

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/242650543>

Dificultades metodológicas al medir la segregación: el problema del tablero de ajedrez y de la unidad espacial modificable

Article · January 2012

CITATIONS

8

READS

1,317

1 author:



[Santiago Linares](#)

National University of the Center of the Buenos Aires Province

63 PUBLICATIONS 142 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Modelización de la dinámica intraurbana en ciudades argentinas utilizando Tecnologías de la Información Geográfica (1991- 2010) [View project](#)



Geografía y calidad de vida en la Argentina. [View project](#)



Geografía y Sistemas de Información Geográfica (GEOSIG). Revista digital del Grupo de Estudios sobre Geografía y Análisis Espacial con Sistemas de Información Geográfica (GESIG). Programa de Estudios Geográficos (PROEG). Universidad Nacional de Luján, Argentina. <http://www.gesig-proeg.com.ar> (ISSN 1852-8031)

Luján, Año 4, Número 4, 2012, Sección II: Metodología. pp. 10-22

DIFICULTADES METODOLÓGICAS AL MEDIR LA SEGREGACIÓN: EL PROBLEMA DEL TABLERO DE AJEDREZ Y DE LA UNIDAD ESPACIAL MODIFICABLE

Santiago Linares

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

Centro de Investigaciones Geográficas - FCH - UNCPBA

E-mail: slinares@cig.org.ar

RESUMEN

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) resultan un soporte metodológico fundamental para la modelización y análisis espacial del proceso de segregación urbana, permitiendo conocer objetivamente el grado de uniformidad/aglomeración y aislamiento/exposición de los grupos socioeconómicos en las diferentes áreas residenciales. En esta presentación se explicitan los procedimientos metodológicos y potencialidades de los SIG para superar dos grandes dificultades metodológicas en las medidas clásicas de segregación: el problema del tablero de ajedrez y de la unidad espacial modificable

Más allá de la existencia de algunas aplicaciones para superar estos problemas, éstas generalmente se encuentran restringidas a la disponibilidad de un programa comercial específico o acotadas a las medidas propuestas por sus creadores, por ello resulta interesante demostrar en este artículo como los procedimientos de desagregación de los datos censales y contemplación de las relaciones de vecindad son posibles de realizar mediante cualquier Sistema de Información Geográfica con mayor o menor esfuerzo según el caso, y solucionar tanto el problema del tablero de ajedrez como el de la unidad espacial modificable.

Se presenta a tal fin un procedimiento de tres fases que permite obtener los insumos suficientes para obtener medidas de segregación ajustadas espacialmente.

INTRODUCCIÓN

Desde diversas disciplinas se han realizado esfuerzos en construir indicadores sintéticos que permitan analizar de forma parametrizada la segregación socioespacial urbana, tratando de obtener representaciones holísticas de este fenómeno e intentando

eliminar las arbitrariedades en su medición, implementación e interpretación. Los antecedentes metodológicos respectivos al estudio de la segregación demuestran en su evolución diferentes grados de aproximación y modelización de la realidad que intentan eliminar tales arbitrariedades.

Entre los primeros antecedentes, se pueden citar los «índices de exposición» propuestos por Bell (1954); el «índice de disimilitud» y el «índice de segregación» propuestos por Duncan y Duncan (1955) y el «índice Delta» desarrollado por Duncan et al. (1961). A partir de ellos, se suceden una serie de publicaciones en los Estados Unidos destinadas a investigar las propiedades, potencialidades y límites de los índices mencionados, como también proponer nuevas alternativas de medición. Entre los autores destacados podemos citar a Taeuber y Taeuber (1976); Zoloth (1976); Cortese et al. (1976); Jakubs (1976) y Zelder (1976).

Los debates entre estos autores permitieron superar la etapa de las formulaciones matemáticas para cuantificar las diferencias entre dos grupos de población (que por el contexto sociocultural norteamericano se trataba de blancos y negros), y avanzar sobre aspectos inconclusos que los índices propuestos hasta entonces no asimilaban. Entre éstos, se encontraba la necesidad de superar el sesgo dicotómico de las estructuras poblacionales y avanzar hacia indicadores que reconozcan la diversidad sociocultural que caracterizan a las ciudades.

En respuesta a esta necesidad, fueron propuestos diversos índices para medir la segregación, como «el índice de entropía multigrupo» de Theil y Finezza (1971); el «índice de disimilitud multigrupo» de Morgan (1975) y Sakoda (1981); el «índice de aislamiento normalizado» de Massey y Dentons (1988); el «índice centrográfico multigrupo» de Wong (1999) y el «índice de Gini generalizado» (Reardon y Firebaugh, 2002).

En la última década, las investigaciones metodológicas en este campo han estado brindando soluciones a los errores inducidos por las unidades espaciales de análisis (radios censales), cuya artificialidad geométrica y topológica impide realizar mediciones más realistas sobre la segregación, aspecto denominado comúnmente por la literatura anglosajona como “*aspatial*”.

EL PROBLEMA DEL TABLERO DE AJEDREZ Y DE LA UNIDAD ESPACIAL MODIFICABLE

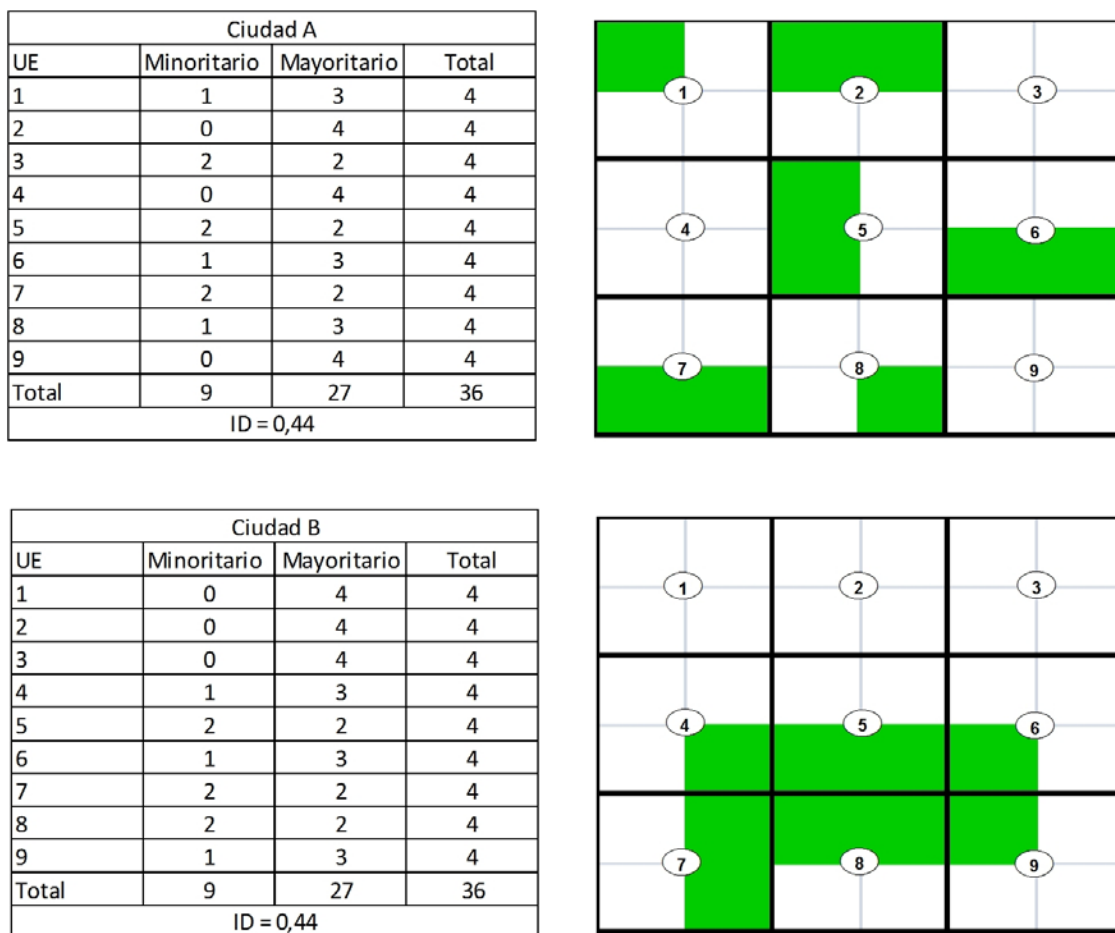
Según Reardon y O’Sullivan (2004:123-124), dos problemas en las mediciones no espaciales de la segregación pueden ser identificados: el problema del “tablero de ajedrez” y el “problema de la unidad espacial modificable”.

El primero, denominado en inglés *checkerboard problem*, proviene del hecho de que las medidas de segregación no espaciales ignoran la proximidad y relaciones de vecindad, focalizando, para realizar los cálculos, solo sobre la composición de cada unidad espacial en forma aislada. Así, los índices clásicos que miden uniformidad no reconocen las relaciones topológicas entre las unidades de medición (radios censales), por lo que un índice de uniformidad podría arrojar el mismo resultado, independientemente del agrupamiento o dispersión de las unidades de medición con

predominio del grupo de población analizado (Sabatini y Sierralta, 2006; Reardon y O’Sullivan, 2004).

En la Figura 1 se ejemplifica esta situación hipotética para dos ciudades (A y B) con idéntica representación del grupo minoritario en el área de estudio y en las unidades espaciales de análisis, aunque los miembros del grupo analizado se distribuyen en forma diferente en cada caso, muchos más próximos en B que en A, lo que se traduce conceptualmente en mayor segregación socioespacial. Sin embargo, al realizar el cálculo del índice clásico de disimilitud¹ en base a los datos almacenados en las tablas es posible observar que se obtiene el mismo resultado (0,44), evidenciando un claro problema de captación de la intensidad de la segregación de la medida implementada.

Figura 1. El problema del tablero de ajedrez



Fuente: elaboración propia

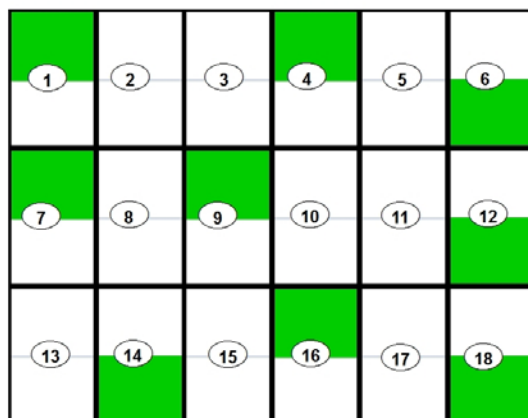
No obstante, Reardon y O’Sullivan (2004) señalan otro problema en las mediciones de segregación, el problema de la unidad espacial modificable (PUEM o MAUP, por su definición en inglés), que surge de la imposición de unidades geográficas artificiales para reportar fenómenos continuos, trayendo como consecuencia la generación de estructuras geográficas artificiales (Openshaw, 1984).

Este problema afecta a las mediciones de segregación porque la información sobre población, viviendas y hogares están recolectadas, agregadas y divulgadas para unidades espaciales (segmentos, radios, fracciones, etcétera) que no necesariamente corresponden con divisiones socioespaciales reales. Este hecho afecta a las mediciones de segregación en dos aspectos:

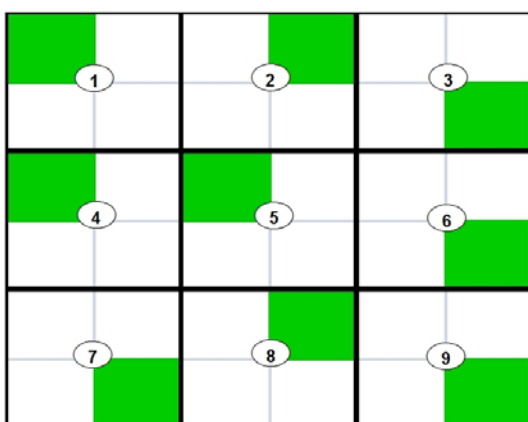
1- Asociado a la escala de medición: cuanto más grande sea la unidad de medición en el área de estudio se producirá un efecto de agrupamiento, con su consecuente pérdida de nivel de detalle y, por ende, los índices tienden a descender, debido a que la composición de grupos se asemeja a la ciudad. En la Figura 2 se presenta un ejemplo de este tipo en donde la escala geográfica de análisis afecta los resultados de las mediciones en una misma área de estudio, así observamos que si en la ciudad A se toman 18 unidades de análisis, el índice de disimilitud arroja un valor de 0,67 mostrando una alta concentración del grupo minoritario en ciertas áreas específicas. Mientras que si aumentamos la escala geográfica y definimos solo 9 unidades de análisis, se produce un efecto de agrupamiento y pérdida de capacidad de diferenciación espacial, que se traduce en un valor de disimilitud de 0,00 indicando la máxima uniformidad posible de la distribución del grupo minoritario analizado. Es evidente en el ejemplo que ningún miembro del grupo minoritario ha cambiado de localización o ha aumentado o disminuido su representación entre ambos ejemplos, por lo cual no debería haber variación en los valores de los índices, éste es solo un efecto de agregación o cambio de escala de medición.

Figura 2. El problema de la unidad espacial modificable: efecto de agregación o escala

| Ciudad A | | | |
|-----------|-------------|-------------|-------|
| UE | Minoritario | Mayoritario | Total |
| 1 | 1 | 1 | 2 |
| 2 | 0 | 2 | 2 |
| 3 | 0 | 2 | 2 |
| 4 | 1 | 1 | 2 |
| 5 | 0 | 2 | 2 |
| 6 | 1 | 1 | 2 |
| 7 | 1 | 1 | 2 |
| 8 | 0 | 2 | 2 |
| 9 | 1 | 1 | 2 |
| 10 | 0 | 2 | 2 |
| 11 | 0 | 2 | 2 |
| 12 | 1 | 1 | 2 |
| 13 | 0 | 2 | 2 |
| 14 | 1 | 1 | 2 |
| 15 | 0 | 2 | 2 |
| 16 | 1 | 1 | 2 |
| 17 | 0 | 2 | 2 |
| 18 | 1 | 1 | 2 |
| Total | 9 | 27 | 36 |
| ID = 0,67 | | | |



| Ciudad A | | | |
|-----------|-------------|-------------|-------|
| UE | Minoritario | Mayoritario | Total |
| 1 | 1 | 3 | 4 |
| 2 | 1 | 3 | 4 |
| 3 | 1 | 3 | 4 |
| 4 | 1 | 3 | 4 |
| 5 | 1 | 3 | 4 |
| 6 | 1 | 3 | 4 |
| 7 | 1 | 3 | 4 |
| 8 | 1 | 3 | 4 |
| 9 | 1 | 3 | 4 |
| Total | 9 | 27 | 36 |
| ID = 0,00 | | | |



Fuente: elaboración propia

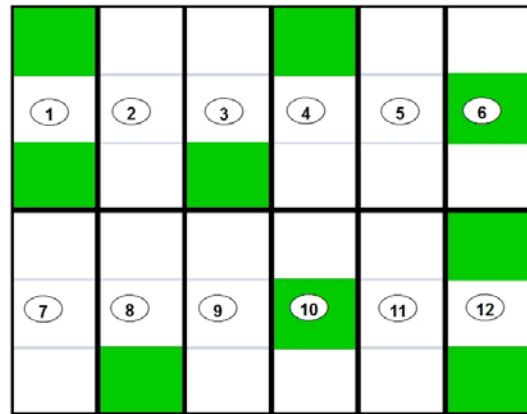
2- Asociado al método o a los criterios para realizar las delimitaciones de las unidades espaciales de análisis (*zoning*): existen variados estudios empíricos donde manteniendo tanto la misma distribución, la escala y la cantidad de unidades de medición, los resultados demuestran grandes diferencias explicadas por la forma en que fueron delimitadas las unidades de medición (Bosque Sendra, 1988; Wong, 1997).

En la Figura 3 se presenta un ejemplo esquemático al respecto, un área de estudio dividida en 12 unidades de medición. Al analizar la primera subdivisión de la ciudad A observamos que existen dos unidades con 2/3 del grupo minoritario; 5 unidades con 1/3 del grupo minoritario y 5 unidades sin grupo minoritario, arrojando un valor de disimilitud de 0,56. En el segundo caso de delimitación de la ciudad A,

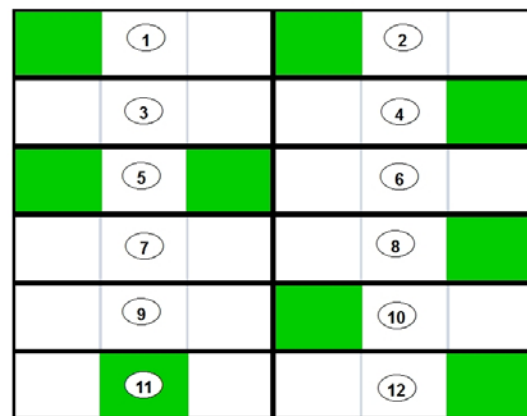
cambiando solo la disposición de las subdivisiones (no la cantidad ni escala), encontrando solo una unidad con 2/3 del grupo minoritario; 7 unidades con 1/3 del grupo minoritario y 4 unidades sin miembros de este grupo. Este hecho influye decisivamente en el índice de disimilitud reduciéndolo a 0,44.

Figura 3. El problema de la unidad espacial modificable: efecto de delimitación o zonificación

| Ciudad A | | | |
|-----------|-------------|-------------|-------|
| UE | Minoritario | Mayoritario | Total |
| 1 | 2 | 1 | 3 |
| 2 | 0 | 3 | 3 |
| 3 | 1 | 2 | 3 |
| 4 | 1 | 2 | 3 |
| 5 | 0 | 3 | 3 |
| 6 | 1 | 2 | 3 |
| 7 | 0 | 3 | 3 |
| 8 | 1 | 2 | 3 |
| 9 | 0 | 3 | 3 |
| 10 | 1 | 2 | 3 |
| 11 | 0 | 3 | 3 |
| 12 | 2 | 1 | 3 |
| Total | 9 | 27 | 36 |
| ID = 0,56 | | | |



| Ciudad A | | | |
|-----------|-------------|-------------|-------|
| UE | Minoritario | Mayoritario | Total |
| 1 | 1 | 2 | 3 |
| 2 | 1 | 2 | 3 |
| 3 | 0 | 3 | 3 |
| 4 | 1 | 2 | 3 |
| 5 | 2 | 1 | 3 |
| 6 | 0 | 3 | 3 |
| 7 | 0 | 3 | 3 |
| 8 | 1 | 2 | 3 |
| 9 | 0 | 3 | 3 |
| 10 | 1 | 2 | 3 |
| 11 | 1 | 2 | 3 |
| 12 | 1 | 2 | 3 |
| Total | 9 | 27 | 36 |
| ID = 0,44 | | | |



Fuente: elaboración propia

Con el propósito de detectar las relaciones topológicas de las unidades espaciales en las mediciones de segregación y eliminar la artificialidad y condicionamiento que provocan las delimitaciones arbitrarias de las unidades censales, algunas propuestas de medición fueron aportadas por Jakubs (1981); Morgan (1983); White (1983, 1986); Morril (1991); Wong (1999); Wu y Sui (2001); Grannis (2002); Reardon y O'Sullivan (2004) y Jargowsky y Kim (2005).

EL APOORTE DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GOGRÁFICA A LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA DEL TABLERO DE AJEDREZ Y DE LA UNIDAD ESPACIAL MODIFICABLE

Actualmente, y a partir de la difusión de las Tecnologías de la Información Geográfica y sus potencialidades para realizar análisis espacial cuantitativo, es posible incorporar todo el desarrollo teórico y metodológico vinculado a la medición de la segregación socioespacial en el entorno de los SIG de forma integral y estandarizada. Dentro de los avances más destacados se pueden citar las pioneras extensiones propuestas para Arc/Info por Wong y Chong (1998); luego para ArcView por Wong (2003); las extensiones de Aparicio (2000) para MapInfo; la aplicación C#.net que emplea archivos Shapefile de Aparicio y Petkevitch (2006), la aplicación SpatialSeg para ArcGIS 9.2/9.3 desarrollada por Graham y O'Sullivan (2007), basada en los métodos expuestos en Reardon y O'Sullivan (2004) y, recientemente, la herramienta de geoprocésamiento Segregation Index para ArcGIS 10.1 disponible para su descarga en el centro de recursos de ArcGIS.

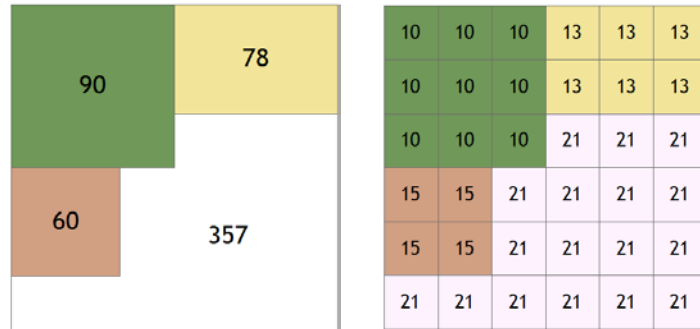
Dentro de las propuestas para solucionar los problemas del tablero de ajedrez y unidad espacial modificable, se destaca la aplicación SpatialSeg desarrollada por Graham y O'Sullivan (2007), la cual puede descargarse gratuitamente desde el sitio web del *Population Research Institute (Pennsylvania State University)* a través del siguiente enlace: <http://www.pop.psu.edu/services/GIA/research-projects/mss>.

Ésta aplicación permite desagregar espacialmente los datos de entrada almacenados en unidades discretas a partir de métodos geoestadísticos. Básicamente trabaja con cálculos de densidades que permiten llevar a una expresión continua la distribución de la población que se encuentra generalmente almacenada en unidades censales.

Más allá de las ventajas de emplear esta aplicación compatible con un programa específico, resulta interesante demostrar en este artículo como los procedimientos de desagregación de los datos censales y contemplación de las relaciones de vecindad son posibles de realizar mediante cualquier Sistema de Información Geográfica con mayor o menor esfuerzo según el caso, y solucionar tanto el problema del tablero de ajedrez como el de la unidad espacial modificable. A tal fin se presentan las tres fases que permiten realizar este procedimiento:

Fase 1: desagregación de datos almacenados en unidades geográficas discretas a expresión geográfica continua mediante mapas de densidad. Esta fase implica calcular el cociente entre la cantidad de miembros del grupo analizado por cada unidad censal y la superficie de dicha unidad censal, se obtiene así una capa raster donde los valores de densidad por unidad de superficie se distribuirán equitativamente en cada unidad censal hasta alcanzar el total de los individuos del grupo en cuestión sin discriminar diferencias en su interior (Figura 4). Es importante destacar que en este procedimiento se debe establecer el tamaño de la celda del raster de salida, definiendo así la mínima unidad espacial de análisis.

Figura 4. Desagregación espacial de datos censales

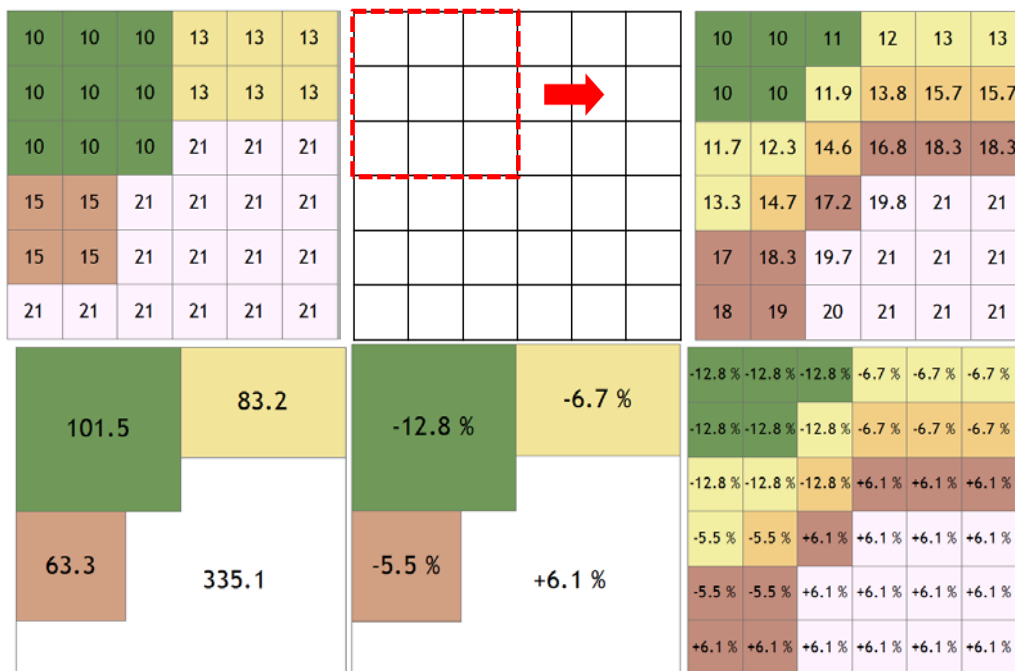


Fuente: elaboración propia

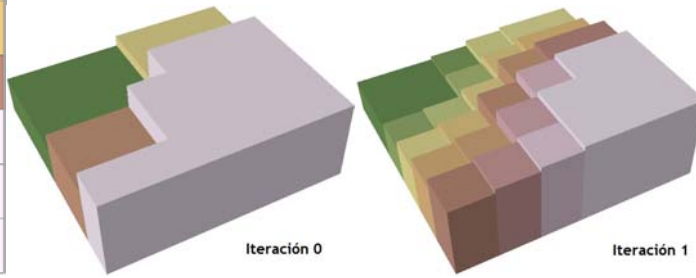
Fase 2: aplicar el método de interpolación picnofiláctico suavizado (Tobler, 1979)² para modelizar las distribuciones al interior de cada unidad censal y eliminar las artificiales transiciones abruptas entre ellas.

Este proceso implica internamente una sustitución del valor inicial de cada celda por el valor medio de ella y sus vecinas mediante el uso de funciones focales y ventanas móviles y, también implica, respetar la condición «picnofiláctica» o de conservación del volumen de población en cada uno de los radios de partida (Figura 5). Es un proceso que se realiza de manera iterativa, alternándose las operaciones de suavizado con la introducción de correcciones que garanticen que la suma de los nuevos valores calculados sea igual a la presentada en cada unidad espacial original, esto se realiza ajustando proporcionalmente la subrepresentación o sobrerrepresentación de la población en cada iteración, deteniendo el proceso al alcanzar una superficie que presente una variación mínima entre las celdas en todas las direcciones, para lo cual será necesario emplear herramientas de estadística focal y calcular la desviación entre celdas para cada iteración, en caso de no variar significativamente entre cada ejecución, se considera que los datos se encuentran suficientemente suavizados.

Figura 5. Interpolación picnofiláctica suavizada



| | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|
| 8.7 | 8.7 | 9.6 | 11.2 | 12.1 | 12.1 |
| 8.7 | 8.7 | 10.4 | 12.9 | 14.6 | 14.6 |
| 10.2 | 10.7 | 12.7 | 17.8 | 19.4 | 19.4 |
| 12.6 | 13.9 | 18.2 | 21 | 22.3 | 22.3 |
| 16.1 | 17.3 | 20.9 | 22.3 | 22.3 | 22.3 |
| 19.1 | 20.2 | 21.2 | 22.3 | 22.3 | 22.3 |

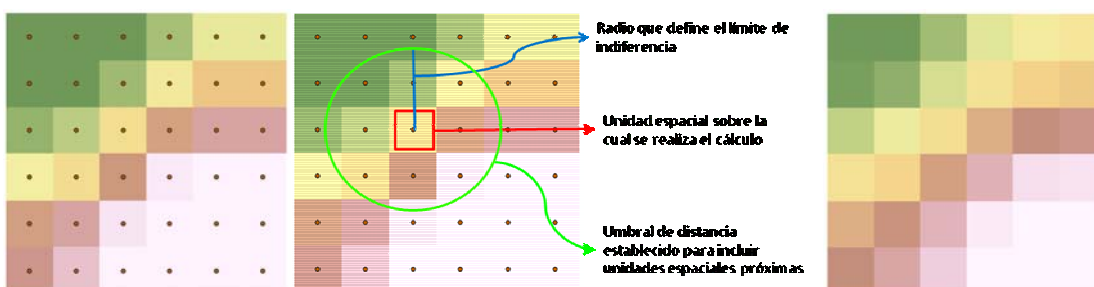


Fuente: elaboración propia

Fase 3: establecer el radio que define el umbral de las influencias por proximidad y generar la capa raster con los valores promedio de población por grupos. Esta fase requiere en principio generar una capa vectorial de puntos a partir del raster de densidades obtenido en la fase 2 (Figura 6). El archivo de entidades puntuales almacena el valor de miembros según grupo por unidad de superficie y será utilizado para reconstruir la composición poblacional de los entornos locales de cada unidad espacial de medición. Esto se hace mediante las herramientas de estadísticas focales y requiere elegir un criterio para definir la proximidad que indique la influencia que tendrán el resto de las unidades espaciales con respecto al punto de medición. Mediante este procedimiento estaríamos superando el problema del tablero de ajedrez al incluir las unidades espaciales próximas a las mediciones de segregación.

Los criterios para definir la influencia de la proximidad pueden tomar una variedad de formas posibles, cada una implicando una definición diferente del entorno local. Por ejemplo, puede ser una función que decrece a medida que la distancia euclídea entre el punto de medición y el resto de las unidades aumenta, lo que significa que el entorno espacial de un punto estará más influenciado por la población más cercana que por las más distantes. De la misma manera, puede indicarse un decaimiento con la distancia al exponencial, o como en este artículo, puede empelarse un límite de indiferencia que pondera a todos los vecinos por igual hasta alcanzar cierta distancia (Figura 6), también podrían incorporarse ponderaciones específicas de las distancias definidas según su incidencia en las interacciones sociales entre los lugares. Idealmente se considera que una función de proximidad espacial debe capturar aquellos patrones teóricamente significativos de la interacción social, siendo esta definición en gran parte relativa al área de estudio y a las características socioculturales y socioeconómicas de la población residente en ella.

Figura 6. Valores de densidad ajustados por proximidad



A partir de la transformación de los datos a una expresión geográfica continua, más la contemplación de la proximidad espacial entre los puntos de medición en un área de estudio, es posible recalcular el índice de disimilitud tradicional y superar las dificultades metodológicas clásicas. Una propuesta de índice de disimilitud corregido espacialmente (*IDCE*) podría definirse de la siguiente manera:

$$IDCE = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \left| \frac{\tilde{\tau}_{px}}{T_x} - \frac{\tilde{\tau}_{py}}{T_y} \right|$$

donde T_x es el total de población del grupo minoritario (x), T_y es el total de población del grupo mayoritario (y), $\tilde{\tau}_{px}$ es el promedio de población del grupo x en el entorno local del punto p y $\tilde{\tau}_{py}$ es el promedio de población del grupo y en el entorno local del punto p .

El índice propuesto tendría la posibilidad de brindar información sobre la disimilitud o uniformidad espacial, analizando ahora la variación distribucional que hay entre los entornos locales de los grupos analizados y la misma en toda el área urbana. Si la distribución en el entorno espacial de un miembro x es relativamente similar a su distribución en toda el área urbana, hay uniformidad espacial y los valores se acercarán al mínimo 0; por el contrario, si existe una variación distribucional considerable entre entornos espaciales a un punto específico y lo que ocurre en el área urbana total, indicaría la presencia de aglomeración y segregación socioespacial y los valores se acercarán al 1.

NOTAS

¹ El índice de disimilitud se define como:

$$ID = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \left| \frac{x_i}{X} - \frac{y_i}{Y} \right|$$

donde y_i es el número de individuos del grupo mayoritario en cada sección censal, e Y el total de población de este grupo en el municipio. Si este índice es igual a cero, el grupo minoritario está repartido de forma igual. El índice de disimilitud está acotado entre cero (mínima segregación) y uno (máxima segregación).

² Otro procedimiento usual de estimación de la densidad y desagregación espacial podría ser el mapeo dasimétrico.

BIBLIOGRAFÍA

APARICIO, P.; PETKEVITCH, V. 2006. Cálculo de Índices de Segregación. Urbanisation, Culture et Societe. Universidad de Québec. Disponible en: <http://laser.uqs.inrs.ca/EN/Download.html>

- APPARICIO, P. 2000. Les indices de ségrégation résidentielle: un outil intégré dans un système d'information géographique. *Cybergeo*. Espace, Société, Territoire, 134, pp. 16. Disponible en: <http://cybergeo.revues.org/12063>
- BELL, W. 1954. A Probability Model for the Measurement of Ecological Segregation. *Social Forces*. 32:357-364.
- BOSQUE SENDRA, J. 1988. *Geografía Electoral*, Madrid, Síntesis, pp. 176.
- CORTESE, CH.; FRANK FALK, R.; COHEN, J. 1976. Further considerations on the methodological analysis of segregation indices. *American Sociological Review*. 41:630-637.
- DUNCAN, O.; DUNCAN, B. 1955. A Methodological Analysis of Segregation Index. *American Sociological Review*. 20:210- 217.
- DUNCAN, O.; CUZZORT, R.P.; DUNCAN, B. 1961. *Statistical geography. Problems in analyzing areal data*. The free press of Glencoe. Illions.
- GRAHAM, S.; O'SULLIVAN. 2007. *A Brief Guide to Running the SpatialSeg Program in ArcGIS 9.2*. Measuring Spatial Segregation Project. National Science Foundation. Penn University. Disponible en: <http://www.pop.psu.edu/services/GIA/research-projects/mss>
- GRANNIS, R. 2002. Discussion: Segregation indices and their functional inputs. *Sociological Methodology*. 32:69- 84.
- JAKUBS, J. 1981. A distance-based segregation index. *Socio-economic planning Science*. 15(3):129-136.
- JAKUBS, J. 1976. Residential Segregation: The Taeuber Index Reconsidered. *Journal of Regional Science*. 17:281-303.
- JAMES, D.R.; TAEUBER, K.E. 1985. Measures of segregation. *Sociological Methodology*. 15:1-32.
- JARGOWSKY, P.; KIM, A. 2005. *A Measure of Spatial Segregation: The Generalized Neighborhood Sorting Index*. National Poverty Center Working Paper Series. University of Texas at Dallas, pp. 48. Disponible en: http://www.npc.umich.edu/publications/working_papers/
- MASSEY D.S.; DENTON N.A. 1988. The dimensions of residential segregation. *Social forces*. 67(2):281-315.
- MORGAN, B. 1983. A Distance-Decay Interaction Index to Measure Residential Segregation. *Area*. 15:211-216.
- MORGAN, B. 1975. The segregation of socioeconomic groups in urban areas: A comparative analysis. *Urban Studies*. 12(1):47-60.

- MORRILL, R. 1991. On the measure of geographical segregation. *Geography Research Forum*. 11:25-36.
- OPENSHAW, S. 1984. *The Modifiable Areal Unit Problem*. Geobooks, Norwich, England. pp. 41.
- REARDON, S.; FIREBAUGH, G. 2002. Measures of multi-group segregation. *Sociological Methodology*. 32:33-67.
- REARDON, S.; O'SULLIVAN, D. 2004. Measures of spatial segregation. *Sociological Methodology*. 34:121-162.
- SABATTINI, F.; SIERRALTA, C. 2006. *Medición de la Segregación Residencial: Meandros Teóricos y Metodológicos, y Especificidad Latinoamericana*. Documento de Trabajo N° 38, Instituto de Estudios Urbanos Facultad de Arquitectura, Diseño y Estudios Urbanos de la Pontificia Universidad Católica de Chile, pp. 31. Disponible en: http://www.ieut.cl/media/archivos/sabatiniSierralta_dt38.pdf
- SAKODA, J.N. 1981. A generalized index of dissimilarity. *Demography*. 18(2):245-250.
- SHU, Y.; LAM, N.; REAMS, M. 2010. A new method for estimating carbon dioxide emissions from transportation at fine spatial scales. *Environmental Research Letters*, N° 5, pp. 9. Disponible en: <http://iopscience.iop.org/1748-9326/5/4/044008/fulltext/>
- TAEUBER, K.; TAEUBER, A. 1976. A Practitioner's Perspective on the Index of Dissimilarity. *American Sociological Review*. 41:884-889.
- THEIL, H.; FINIZZA, A. 1970. A Note on the Measurement of Racial Integration of Schools by Means of Informational Concepts. *Journal of Mathematical Sociology*. 1:187-194.
- TOBLER, W. 1979. Smooth Pycnophylactic Interpolation for Geographical Regions. *Journal of the American Statistical Association*. 74(367):519-530.
- White, M. 1983. The Measurement of Spatial Segregation. *American Journal of Sociology*. 88:1008-1018.
- White, M. 1986. Segregation and Diversity Measures in Population Distribution. *Population Index*. 52(2):198-221.
- Wong, D. 1997. Spatial Dependency of Segregation indices. *The Canadian Geographer*. 41:128- 136.
- Wong, D. 1999. Geostatistics al measures of spatial segregation. *Urban Geography*. 19:77- 87.
- Wong, D. 2003. Implementing spatial segregation measures in GIS. *Computers, Environment and Urban Systems*. 27:53-70.

Wong, D.; Chong, W. 1998. Using spatial segregation measures in GIS and statistical modeling packages. *Urban Geography*. 19(5):477-485.

Wu, X.; Sui, D. 2001. An initial exploration of a lacunarity-based segregation measure. *Environment and Planning B*. 28(3):433-446.

Zelder, R. 1976. On the Measurement of Residential Segregation: A Reply. *Journal of Regional Science*. 17:299-303.

ZOLOTH, B. 1976. Alternative Measures of School Segregation. *Land Economics*. 52:278- 298.

© Santiago Linares

Linares, S. 2012. Dificultades metodológicas al medir la segregación: el problema del tablero de ajedrez y de la unidad espacial modificable. *Geografía y Sistemas de Información Geográfica*. (GESIG-UNLU, Luján). Año 4, N° 4, Sección II:10-22

On-line: www.gesig-proeg.com.ar

Recibido: 3 de octubre de 2012

Aprobado: 31 de octubre de 2012