

## **ANÁLISIS EXPLORATORIO DE DATOS ESPACIALES DE LOS CONDICIONANTES SOCIOESPACIALES DE LA SALUD EN LA CUENCA DEL RÍO LUJÁN, ARGENTINA**

**GUSTAVO D. BUZAI<sup>1</sup>**

Universidad Nacional de Luján - CONICET

Instituto de Investigaciones Geográficas

Luján, Argentina

<sup>1</sup> [buzai@unlu.edu.ar](mailto:buzai@unlu.edu.ar)

### **RESUMEN**

Las actuales tecnologías digitales y particularmente el vínculo entre los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y Sistemas de Ayuda a la Decisión Espacial (ESDA) brindan importantes posibilidades para el tratamiento de la información espacial. Centrado en el Análisis Exploratorio de Datos Espaciales, el presente trabajo aborda el descubrimiento de patrones espaciales de los Condicionantes Socioespaciales de la Salud (CSS) en la cuenca del río Luján, Argentina. Las definiciones conceptuales del marco teórico, las metodologías aplicadas, las representaciones gráficas y los resultados cartográficos obtenidos muestran un hilo conductor de abordajes sucesivos hacia la modelización de las estructuras espaciales subyacentes como componente fundamental de la planificación territorial.

Palabras clave: Condicionantes socioespaciales de la Salud, Sistemas de Información Geográfica, Análisis Exploratorio de Datos Espaciales, Cuenca del río Luján

### **EXPLORATORY SPATIAL DATA ANALYSIS OF SOCIO-SPATIALS CONDITIONERS OF HEALTH IN LUJAN RIVER BASIN, ARGENTINA**

### **ABSTRACT**

Current digital technologies and, particularly, the relationship between Geographical Information Systems (GIS) and Spatial Decision Support Systems (SDSS) provide important possibilities for the treatment of spatial information. Focused on the Exploratory Spatial Data Analysis, the present work addresses the discovery of spatial patterns of Socio-Spatial Conditioners of Health (SCH) in the Luján river basin, Argentina. The conceptual definitions of the theoretical framework, the applied methodologies, the graphic representations and the cartographic results obtained, show a thread of successive approaches towards the modeling of the underlying spatial structures as a fundamental component of territorial planning.

Keywords: Socio-spatial conditioners of health, Geographical Information Systems, Exploratory Spatial Data Analysis, Luján river basin

## 1. Introducción

Desde el análisis espacial cuantitativo, la primera aproximación al estudio de la estructura socio-espacial de un área, se logra a través de las herramientas ofrecidas por el Análisis Exploratorio de Datos Espaciales (ESDA, *Exploratory Spatial Data Analysis*). Mediante el uso de tecnologías computacionales estas posibilidades cuentan con una serie de procedimientos indispensables para realizar un correcto vínculo entre la cartografía digital y las bases de datos alfanuméricas.

El presente trabajo, poniendo su foco de atención en las variables utilizadas en el estudio de los Condicionantes Socioespacial de la Salud (CSS) en la cuenca del río Luján, avanza en la aplicación de actuales posibilidades técnico-metodológicas a partir de una secuencia de aproximaciones que incluyen: (a) el análisis univariado para el estudio de distribuciones espaciales de variables, (b) el análisis bivariado como proveedora de una situación contextual asociada a la distribución espacial de condiciones sociales desfavorables y (c) el análisis de concentración a través del estudio de la autocorrelación espacial.

Las aplicaciones realizadas ponen en evidencia la estructura socio-espacial del área de estudio, convirtiendo la cartografía presentada, en una herramienta fundamental para la realización del diagnóstico socio-espacial de la cuenca del río Luján y el apoyo a la toma de decisiones en materia de planificación territorial, tanto en la etapa del diagnóstico como en la generación de propuestas para la acción.

## 2. Aspectos conceptuales

### 2.1. *Síntesis del contexto científico*

La Geografía como ciencia tiene un interés central por la diferenciación areal, la cual se produce como resultado de la combinación de una cierta cantidad de factores (naturales, demográficos, sociales, culturales, económicos y políticos). Es posible estudiar los vínculos de asociación espacial entre ellos a partir de la utilización de métodos geográficos específicos.

Actualmente, el uso de los SIG, nos permite asistir a un importante avance en el abordaje de la Salud Pública ya que posibilita registrar espacialmente datos relativos a la distribución espacial de las enfermedades (Geografía Médica) y los de la oferta-demanda de servicios de atención (Geografía de los Servicios Sanitarios). La especialidad temática denominada

Geografía de la Salud se encuentra compuesta por estos dos tipos de abordajes (Olivera, 1993).

Este contexto temático queda incluido en las tres definiciones operativas de la Geografía, las cuales corresponden al estudio de la relación sociedad-naturaleza (perspectiva ecológica-regional), el estudio de la diferenciación areal (perspectiva corológica-racionalista) y la formulación de las leyes que rigen las pautas de distribución espacial (perspectiva sistémica-cuantitativa). La combinación de la evolución temática con la científico-tecnológica lleva a la aplicación de procedimientos de la Geografía Aplicada apoyada en el uso de los SIG.

Trabajos realizados en la última década (Buzai, 2007, 2008; Pickenhayn, 2008; Barcellos *et al.*, 2018) centran el análisis en Geografía de la Salud como ciencia aplicada dirigida a la búsqueda de soluciones concretas para encarar conflictos actuales y muestran el camino que va desde su formulación hasta nuestros días, destacándose las posibilidades actuales que brindan las nuevas tecnologías. En esta línea, el estudio de la asociación espacial entre las diferentes distribuciones espaciales surge de los procedimientos del modelado cartográfico que muy bien fue incorporado en los SIG y, en esta línea, surge el ESDA como uno de los procedimientos fundamentales de la Geografía Médica. Asimismo, el estudio de la asociación espacial entre características sociales y las enfermedades resulta ser el principal abordaje a realizarse (Buzai, 2003; Barcellos y Buzai, 2007; Barcellos, 2008).

Sistematizaciones fundamentales en la orientación aplicada lo constituyen los trabajos de Cromley y McLafferty (2002) y Gatrell (2002). Publicaciones recientes generadas en nuestros proyectos incluyen discusiones relativas al abordaje cuantitativo de la Geografía de la Salud y particularmente la propuesta del concepto CSS (Buzai y Santana Juárez, 2018), delimitación del área de estudio (Buzai *et al.*, 2018) aplicación amplia de metodologías basadas en SIG en un área de estudio (Buzai y Villerías Alarcón, 2018a, b) y una sistematización de las posibilidades actuales que brinda la tecnología SIG (Buzai, Humacata y Principi, 2019).

## 2.2. Análisis Exploratorio de Datos Espaciales

Las técnicas del análisis exploratorio de datos inicia hace poco más de cuatro décadas a partir del trabajo de Tukey (1977), como un conjunto de herramientas que permiten realizar un abordaje inicial de la estructura de los datos a partir de aproximaciones gráficas con gran poder de visualización previo a la aplicación de procedimientos numéricos complejos como puede resultar el análisis multivariado.

La variedad de técnicas que pueden ser utilizadas se encuentran ampliamente detalladas en una serie de obras: Agresti y Finlay (1994), Bosque Sendra y Moreno Jiménez (1994), Hair *et al.* (1999) y Buzai y Baxendale (2006, 2012).

La aplicación inicial del ESDA tiene por objetivo que el investigador cuente con información estructural del comportamiento de cada variable de manera individual (univariado), como así también de las relaciones existentes entre dos variables (bivariado) y multivariado (3 o más variable). Asimismo, en el trabajo aplicativo, permite determinar valores anómalos (*outliers*) que pueden ser por cuestiones que merecen atención real o errores en la carga de datos, y generar hipótesis por paralelismo (cuasa-efecto).

Focalizando nuestra atención en el análisis socio-espacial basado en datos de salud, un primer paso es la realización de la matriz de datos originales y la matriz de datos índice, en la cual las filas (registros) corresponden a las unidades espaciales y las columnas (campos) a las variables. A partir de allí aplicar los diferentes procedimientos a datos cuantitativos de naturaleza continua medidos en escala de intervalo o de razón.

Desde un punto de vista aritmético las dos medidas principales que se calculan son la centralidad como principal valor de tendencia central y la dispersión como variabilidad respecto del primero, con ellas es posible calcular el puntaje de estandarización  $z$  para la posterior realización de mapas de distribuciones espaciales perfectamente comparables.

En el abordaje univariado estas características se muestran en el ESDA a partir de la realización de gráficos, como diagramas de barra, líneas y sectores para datos nominales, box-plot para datos ordinales e histogramas para datos de intervalos. En el abordaje bivariado se realizan procedimientos que permiten la comparación del comportamiento de las variables, es importante aquí los *diagramas de dispersión* a partir de los cuales las nubes de puntos formadas por las mediciones individuales muestran una aproximación al tipo, tendencia e intensidad de la relación.

Actualmente, el desarrollo de los Sistemas de Ayuda a la Decisión Espacial (SADE) brindan grandes posibilidades para la aplicación del ESDA (Anselin, 1998) incorporando la dimensión espacial a través de la cartografía, con lo cual se logra su máxima potencialidad.

### **2.3. Interactividad en el análisis y la visualización**

Los actuales entornos digitales están brindando nuevas posibilidades al uso y función de la cartografía como representación de la realidad, en esta línea, según Rabella (2016) el contexto virtual está ocupando un papel preponderante. Si bien se considera que los mapas tradicionales muestran un espacio geográfico estático, la flexibilidad digital los lleva a tener un dinamismo muy importante a través de incorporar procedimientos interactivos.

La interacción usuario-computadora genera resultados visuales y llega a lo que Bosque Sendra y Zamora Ludovic (2002) presentan como Visualización Geográfica asociada al uso de los SIG dentro de la Visualización Científica (VC, ScVis *Scientific Visualization*) derivada técnicamente de los avances actuales en computación gráfica.

### 3. Desarrollo metodológico y ejemplos de aplicación

#### 3.1. El área de estudio y la base cartográfica

El área de estudio corresponde a la cuenca hidrográfica del río Luján, una subcuenca perteneciente a la Gran Cuenca del Plata. Tiene una superficie de 3761 km<sup>2</sup> y sobre ella se encuentran ubicados varios municipios del sector noroeste del Gran Buenos Aires. Al norte limita con las cuencas del arroyo de la Cruz y del río Areco; al oeste y al sur con la cuenca del río Salado y al sureste con la cuenca del río Reconquista.

La delimitación de la cuenca del río Luján fue realizada por Lanzelotti y Buzai (2015) a partir de ajustar los límites definidos en Buzai (2002) y Paso Viola (2013) mediante la utilización de cartografía analógica y digital a partir de imágenes satelitales SRTM y ASTERGDEM corregidas por interpretación visual y trabajo de campo (Buzai, Lanzelotti, Paso Viola y Pricipi, 2018).

Los municipios que contienen la cuenca son Campana, Escobar, Exaltación de la Cruz, General Rodríguez, José C. Paz, Luján, Malvinas Argentinas, Mercedes, Moreno, Pilar, San Andrés de Giles, Carmen de Areco, Chacabuco, San Fernando, Suipacha y Tigre. Cabe aclarar que en la República Argentina las divisiones político-administrativas son de las siguientes magnitudes: 1er. Orden (País), 2do. Orden (Provincia), 3er. Orden (Departamento o Partidos en la Provincia de Buenos Aires, donde coinciden espacialmente con el municipio). A partir de aquí son divisiones censales: 4to. Orden (Fracciones censales) y 5to. Orden (Radios censales).

Las aplicaciones presentadas en este trabajo considera los 16 municipios en su división interna compuesta por 251 fracciones censales.

#### 3.2. Dimensiones y variables

Es posible realizar una aproximación operativa a los CSS considerando datos oficiales obtenidos en diferentes niveles de desagregación espacial. El sistema de variables utilizado en la investigación surge del contenido de la base de datos REDATAM del Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas de la República Argentina (INDEC, 2013) a partir de definir dos contextos, seis dimensiones y nueve variables.

##### C1. CONTEXTO SOCIO-DEMOGRÁFICO

D1. *Dimensión Educación*: (V1) Variable: Sabe leer-escribir – No, y (V2) Variable: Condición de asistencia – Nunca asistió.

D2. *Dimensión Economía*: (V3) Condición de actividad – Desocupados.

D3. *Dimensión Pobreza*: (V4) Hogares con NBI y (V5) Hacinamiento crítico - >3 personas por cuarto (hacinamiento crítico).

## CONTEXTO HABITABILIDAD

D4. *Dimensión Construcción*: (V6) Material predominante de los pisos, tierra, ladrillos sueltos

D5. *Dimensión Servicios*: (V7) Tenencia del agua – Fuera del terreno, y (V8) Desagüe del inodoro – a hoyo, excavación en la tierra.

D6. *Dimensión Equipamiento*: (V9) Equipamiento – Heladera: No.

### 3.3. *Distribución espacial por cartografía temática*

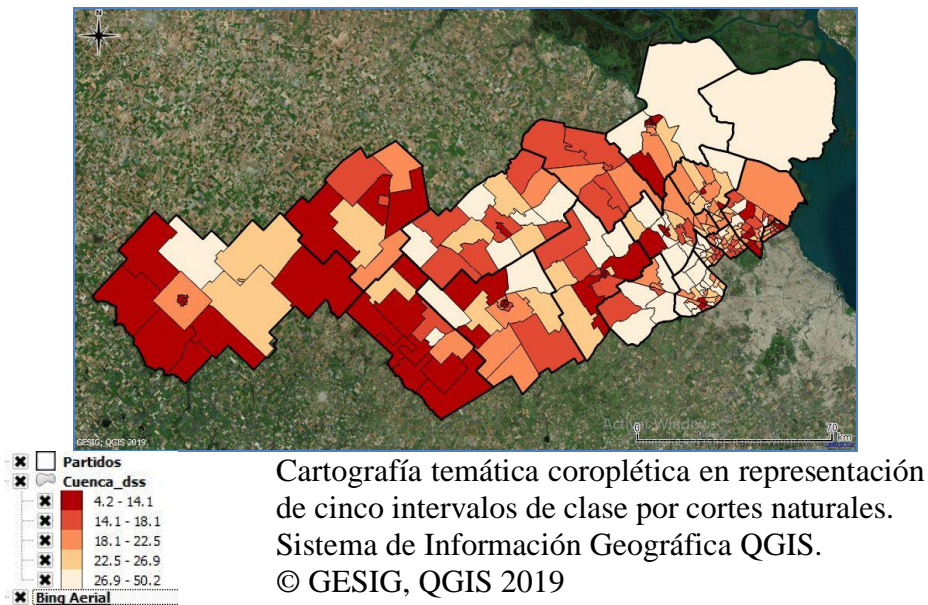
En Geografía Médica resulta central el uso de cartografía temática con el objetivo de realizar mapas de la distribución espacial de enfermedades. Los resultados pueden brindar apoyo a diferentes campos del conocimiento y ser de utilidad en variadas tareas, desde las más generales como la comunicación global hasta las más específicas como parte del ordenamiento territorial.

Son muchas y variadas las posibilidades de representación temática por lo que cada mapa se realiza considerando un propósito específico, siendo que desde un punto de vista general se centra en el análisis de distribuciones espaciales individuales y sus posibles combinaciones en la búsqueda de asociaciones espaciales. Un recorrido temático puede realizarse a través de los trabajos de Curto (2003), Koch (2005), Iñiguez y Barcellos (2014) y Photis (2016).

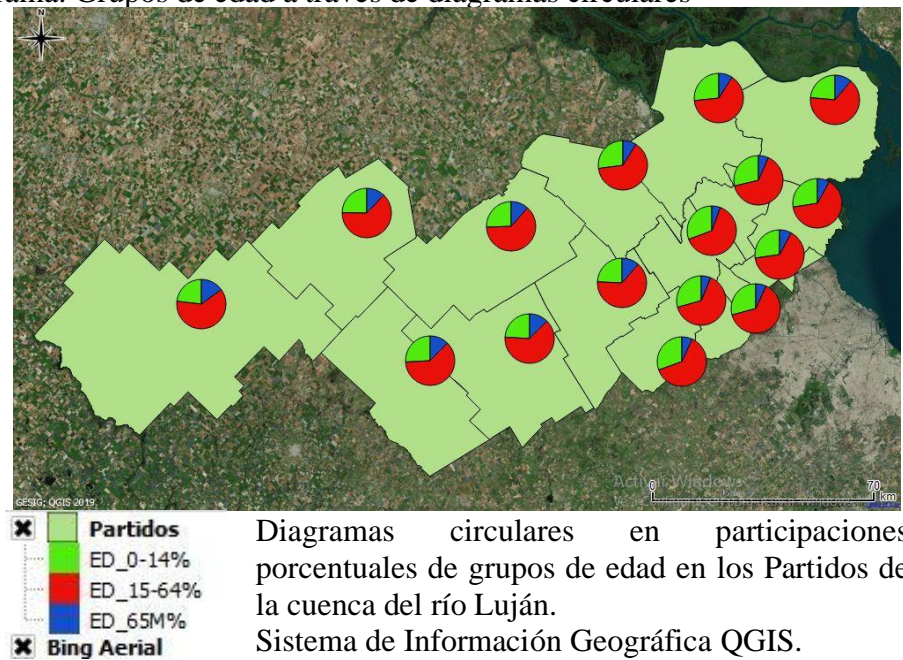
Existen diversas maneras de representar aspectos temáticos. El primer paso es la definición de un *mapa base* con la localización propia de cada unidad espacial considerada y luego se define el sistema de gráfica temática (Paso Viola, 2003): utilizar esquicios diagramáticos en base a datos estadísticos (*cartogramas*), la combinación de mapas con diagramas insertos (*cartodiagrama*), presentar distribuciones a través del trazado de puntos aleatorios o regulares, generar isolíneas a partir de datos puntuales o llevados a puntos con un posible avance en 3D, generar unidades espaciales de diferentes tamaños con magnitud asociada a sus valores (*anamorfosis o cartogramas de distorsión*), o simplemente, la realización de mapas en los cuales se determina un color a partir de un valor asignado a las unidades espaciales (*coropléticos*).

Este último corresponde a la modalidad de mayor utilización al momento de representar la distribución espacial de datos de salud en unidades areales. El mapa base utilizado corresponde a unidades administrativas (países, provincias, departamentos, municipios) o censales (fracciones, radios) y se colorean estas unidades con una intensidad que hace referencia a la intensidad del valor de la variable.

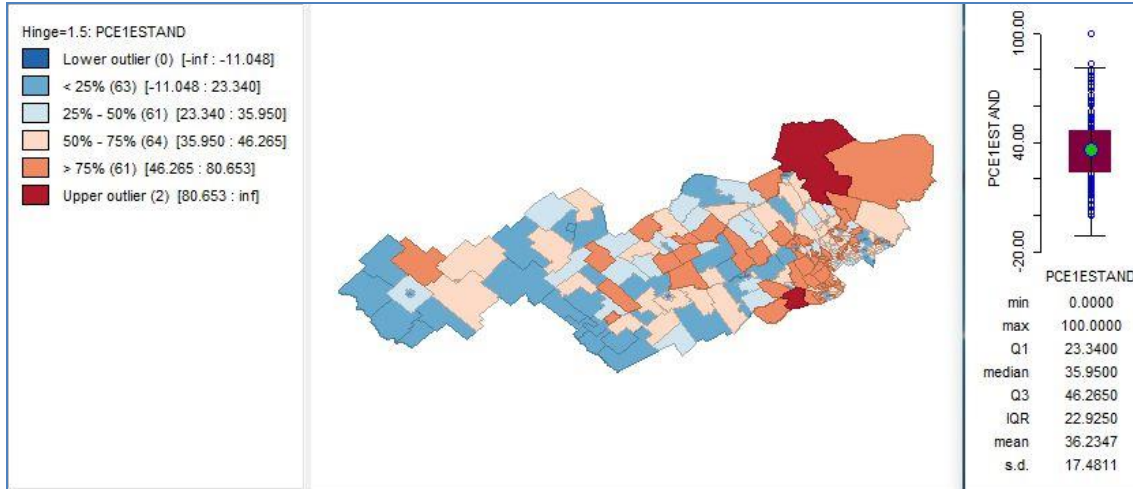
**Figura 1. Cuenca del río Luján. Partidos y Radios censales.**  
Mapa coroplético. Condicionantes Socioespaciales de la Salud.



**Figura 2. Cuenca del río Luján. Partidos.**  
Cartodiagrama. Grupos de edad a través de diagramas circulares



**Figura 3. Cuenca del río Luján. Box-map (mapa de caja) y Box-plot (gráfico de caja) de los CSS.**



**Nota:** El box-plot presenta dos puntos extremos en su parte superior y estas unidades espaciales aparecen resaltadas con el color más oscuro en la cartografía.

### 3.4. Análisis de asociación espacial mediante el gráfico de dispersión

Como lo hemos presentado anteriormente, la perspectiva de un análisis exploratorio bivariado encuentra su representación a través del *gráfico de dispersión (scatter diagram)*. Su aplicación brinda como resultado una nube de puntos en el interior de dos ejes de coordenadas ortogonales que contienen el continuo de los valores que puede tener la variable.

Cuando los datos de cada variable se transforman a puntajes estándar cada uno de estos ejes toma el sector central del gráfico partiendo del valor 0 (media) y quedan definidos cuatro cuadrantes básicos en el *espacio de relaciones*. El cuadrante inferior izquierdo concentra unidades espaciales con bajos valores en ambas variables, el cuadrante superior izquierdo con bajos valores en  $x$  y altos en  $y$ , el cuadrante superior derecho con valores altos en ambas variables, y el cuadrante inferior derecho con valores altos en  $x$  y bajos en  $y$ .

El puntaje  $z [ 1 ]$  destaca valores negativos y positivos que se dispersan del promedio con valor 0, por lo tanto permite la realización de mapas que destacan la posición de cada unidad espacial respecto del valor de tendencia central.

$$[ 1 ] z = \frac{x - \bar{x}}{\sigma}$$

donde  $x$  es el dato de cada unidad espacial,  $\bar{x}$  es la media aritmética y  $\sigma$  el desvío estándar de la serie de datos.



El sentido de la relación entre ambas variables surge de la *recta de regresión* [ 2 ] con base en la nube de puntos formada por las posiciones de cada unidad espacial en el sistema de coordenadas. Si el sentido de la recta es desde el espacio - - (menos, menos) al espacio ++ (más, más) la relación se produce de manera directa y si va desde el espacio -+ (menos, más) al espacio +- (más, menos) la relación es inversa, no existiendo correlación cuando la nube de puntos se presenta redondeada con lo cual se hace imposible determinar un sentido.

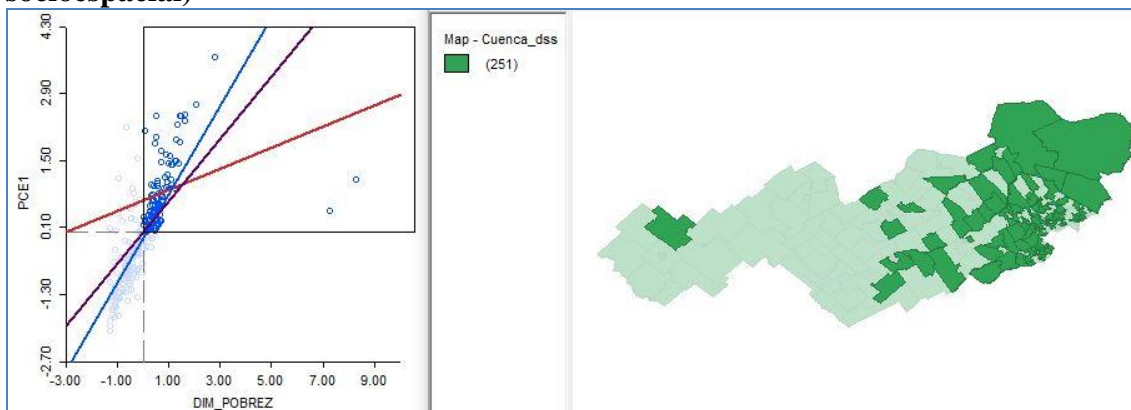
$$[ 2 ] \quad y = a + bx$$

donde  $a$  es el valor que asume  $y$  en la ordenada al origen, es decir el punto por donde la recta corta el eje  $y$  cuando  $x=0$  y  $b$  es la pendiente de la recta. El cálculo y su gráfica se utiliza asimismo en el análisis de regresión, cuando se intentan predecir valores en la variables dependiente ( $y$ ) a partir de la variable independiente ( $x$ ).

También es de destacar que si todos los puntos se ubican sobre la recta, existiría una correlación perfecta que arroja un valor del coeficiente de correlación de Pearson  $r=1$  o  $r=-1$  para la relación perfecta positiva y negativa respectivamente. El coeficiente  $r$  de Pearson simplificado para valores estandarizados es:

$$[ 3 ] \quad r_{x,y} = \frac{\sum x*y}{n}$$

**Figura 4. Cuenca del río Luján. Diagrama de dispersión. Relación entre los CSS y Pobreza – selección del cuadrante ++ (situación de máxima desfavorabilidad socioespacial)**



**Nota:** Los puntos seleccionados en el diagrama de dispersión aparecen en color oscuro. Las unidades espaciales vinculadas quedan resaltadas en configuración periférica.

### 3.5. Análisis de Autocorrelación Espacial

La considerada primera ley de la geografía (*ley de Tobler*) afirma que todo está relacionado con todo, pero las cosas más cercanas se encuentran más relacionadas entre sí que con las

más lejanas, en la actualidad debería considerarse para cada caso particular, ya que los aspectos humanos se apartan de esta ley con mayor facilidad que los aspectos físicos. La fragmentación sociocultural actual puede verse espacialmente en los modelos urbanos basados en la fragmentación (Buzai, 2014), en donde tanto los espacios centrales como periféricos muestran cambios territoriales bruscos.

El concepto de *autocorrelación espacial* apoya la medición de contigüidad en el espacio geográfico. No se refiere a la correlación entre dos variables en un mismo espacio, sino a una única variable en diferentes unidades espaciales. Cuando centramos el análisis en una determinada unidad espacial y sus unidades espaciales vecinas tienen similares comportamientos, se afirma que existe una autocorrelación espacial positiva, de manera inversa habría una autocorrelación espacial negativa y una ausencia de autocorrelación indicaría una distribución espacial aleatoria.

El principal índice que se ha utilizado para medir esta característica espacial es el *I* de Moran [ 4 ], actualmente incorporado satisfactoriamente en los SIG (Anselin, 2003).

$$[ 4 ] I = \frac{n \sum_i (x_i - \bar{x}) \sum_j w_{ij} (x_j - \bar{x})}{(\sum_i \sum_j w_{ij}) \sum_i (x_i - \bar{x})^2}$$

Donde *n* es la cantidad de unidades espaciales,  $x_i$  y  $x_j$  es el valor de la variable en la unidad espacial *i* y *j*,  $\bar{x}$  es la media de la variable, y  $w_{ij}$  es una ponderación que indica la relación de contigüidad entre las unidades espaciales *i* y *j*.

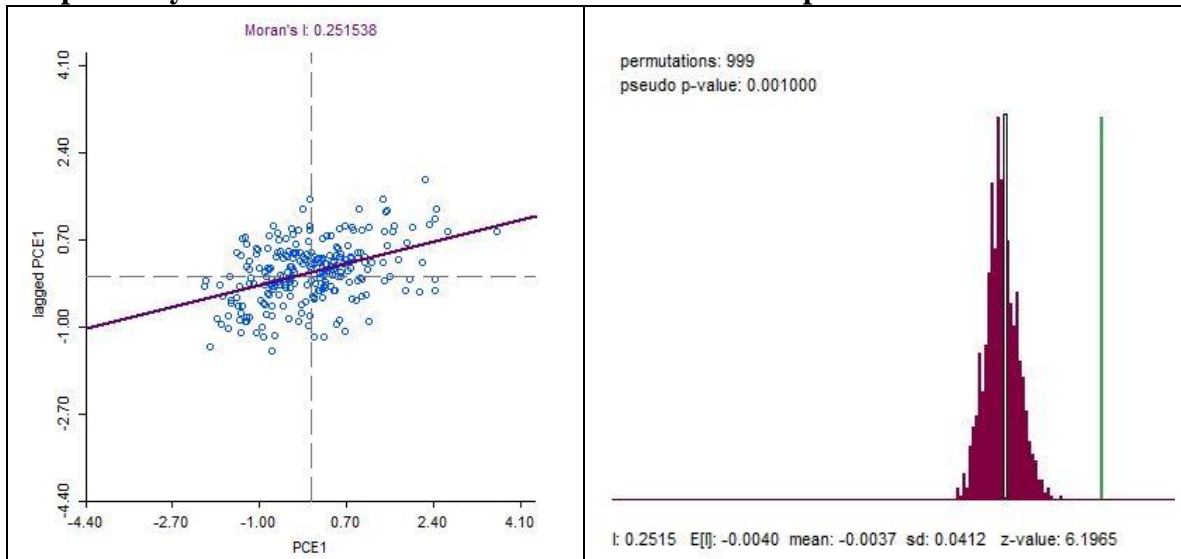
La significatividad del índice *I* se obtiene a partir del test de aleatoridad a partir de contrastar los valores del índice de Moran observado  $O(I)$  y el que se produciría aleatoriamente, considerado el esperado  $E(I)$ :

$$[ 5 ] E(I) = \frac{-1}{n-1}$$

Al utilizar un diagrama de dispersión la relación puede interpretarse como un coeficiente de correlación de Pearson. Desarrollos didácticos destacables para el cálculo de *I* pueden encontrarse en Gámir Orueta, A. (1995) y Celemin (2010).

Los resultados numéricos de *I* para diferentes dimensiones de los CSS son significativos a partir del alejamiento el valor de  $E(I) = -0,004$ : Dimensión Educación (0,213), Dimensión Economía (0,636), Dimensión Pobreza (0,165), Dimensión Construcción (0,208), Dimensión Servicios (0,404), Dimensión Equipamiento (0,242) y el PCE (0,252).

**Figura 7. Cuenca del río Luján. Análisis de autocorrelación espacial. Diagrama de dispersión y tesis de aleatoriedad de la autocorrelación espacial.**



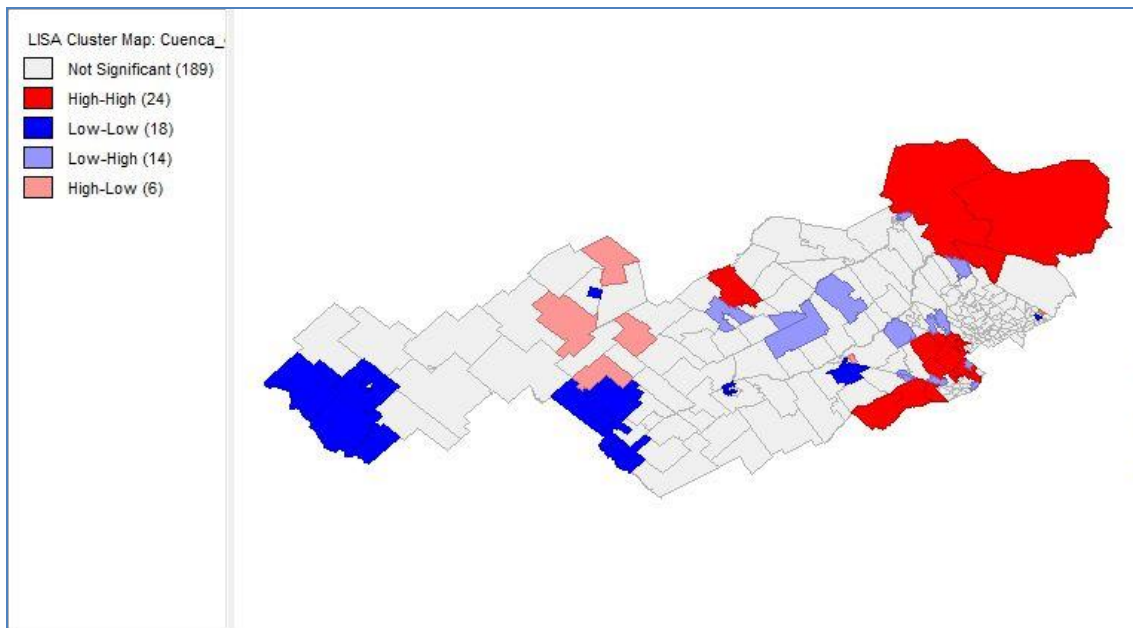
**Nota:** La distancia entre las barras verticales  $E(I)$  dentro del histograma y  $O(I)$  con corrimiento hacia la derecha es significativo de la no-aleatoriedad del resultado obtenido y la existencia de autocorrelación espacial.

Los denominados *hot-spots* y *cold-spots* son agrupamientos espaciales locales con altos y bajos valores respectivamente. Surgen de la propuesta de Anselin (1995) a partir de los indicadores locales (LISA, *Local Indicators of Spatial Association*) [ 6 ].

$$[ 6 ] I_i = (x_i - \bar{x}) \sum_j w_{ij} (x_j - \bar{x})$$

donde la sumatoria sobre  $j$  está realizada solamente sobre los valores vecinos, y los pesos de  $w$  se encuentran en valores estandarizados. Presentaciones detalladas en esta metodología se encuentra en Haining *et al.* (1998) y O'Sullivan y Unwin (2003) y a continuación se ha generado su aplicación al presente caso de estudio.

**Figura 8. Cuenca del río Luján. Análisis de autocorrelación espacial. Determinación de *cluster* con significatividad. A la izquierda aparición de *hot-spots* y *cold-spots*. A la derecha la significatividad estadística de las relaciones.**



**Nota:** A la izquierda, el *cold-spot* (bajo-bajo) es central en negro y el *hot-spot* (alto-alto) es periférico en cuadrículado. A la derecha los valores de significatividad.

#### 4. Consideraciones finales

Las aplicaciones presentadas muestran las posibilidades que brinda el ESDA mediante la utilización de cartografía temática, diversos gráficos y el cálculo de la autocorrelación espacial, las cuales resultan ser de suma utilidad al momento de estudiar las distribuciones y asociaciones espaciales como situaciones contextuales surgidas del tratamiento de variables.

El caso de estudio muestra su utilidad en un espacio regional a partir del cual se van realizando diferentes aproximaciones que llevan a la definición de los elementos centrales de la estructura espacial de los CSS. Mapa coroplético en cortes naturales en una inicial clasificación espacial que presenta de forma graduada la distribución espacial de los PCE, cartodiagrama con gráfico de sectores circulares que presenta la estructura de edad de cada municipio, mapa de caja (a partir del *box-plot*) que descubre dos fracciones censales con valores extremos, un análisis bivariado que vincula la dimensión pobreza con el PCE, el text de autocorrelación y la definición de cúmulos con altos y bajos valores en el PCE.

Aparece finalmente destacado el sector Este con tres cúmulos altos en desfavorabilidad vinculados a la periferia del Gran Buenos Aires y cúmulos bajos correspondientes a ciudades de tamaño intermedio y zonas rurales. Destaca los espacios prioritarios en los cuales habría que intervenir decididamente en aspectos de promoción de la salud y a partir de allí dirigir la acción hacia los corredores de mayores valores, lo cuales incluyen las áreas más desfavorables en cada uno de los municipios.

Desde un punto de vista técnico los vínculos entre gráficos y cartografía generan una herramienta muy útil para aplicar en el análisis espacial mediante la tecnología SIG y, al mismo tiempo, es un apoyo importante en posibilidades de representación, visualización y comunicación. El ESDA, vinculado a la tecnología SIG y SADE, aplicado a la Geografía de la Salud brinda posibilidades notables que llevan a comprender, mediante procedimientos claramente sistematizados, el comportamiento estructural-espacial de los datos y se convierte en una herramienta teórico-metodológica fundamental para la planificación.

## Referencias bibliográfica

Agresti, A., Finlay, B. (1997). *Statistical Methods for the Social Sciences*. New Jersey: Prentice Hall.

Anselin, L. (1995). Local Indicators of Spatial Association – LISA. *Geographical Analysis*. 27, 2, 93-115.

Anselin, L. (1998). Interactive techniques and exploratory spatial data analysis. En P.A. Longley; M.F. Goodchild, D.J. Maguire, D.W. Rhind (eds.) *Geographical Information Systems: Principles, Techniques, Management and Applications*. (pp. 251-264). New York: John Wiley.

Anselin, L. (2003). *Exploratory Spatial Data Analysis and GeoDa*. Urbana-Champaign: University of Illinois, Center for Spatially Integrated Social Science.

Barcellos, Ch. (2008). Os indicadores da pobreza e a pobreza dos indicadores: uma abordagem geográfica das desigualdades sociais em saúde. En Ch. Barcellos (Org.) *A Geografia e o contexto dos problemas de saúde*. (pp. 107-139). Rio de Janeiro: Abrasco.

Barcellos, Ch., Buzai, G.D. (2007). La dimensión espacial de las desigualdades sociales en salud: aspectos de su evolución conceptual y metodológica. *Anuario de la División Geografía 2006*. (pp. 275-292). Luján: Universidad Nacional de Luján.

Bosque Sendra, J., Moreno Jiménez, A. (1994). *Análisis exploratorio y multivariante de datos*. Barcelona: Oikos-tau.

Bosque Sendra, J., Zamora Ludovic, H. (2002). Visualización geográfica y nuevas cartografías. *GeoFocus*. 2, 61-77.

Buzai, G.D. (2002). *Atlas digital de la cuenca del río Luján*. versión CD. Luján: Universidad Nacional de Luján.

Buzai, G.D. (2003). *Mapas Sociales Urbanos*. Buenos Aires: Lugar Editorial. (Segunda edición, 2014).

Buzai, G.D. Ed. (2007). *Métodos cuantitativos en Geografía de la Salud*. Luján: Universidad Nacional de Luján.

Buzai, G.D. (2008). Sistemas de Información Geográfica en Geografía de la Salud. En: Pickenhayn, J.A. (Comp.) *Salud y enfermedad en Geografía*. (pp. 111-134). Buenos Aires: Lugar Editorial.

Buzai, G.D.; Baxendale, C.A. (2012). *Análisis Socioespacial con Sistemas de Información Geográfica*. Buenos Aires: Lugar Editorial.

Buzai, G.D.; Humacata, L.; Principi, N. (2019). *Análisis Espacial y Sistemas de Información Geográfica*. Bernal: Universidad Nacional de Quilmes.

Buzai, G.D.; Lanzelotti, S.L.; Paso Viola, L.F.; Principi, N. (2018). Cartografía analógica y digital para la delimitación regional y el análisis temático: aplicación a la cuenca del río Luján (Argentina). *Revista de Geografía Norte Grande*. 69, 99-119.

Buzai, G.D., Santana Juárez, M.V. (2018). Condicionantes Socioespaciales de la Salud: Bases y alcance conceptual. *Anuario de la División Geografía*. 12, 147-158

Buzai, G.D., Villerías Alarcón, I. (2018). Análisis espacial de los Determinantes Sociales de la Salud en la cuenca del río Luján (Provincia de Buenos Aires, Argentina). *Estudios Socioterritoriales*. 23, 155-169

Buzai, G.D., Villerías Alarcón, I. (2018). Concentración espacial de los Determinantes Sociales de la Salud en la cuenca del río Luján (Provincia de Buenos Aires, Argentina). *Huellas*. 22, 1, 67-86

Celemin, J.P. (2010). Autocorrelación espacial e indicadores locales de asociación espacial. Importancia, estructura y aplicación. *Revista Universitaria de Geografía*.

Cromley, E.K., McLafferty, S.L. (2002). *GIS and Public Health*. New York: The Guilford Press.

Curto, S.I. (2003). Mapas en Geografía Médica. *Cuaderno Prudentino de Geografía*. 25, 111-129.

Gámir Orueta, A. (1995). Análisis de Áreas. En A. Gámir Orueta, M. Ruiz Pérez, J.M. Seguí Pons. *Prácticas de Análisis Espacial*. (pp. 201-247). Barcelona: Oikos-tau.

Gatrell, A.C. (2002). *Geographies of Health*. London: Blackwell.

Haining, R., Wise, S., Ma, J. (1998). Exploratory spatial data analysis in a geographic information system environment. *The Statistician*. 47, 3, 457-469.

Hair, J.F., Anderson, R.E., Tatham, R.L., Black, W.C. (1999). *Análisis multivariante*. Madrid: Prentice Hall Iberia.

INDEC. (2013). Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010. Buenos Aires: Instituto Nacional de Estadística y Censos, Base de datos REDATAM.

Iñiguez, L., Barcellos, Ch. (2014). La cartografía en Salud Pública: viejos problemas y nuevas oportunidades. *Revista do Departamento de Geografía*. Volume Especial Cartogeo, 390-412.

Koch, T. (2005). *Cartographies of Disease*. Redlands: Esri Press.

Lanzelotti, S.D., Buzai, G.D. (2015) *Delimitación de la cuenca del río Luján, Provincia de Buenos aires, Argentina*. Luján: Universidad Nacional de Luján, Instituto de Investigaciones Geográficas, Informe Técnico 01 PICT 2014-1388.

Olivera, A. (1993). *Geografía de la Salud*. Madrid: Síntesis.

O'Sullivan, D., Unwin, D. (2003). *Geographic Information Analysis*. New Jersey: John Wiley & Sons.

Paso Viola, F. (2003). *Diccionario de Términos – Geografía*. Buenos Aires: Geosistemas.

Paso Viola, L.F. (2013). Análisis cronológico documental de la evolución de la Cartografía en la alta cuenca del río Luján bajo la óptica de los procesos históricos globales y locales. *Anuario de la División Geografía*. Luján: Universidad Nacional de Luján, Departamento de Ciencias Sociales.

Photis, Y.N. (2016). Disease and Health Care Geographies: Mapping Trends and Patterns in a GIS. *Health Science Journal*. 10, 3.

Pickenhayn, J.A. (2008). Geografía de la Salud: el camino de las aulas. En Ch. Barcellos (Org.) *A Geografía e o contexto dos problemas de saúde*. (pp. 63-84). Rio de Janeiro: Abrasco.

Rabella, J.M. (2016). Mapa y SIG: medio siglo para un reencuentro... o del mito a un gran triunfo. *Boletín Red GESIG*. 4, 6-8.

Tukey, J.W. (1977). *Exploratory Data Analysis*. Reading: Addison-Wesley.



Esta obra se encuentra bajo Licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0. Internacional. Reconocimiento - Permite copiar, distribuir, exhibir y representar la obra y hacer obras derivadas siempre y cuando reconozca y cite al autor original. No Comercial – Esta obra no puede ser utilizada con fines comerciales, a menos que se obtenga el permiso.