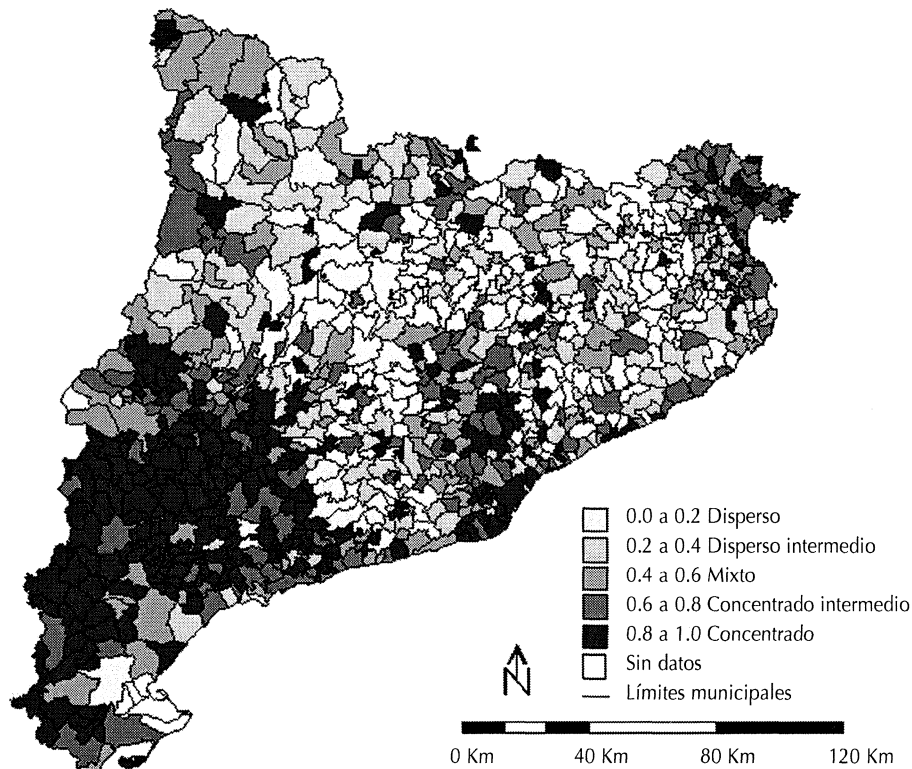
Fuente: Elaboración propia con los datos del Nomenclátor de 1930.

En Cataluña coexisten municipios con distinto grado de concentración cuya implementación en el espacio muestran unas pautas territoriales más o menos definidas. En la mitad norte de Cataluña, con la excepción del poblamiento concentrado del litoral, Barcelona y su región metropolitana, predomina el poblamiento de tipo disperso y disperso-intermedio. En cambio, en la mitad sur de Cataluña el poblamiento es básicamente concentrado. La distribución observada refleja a grandes trazos la geografía del poblamiento en Cataluña, descrita minuciosamente por geógrafos de la talla de Pau Vila (1936, 1938) o Vilà Valentí (1973).

La principal diferencia entre la situación de 1900 (Figura 1) y la de 1998 (Figura 4) viene dada por el incremento de municipios concentrados en la primera y segunda coronas metropolitanas de Barcelona, el litoral y el eje definido por los municipios de Manresa, Vic y Santa Coloma de Farners.

Este aumento afecta sobretudo al ámbito de influencia tradicional del poblamiento disperso y disperso-intermedio, mientras que el poblamiento concentrado de los municipios meridionales permanece intacto.

FIGURA 3. INDICADOR DE CONCENTRACIÓN DEL POBLAMIENTO, CATALUÑA 1960



Fuente: Elaboración propia con los datos del Nomenclátor de 1960.

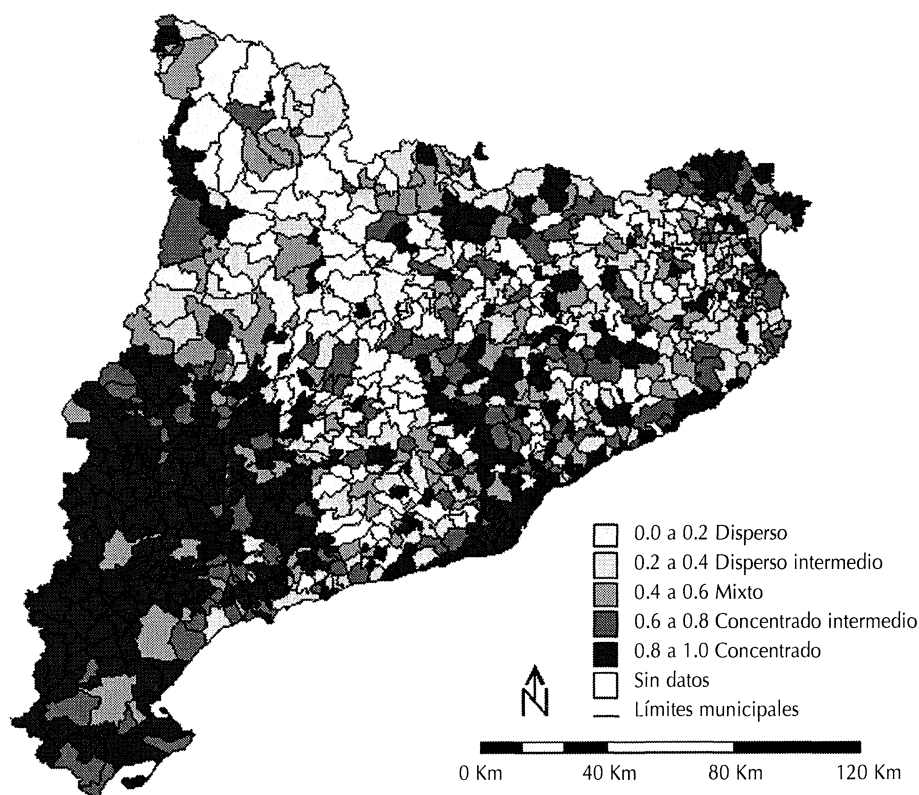
En resumen, el proceso de concentración de la población a escala regional, ampliamente tratado por la Geografía, tiene su equivalente a escala local, tal y como muestran los resultados hasta aquí presentados. En el transcurso del siglo XX, un mismo fenómeno, el de la concentración de la población, se habría producido simultáneamente a distintas escalas.

### *La asociación espacial del poblamiento*

La existencia de un poblamiento diferenciado en cuanto al grado de concentración de la población y su asociación en el espacio ha quedado demostrada gracias la representación cartográfica de IC. Sin embargo, la

estadística espacial nos brinda la oportunidad de constatar estadísticamente el grado de asociación espacial de IC y delimitar las áreas de influencia de los valores altos – poblamiento concentrado – y bajos – poblamiento disperso – de esta variable, añadiendo valor a la información conocida y superando así la fase descriptiva de los datos. En este sentido, los estadísticos que se utilizarán a continuación comparten el objetivo de explorar las relaciones que se dan entre las distintas unidades espaciales de análisis.

FIGURA 4. INDICADOR DE CONCENTRACIÓN DEL POBLAMIENTO, CATALUÑA 1998



Fuente: Elaboración propia con los datos del Nomenclátor de 1998.

El cuadro 2 informa del grado de asociación espacial global de IC mediante el indicador Global Moran<sup>2</sup>. En primer lugar, es mandatorio señalar que para todos los años el grado de asociación espacial de IC es

2. La distancia crítica para calcular todos los estadísticos espaciales es de 14.000 m, distancia que en el caso de Cataluña garantiza que cualquier municipio pueda compararse como mínimo con otro municipio.



holgadamente significativo, lo que implica que la probabilidad de que la distribución observada se haya producido por factores aleatorios es extraordinariamente remota, razón por la cual se descarta la hipótesis nula que postula la independencia espacial<sup>3</sup>. En segundo lugar, la asociación espacial global de IC se ha debilitado entre 1900 y 1998. Este debilitamiento obedece al acrecentamiento de la heterogeneidad en las áreas dominadas históricamente por un tipo de poblamiento. Pero en cualquier caso, la disminución de Global Moran no significa que el nivel de asociación espacial observado en 1998 haya dejado de ser significativo.

CUADRO 2. GLOBAL MORAN, CATALUÑA 1900–1998

Año	Global Moran I	Global Moran I (estandarizado)
1900	0.401	39.77
1910	0.410	40.57
1920	0.423	41.81
1930	0.423	42.18
1950	0.372	37.46
1960	0.360	36.19
1970	0.322	31.87
1981	0.294	29.77
1986	0.277	28.06
1991	0.260	26.43
1998	0.240	23.92

Fuente: Elaboración propia

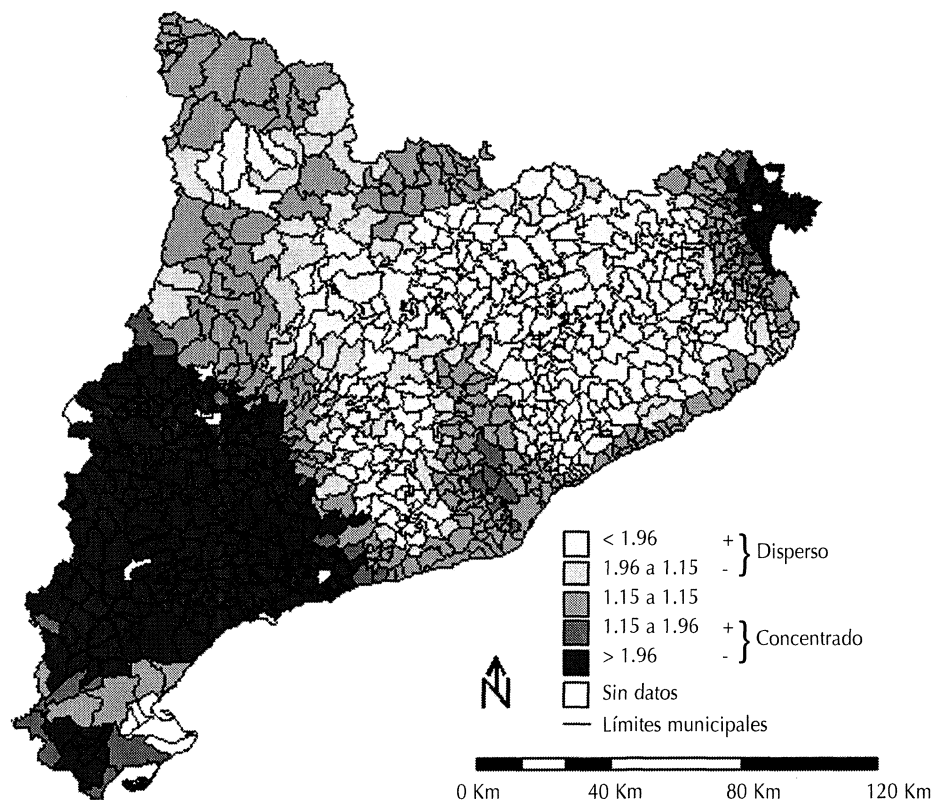
Conocido el nivel global de asociación espacial de IC, el siguiente paso consiste en analizar a escala municipal si un municipio  $x$  junto con sus municipios vecinos, designados según el criterio de la distancia, forman un *cluster* de valores más parecidos entre ellos de lo que deberíamos esperar de una distribución aleatoria, distinguiendo además entre *clusters* de valores altos, poblamiento concentrado, o de valores bajos, poblamiento disperso. Todo esto se consigue mediante el cálculo del indicador  $G_i^*$ , de cuya cartografía informan las figuras 5, 6, 7 y 8.

Las pautas espaciales y límites de los distintos ámbitos del poblamiento en cuanto a su nivel de concentración quedan mejor definidos con la representación cartográfica de  $G_i^*$ . Los valores positivos señalan la presencia de valores altos de IC, poblamiento concentrado, y los valores negativos

3. Los valores estandarizados superiores a 1,96 permiten para un nivel de confianza del 0.05 rechazar la hipótesis nula que postula la independencia espacial de la variable IC.

la presencia de valores bajos de IC, poblamiento disperso. Aquellos municipios con valores  $G_i^*$  entre  $-1,15$  y  $1,15$  no pueden asignarse de forma confiable a ninguno de los ámbitos, situación debida a dos posibles causas: i) municipios localizados en una área heterogénea en cuanto al grado de concentración del poblamiento de los municipios vecinos; ii) municipios de transición entre dos *clusters* de poblamiento diferenciado, en este caso, entre poblamiento concentrado y disperso.

FIGURA 5. ASOCIACIÓN ESPACIAL DEL POBLAMIENTO SEGÚN  $G_i^*$ , CATALUÑA 1900

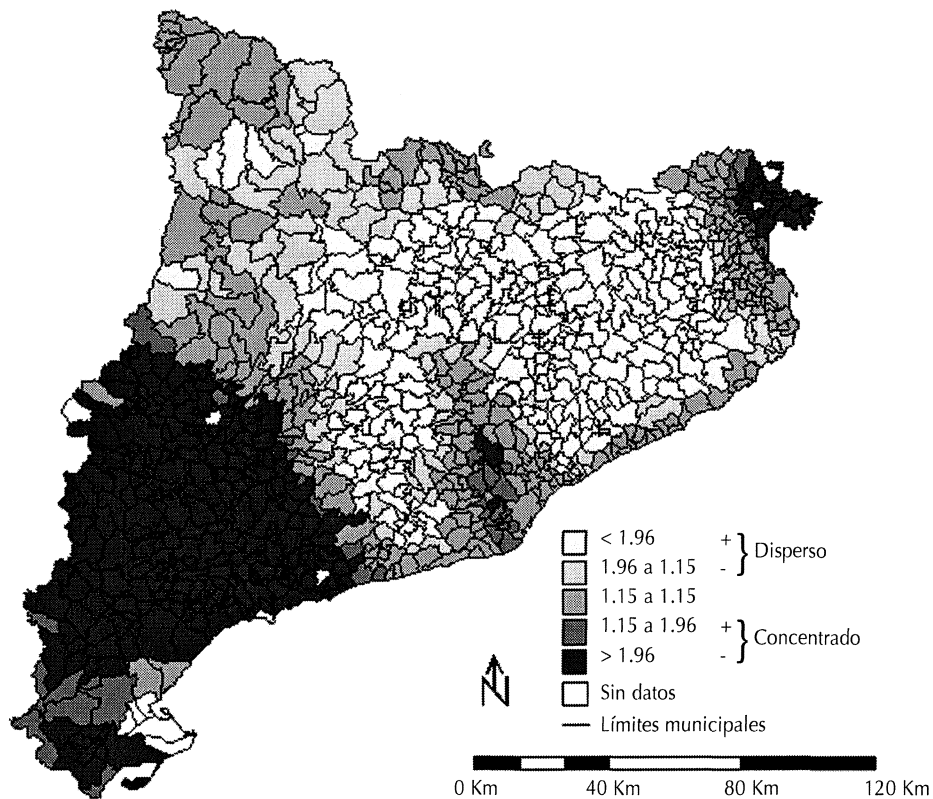


Fuente: Elaboración propia.

El examen de los mapas evidencia claramente una Cataluña dominada territorialmente por un poblamiento disperso en la mitad norte y un poblamiento concentrado en la mitad sur. Sin embargo, esta visión de síntesis debe ser matizada. Existen varios *clusters* de poblamiento concentrado en la mitad

norte de Cataluña: Barcelona y su área de influencia; el litoral; y la comarca de l'Alt Empordà. Por otro lado, la heterogeneidad de los municipios de los Pirineos occidentales no posibilita la formación de ningún *cluster*.

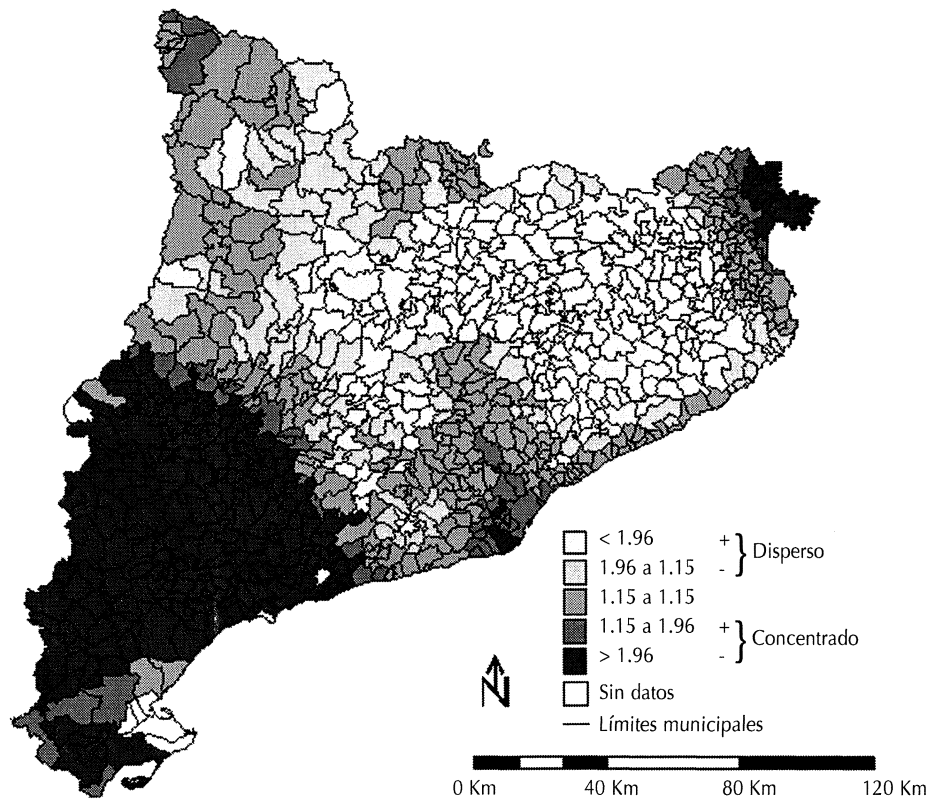
FIGURA 6. ASOCIACIÓN ESPACIAL DEL POBLAMIENTO SEGÚN  $G_i^*$ , CATALUÑA 1930



Fuente: Elaboración propia.

Si bien existe una cierta permanencia en el tiempo de las pautas territoriales de  $G_i^*$ , también es cierto que el análisis temporal de las series pone de manifiesto una transformación importante: la extensión y consolidación de un foco de poblamiento concentrado de carácter urbano entorno a la ciudad de Barcelona, asociado al intenso crecimiento de la población en esta área. Este cambio afecta básicamente al área de influencia del poblamiento disperso de la mitad norte de Cataluña, que se fragmenta durante este periodo.

FIGURA 7. ASOCIACIÓN ESPACIAL DEL POBLAMIENTO SEGÚN  $G_i^*$ , CATALUÑA 1960



Fuente: Elaboración propia.

## DISCUSIÓN

La estrategia de análisis desarrollada en este artículo para caracterizar la concentración del poblamiento y su asociación espacial ha cumplido con las expectativas generadas con su implementación. Las principales conclusiones que se derivan de esta investigación son tres: (i) la idoneidad de IC como medida de concentración; (ii) la validez del Nomenclátor como fuente para el estudio territorial de la población; (iii) y la contribución significativa de la estadística espacial para comprender mejor los datos geográficos.

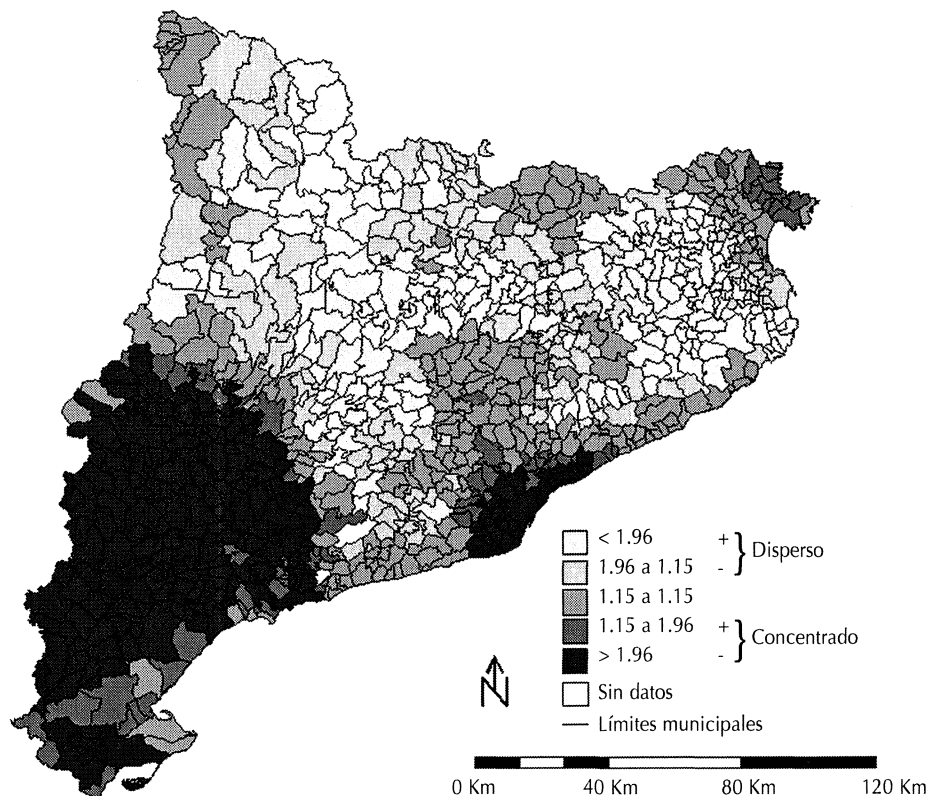
El Indicador de Concentración presentado en este trabajo ofrece la ventaja, cuando se compara con la densidad, de que distingue entre poblamiento disperso y concentrado también en aquellas unidades de igual

población y superficie. Para ello, no obstante, IC precisa de datos desagregados por entidades de población, que no siempre están disponibles, aunque, afortunadamente, en el caso de España, el Nomenclátor del Censo de Población proporciona esta información. Así pues, a partir de los datos del Nomenclátor, IC ha podido calcularse para todos los municipios de Cataluña para un periodo de aproximadamente cien años, cuya representación cartográfica ha mostrado la diversidad de tipos vigente en el territorio. De haber utilizado la densidad de población para medir la concentración, habiéramos obtenido resultados distintos. Si bien es cierto que para un mismo nivel de concentración, la densidad nos informa indirectamente del volumen de habitantes. También es cierto que para un mismo volumen de habitantes – y misma superficie en este caso – la densidad no nos informa de su nivel de concentración. Dado que el volumen de población se puede utilizar directamente, sin necesidad de recurrir a la densidad, estimo más oportuno, cuando se dispone de los datos adecuados, utilizar IC como medida de concentración. Al ser un indicador exclusivo de concentración, independiente del volumen de población, éste puede ser usado en la clasificación del poblamiento de forma complementaria con otros indicadores (ej. tamaño de la población e indicadores de accesibilidad), cuyo uso conjunto permitirá crear tipologías más complejas y cercanas a las nuevas formas de urbanización, superando la clásica distinción entre urbano y rural.

IC trabaja con las entidades de población agrupadas por el Nomenclátor en municipios. Es obligado, por tanto, reflexionar entorno a cómo las unidades municipales han podido influenciar en los resultados de IC. Si la estructura municipal hubiera sido otra, o habiéramos analizado los datos a otra escala, los resultados variarían. Por ejemplo, si cada agregado de población constituyera un municipio, el análisis de IC a escala municipal hubiera mostrado un poblamiento concentrado en todo el territorio. En cambio, en realidad, los municipios están actuando como muestras de territorio, de cuyos contenidos nos informa el Nomenclátor. Y si bien es cierto que no son muestras comparables entre sí, puesto que no existe ningún criterio estadístico que las una, también es cierto que los municipios son unidades con una cierta lógica o racionalidad territorial. Es esta racionalidad la que garantiza que no exista, por ejemplo, ningún municipio constituido por una sola masía o alquería. Consecuentemente, no es arriesgado asumir que los municipios en áreas de poblamiento disperso representan a este tipo de poblamiento, de tal suerte que, siempre que el Nomenclátor informe correctamente, IC no estará distorsionado. Tampoco es arriesgado asumir que en el caso contrario, cuando una agregado de población está fragmentado en

varios municipios, IC no se verá afectado en demasía por las unidades de referencia, puesto que el volumen de población de los agregados que superan los límites municipales suele ser lo suficientemente elevado como para que, con independencia del número de municipios que lo cubra, obtengamos siempre valores altos de IC. En resumen, a luz de los resultados hallados y las razones esgrimidas aquí, el municipio como unidad geográfica de referencia ha intermediado en el análisis con las suficientes garantías de no distorsionar significativamente los resultados alcanzados.

FIGURA 8. ASOCIACIÓN ESPACIAL DEL POBLAMIENTO SEGÚN  $G_i^*$ , CATALUÑA 1998



Fuente: Elaboración propia.

Indirectamente, los datos del Nomenclátor han quedado reivindicados en este trabajo. IC ha maximizado la utilidad de esta fuente, cuyo uso es comúnmente desaconsejado por su falta de consistencia. Las críticas al Nomenclátor ponen el acento en la discontinuidad en el número de entidades, que se pone

de manifiesto, especialmente, cuando se realizan estudios a escala local. Es a esta escala cuando hallamos que la evolución del número de entidades y de su volumen de población para un considerable número de municipios dibuja una trayectoria errática, con entidades que aparecen, desaparecen y vuelven a aparecer. Sin embargo, en la mayoría de los casos, las entidades más propensas a aparecer y desaparecer suelen ser las menos pobladas. Prueba de ello es que las entidades principales, las que normalmente dan nombre al municipio y suelen ser las más pobladas, aparecen siempre en el Nomenclátor. Por esta razón considero que las deficiencias de la fuente tienen escaso efecto en el cómputo de IC. Y la prueba más evidente de ello es que sin necesidad de realizar ningún ajuste en los datos del Nomenclátor, los resultados reflejan una distribución territorial y evolución del poblamiento en cuanto a su nivel de concentración coherente en el tiempo y el espacio, sin demasiados sobresaltos.

Ahora bien, no satisfechos completamente con el cálculo y la cartografía de IC, se ha recurrido a las técnicas de estadística espacial para atorgar consistencia estadística y añadir valor a lo ya conocido. Además, los estadísticos empleados han mejorado la visualización de los resultados, definiendo las áreas de influencia de cada tipo de poblamiento en base a una metodología rigurosa que parte de unas hipótesis bien definidas. Aunque la geografía desigual de IC es apreciable con la simple observación de los datos cartografiados, el indicador Global Moran I muestra que el grado de asociación espacial de IC en Cataluña, sin dejar nunca de ser significativo, ha disminuido durante el periodo estudiado, conclusión ésta difícilmente apreciable a simple vista. Así mismo, el cálculo y la cartografía de  $G_i^*$  informa para cada municipio de la pertenencia o no a un *cluster* de municipios de valores de próximos de IC, distinguiendo si se trata de valores altos o bajos. Cuando se representa en el mapa esta información, aparecen reflejadas las grandes pautas del poblamiento, suavizando las superficies y dando prioridad a una visión de conjunto que facilita la interpretación.

En resumen, gracias al Indicador de Concentración y a la ayuda de la estadística espacial, he investigado la concentración y asociación espacial del poblamiento para el conjunto de Cataluña durante el siglo XX desde una perspectiva y unos datos prácticamente ausentes en el conjunto de trabajos realizados hasta ahora. El trabajo, sin embargo, no ha hecho incidencia en las causas y procesos de las formas del poblamiento al tratarse, eminentemente, de un trabajo metodológico.

Recibido 03.05.04

Aceptado 03.03.05

## REFERENCIAS

- ANSELIN, L., "Local Indicators of Spatial Association – LISA", *Geographical Analysis*, 27, 2, 1995, 93 – 115.
- BUSQUETS, J., "¿Macrocefalia barcelonesa o ciudades catalanas?", *Ciudad y Territorio: Estudios Territoriales*, 2, 1977, pàg. 46 – 52.
- CABRÉ, A., PUJADAS, I., "Tendencias demográficas recientes en Cataluña y su repercusión territorial", *Documents d'Anàlisi Geogràfica*, 5, 1984, 3 – 23.
- CABRÉ, A., "Població i poblament" en *Primer Congrés Català de Geografia*, Barcelona, Societat Catalana de Geografia, 1991, 61 – 70.
- CAMPS, E., "Urbanización y migraciones internas durante la transición al sistema fabril: el caso catalán", *Boletín de la Asociación de Demografía Histórica*, VIII, 2, 1990, 73 – 95.
- CARRERAS, J.M., MARGALEF, J., "La evolución de las ciudades catalanas entre 1857 y 1975", *Ciudad y Territorio: Estudios Territoriales*, 2, 1977, 32 – 45.
- COOMBS, M., RAYBOULD, S., "Public Policy and Population Distribution: Developing Appropriate Indicators of Settlement Patterns", *Environment and Planning C*, XIX, 2, 2001, 223 – 248.
- ESTEVE, A., *El Nomenclàtor com a font per a l'estudi territorial de la població a Catalunya. Aplicacions 1857–1998*. Tesis Doctoral, Departament de Geografia de la Universitat Autònoma de Barcelona, 2003.
- GETIS, A., ORD, J.K., "The Analysis of Spatial Association by Use of Distance Statistics", *Geographical Analysis*, XXIV, 3, 1992, 189 – 206.
- HUGO, G., CHAMPION, A., LATTES, A., "Toward a New Conceptualisation of Settlements for Demography", *Population and Development Review*, XXIX, 2, 2003, pag 227–297.
- IGLÉSIES, J., "El movimiento demográfico en Cataluña durante los últimos cien años", *Memoirs de la Real Academia de las Ciencias y Artes de Barcelona*, 33, 1961, 317–435.
- LEUNG, Y., MEI, C., ZHANG, W., "Statistical test for local patterns of spatial association", *Environment and Planning A*, XXXV, 2003, pag 725–744.
- MENDIZÁBAL, E., "El fenómeno urbano en Cataluña, 1717– 1991", *Papers de Demografia*, 83, 1994.
- MIRALLES, F., ROSÉS, J., ARMET, J., "El sistema urbano catalán" en *Reconeixement Territorial de Catalunya*, Vol. 21 Barcelona, Departament de Política Territorial i Obres Públiques. Generalitat de Catalunya, 1982, 209 – 412.
- ORD, J.K., GETIS, A., "Local Spatial Autocorrelation Statistics: Distributional Issues and an Application", *Geographical Analysis*, XXVII, 4, 1995, 286 – 306.
- OPENSHAW, S., TAYLOR, P.J., "A million or so correlation coefficients: three experiments on the modifiable areal unit problem". En N. Wrigley, ed. *Statistical Applications in the Spatial Sciences*. London: Pion, 1979, 127–44.
- PRESSAT, R., *Diccionario de Demografía*, Barcelona, 1987, Oikos–Tau.
- PUJADAS, I., MENDIZÁBAL, E., *La població de Catalunya 1975 – 1986*, Barcelona, Direcció General de Planificació i Acció Territorial de la Generalitat de Catalunya, 1991.
- PUMAIN, D., *Le concept statistique de la ville en Europe*, Luxembourg, Eurostat, 1990.
- RECOLONS, L., *La població de Catalunya. Distribució territorial i evolució demogràfica 1900 – 1970*, Barcelona, Laia, 1974.
- RUEDA, I., CAMARASA, J.M., MATEU, X., "Diagnòstic del mapa municipal de Catalunya", *Treballs de la Societat Catalana de Geografia*, III, 10–11, 1987, 129–151.
- TERÁN, M., *Habitat rural. Problemas de método y representación cartográfica*, Zaragoza, C.S.I.C., 1951.
- VIDAL BENDITO, T., *Atlas socio-econòmic de Catalunya*, vol. II Barcelona, Caixa d'Estalvis de Catalunya, Ahorrobank i Servei d'Estudis a Barcelona del Banco Urquijo, 1980.



- VIDAL BENDITO, T., "La urbanització del territori de la societat a Catalunya" a *Primer Congrés Català de Geografia*, Barcelona, Societat Catalana de Geografia, 1991, 127 – 142.
- VILA, P., *Resum de Geografia de Catalunya I-II*, Barcelona, Editorial Barcino, 1936.
- VILA, P., "Le peuplement en Catalogne" a *UGI Comptes rendus du Congrès Internationales de Géographie. Amsterdam 1938*, Leiden, E.J. Brill, 1938, 537 – 546.
- VILAGRASA, J., "Consolidació del sistema urbà i dels desequilibris territorials (1900 – 1977)" a *V Congrés Internacional d'Història Local de Catalunya. L'estructuració territorial de Catalunya. Els eixos cohesionadors de l'espai*, Barcelona, L'Avenç, 2000, 193 – 219.
- VILÀ VALENTÍ, J., *El món rural a Catalunya*, Barcelona, Curial, 1973.

### Resumen

Este artículo propone y discute la implementación de una estrategia de análisis para caracterizar el grado de concentración y asociación espacial del poblamiento, basada en un indicador de concentración diseñado al uso (IC) y en los estadísticos de asociación espacial Moran I y  $G_i^*$ . Esta estrategia es aplicada al ámbito de Cataluña en el siglo XX a partir de los datos del Nomenclátor del Censo de Población. De los resultados obtenidos se derivan tres conclusiones principales: la idoneidad de IC como medida de concentración, la validez del Nomenclátor como fuente para el estudio territorial de la población y la contribución significativa de la estadística espacial para comprender mejor los datos geográficos.

**Palabras clave:** Poblamiento, Estadística Espacial, Nomenclátor, Cataluña

### Abstract

This paper aims to propose and assess the implementation of a methodological procedure to characterize the population's level of concentration and its spatial association, based on a specially designed concentration measure (IC) and on the spatial association statistics Moran's I and  $G_i^*$ . This procedure is empirically tested for Catalonia (Spain) during the twentieth century using data from the *Nomenclátor* of the Population Census. Three main conclusions arise from the results: the suitability of IC as concentration measure, the validity of the *Nomenclátor* as a data source to study population's distribution, and the significant contribution that the use of spatial statistics makes to the analysis and interpretation of geographic data.

**Keyword:** Population Distribution, Spatial Statistics, Population Census, Catalonia

### Resumé

Cet article propose et discute l'implémentation d'une stratégie pour analyser la concentration et l'association spatiale du peuplement, basée sur un indicateur de concentration (IC) conçu à ce propos et sur les statistiques d'association spatiale Moran I et  $G_i^*$ . Cette stratégie est testée pour la région de la Catalogne pendant le XX siècle à partir des données du *Nomenclátor* du Recensement de la Population. Les résultats obtenus révèlent trois conclusions principales: la convenance de l'IC en tant qu'indicateur de concentration, la validité du *Nomenclátor* comme source pour l'étude territoriale de la population et la significative contribution de la statistique spatiale à la meilleure compréhension des données géographiques.

**Mots clefs:** Peuplement, Statistiques Spatiales, Recensement de la Population, Catalogne.