

ISSN: 0328 - 6002



# NORDESTE

Segunda época

---

Serie: Docencia

---

19

GEOGRAFÍA



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE  
FACULTAD DE HUMANIDADES  
RESISTENCIA - CHACO - REP. ARGENTINA

2006

Autoridades de la Facultad de Humanidades

**Decana:**

Prof. María Delfina Veiravé

**Vicedecana:**

Dra. Vilma H. Arovich de Bogado

**Secretaria Académica:**

Dra. Mirta Liliana Ramírez

**Secretaria de Posgrado:**

Dra. María Silvia Leoni

**Secretaría de Extensión, Capacitación y  
Servicios:**

Magíster María Teresa Alcalá

**Secretario de Asuntos Estudiantiles**

Sr. Ricardo Daniel Rosales

Los conceptos, ideas y opiniones contenidas en los trabajos firmados son de exclusiva responsabilidad de sus autores.

Diseño de tapa: Rodolfo Schenone

La correspondencia y el canje puede dirigirse a la Facultad de Humanidades, Universidad Nacional del Nordeste, Avenida Las Heras No.727, C.P. 3.500 – Resistencia –Chaco–República Argentina  
TELEFAX: 54-03722- 446958

EMAIL: [exeten@hum.unne.edu.ar](mailto:exeten@hum.unne.edu.ar)

ISSN 0328 - 6002



## Medidas Estadísticas Aplicadas al Estudio de la Distribución Espacial de la Población

Prof. Osvaldo Daniel Cardozo<sup>2</sup>

### Introducción

Pese a que la discusión respecto al objeto de la Geografía es una cuestión sin fin, todos coinciden en que su preocupación central es la distribución de los fenómenos naturales y humanos sobre la superficie terrestre. En este sentido Oliver Dollfus (1978) afirma que el geógrafo estudia *los modos de organización del espacio terrestre, así como la distribución de las formas y las poblaciones sobre la epidermis de la Tierra* y termina por señalar -citando a Peter Haggett- que *las distribuciones en el espacio, y el tema geométrico ...en donde se recurre a las técnicas matemáticas y tiene una de sus expresiones en el mapa*, son dos de los temas primordiales de atención para los geógrafos.

De allí el fuerte interés de la comunidad geográfica por tratar de reconocer los patrones que rigen la disposición de los elementos del paisaje. Así mismo, dicha cuestión constituye una idea central en el campo de la Geografía de la Población: conocer *dónde, cómo y por qué* se distribuyen los habitantes en un espacio determinado, resulta fundamental para iniciar el estudio de otros temas (composición, movimiento natural, movilidad espacial, crecimiento, etc).

En la búsqueda de una mayor rigurosidad científica, la Geografía Cuantitativa brinda numerosas herramientas de análisis aplicados al espacio. Pese a ello, los estadísticos más empleados en los estudios geográficos están relacionados generalmente con medidas de tendencia central y dispersión, cumplen por lo tanto, un fin esencialmente descriptivo.

Puesto en claro la relevancia del estudio de las distribuciones para la ciencia geográfica, se plantea la aplicación de algunos estadísticos como modo de aproximación al estudio de los asentamientos de la población sobre el territorio. Se trata de medidas descriptivas, de cálculo relativamente sencillo, y a través de su representación cartográfico-matemática ponen en evidencia desequilibrios territoriales, los cuales, presentados de otra manera -no espacial- resultan menos observables.

En este contexto se propone el uso de tres medidas estadísticas aplicadas al análisis espacial: el *Índice R*, *Centro de Gravedad Simple*, y *Centro de Gravedad Ponderado*. Para ello

<sup>2</sup> Becario de Investigación en la Secretaría General de Ciencia y Técnica, y Auxiliar Docente de 1º Categoría en la cátedra Geografía de la Población (Departamento de Geografía de la Facultad de Humanidades), de la Universidad Nacional del Nordeste (UNNE).



se toma como referencia territorial a la Provincia del Chaco (división político-administrativa) y las ciudades cabeceras de departamento.

#### ***Estadística Espacial y Distribución de los Asentamientos***

La denominada estadística espacial ofrece una gama de técnicas para el estudio de distintos tipos de fenómenos de índole territorial, según se trate de puntos, líneas o áreas. Pese a ello, son pocos los geógrafos que las emplean de manera frecuente, es más ...*resulta sorprendente comprobar los pocos progresos que se han llevado a cabo en el desarrollo y aplicación de la estadística espacial* (David Ebdon, 1982: 213), tanto entre los geógrafos como en la misma comunidad de estadísticos.

Los procedimientos cartográficos resultan sumamente útiles en los estudios de distribución de la población, al permitir visualizar su localización concreta sobre el territorio. En este sentido Rafael Puyol (1990: 33) afirma que los métodos estadísticos resultan más abstractos, pero al mismo tiempo, completan esta visión contribuyendo a un resultado más riguroso. De esta manera lo han entendido los desarrolladores de programas SIG -Sistema de Información Geográfica-, quienes incluyen en las funciones de los software numerosas aplicaciones de análisis espacial basados en un fuerte contenido estadístico (Moda, Mediana, Desviación, Varianza).

Por su parte, los asentamientos humanos como uno de los fenómenos de interés, tiene una larga data en los estudios geográficos. Así lo entiende Dollfus (1978) cuando sostiene que *el ámbito fundamental de la Geografía sigue siendo, no obstante, el estudio de los grupos humanos, de las poblaciones que ordenan el espacio donde viven y del cual viven...* pues considera que son los responsables de modelar -en mayor o menor grado- el paisaje resultante.

Los asentamientos humanos se distribuyen sobre el espacio bajo diversas formas; en ciertos casos tienden a concentrarse sobre algunas áreas favorecidas por determinados factores de atracción -naturales o humanos-, en tanto que en otros, la instalación humana tiende a dispersarse sobre el territorio cuando actúan factores negativos o de repulsión para la instalación del hombre.

En esta ocasión resulta de interés el modo en que se distribuyen los asentamientos humanos agrupados, es decir, la población concentrada bajo alguna forma convencional -caserío, pueblo, ciudad-, como forma de entender las discontinuidades que presenta la ocupación del espacio por parte del hombre al desarrollar sus actividades. Para este caso en particular -y bajo la óptica del análisis espacial-, los asentamientos o poblaciones agrupadas son asimilables a un fenómeno de tipo puntual.

Recapitulando las ideas anteriores, tal vez sea el momento oportuno de reflotar las virtudes de estas aplicaciones propias del campo de las ciencias exactas, pero que -pese a sus



limitaciones- conducen a nuevos y válidos argumentos para sostener las afirmaciones que hace la Geografía en sus estudios sobre las distribuciones espaciales.

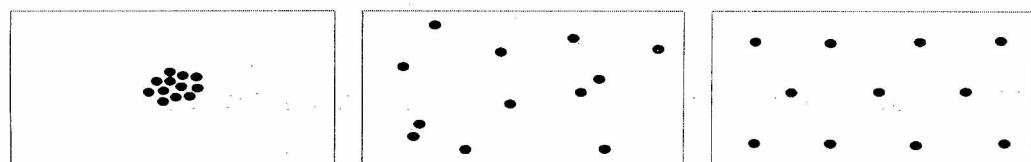
### El Índice *R*

Se trata de uno de los índices empleados para medir la distribución -grado de concentración como de dispersión- de los asentamientos humanos sobre el territorio. Su cálculo arroja valores comprendidos entre 0 y 2,15. El 0 indica el carácter de mayor concentración posible en un sistema de asentamientos, y donde los mismos estarán muy próximos entre sí. En cambio el valor 2,15 señala la existencia de un sistema en el cual la dispersión es máxima, y todos los asentamientos se distribuyen regularmente sobre el espacio. Por su parte, el valor 1 corresponde a una red de asentamientos dispuestos en forma aleatoria, o sea, sin orden alguno (Del Canto Fresno y Otros, 1993).

Pero estos valores se ajustan a situaciones modélicas e hipotéticas, ya que prácticamente es imposible que la disposición de los asentamientos en la realidad arroje los valores extremos (0 y 2,15). Por lo tanto, solo actúan como parámetros para evaluar los resultados obtenidos de situaciones reales. A modo de ejemplo: valores de 0,3 ó 0,4 muestran una fuerte centralización espacial de los asentamientos (sistemas concentrados); si el valor es alrededor de 0,8 la distribución refleja un sistema aleatorio con tendencia a la concentración; ahora, si el conjunto de asentamientos posee un valor de 1,2 puede interpretarse que corresponde también a un sistema aleatorio pero con tendencia a la distribución regular; en cambio si llega a 1,8 es evidente que estamos en presencia de una disposición prácticamente uniforme o regular de los asentamientos.

En la literatura específica se afirma que dicho índice es aplicado a fenómenos de localización puntual, como fábricas, almacenes, aeropuertos, estancias o centros urbanos; este último caso es adoptado como exemplificación. Concretamente se propone trabajar con las ciudades cabeceras de los departamentos en la Provincia del Chaco, a partir de los cuales se

### Tipos de Distribución de Asentamientos (según Chorley y Haggett, 1971)



$R_n = 0$   
CONCENTRADA

$R_n = 1$   
ALEATORIA  
95

$R_n = 2.15$   
UNIFORME

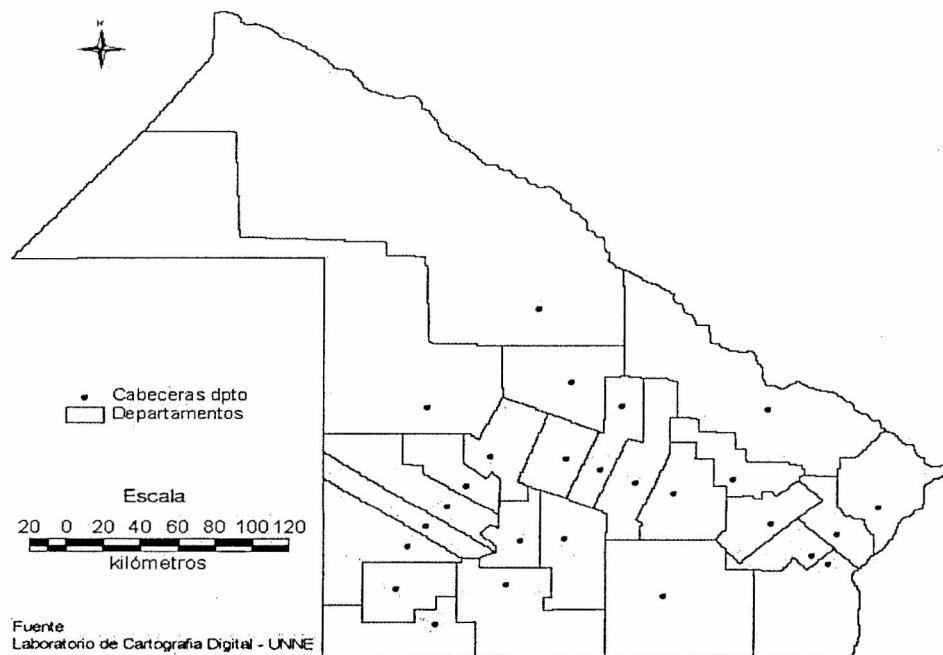


determinará el grado de concentración del sistema de núcleos urbanos.

El procedimiento seguido para el cálculo de este índice, incluye los pasos que a continuación se describen:

- Determinar el número de núcleos urbanos que constituyen cabeceras de departamento.
- Indicar en el mapa de la Provincia -con una flecha- al vecino más próximo de cada asentamiento (ver MAPA).

### Provincia del Chaco División Departamental y Ciudades Cabeceras





- Medir sobre el mapa en línea recta la distancia que existe entre ambos, y consignar el valor en un cuadro como en los ejemplos siguientes:

Núcleo de Población	Núcleo más Próximo	Distancia al Núcleo más Próximo (en centímetros)
San Bernardo	Villa Berthet	0.6
Juan José Castelli	Tres Isletas	1.3
	N	<i>d</i>

- Proceder de igual forma con los asentamientos restantes (25 localidades) hasta terminar de confeccionar la tabla.
- Obtenidos los valores de la distancia entre cada núcleo y su vecino más próximo, se procede a sumarlos ( $\sum d$ ), y el valor obtenido se divide por el número de localidades cabeceras de departamento ( $N$ ) para hallar el promedio ( $\bar{d}$ ) aplicando la siguiente fórmula:

$$\bar{d} = \frac{\sum d}{N}$$

- Para convertir la distancia promedio obtenida (medida en centímetros sobre el mapa) a una distancia real sobre el territorio, es necesario determinar la escala numérica del mapa<sup>3</sup>, y luego multiplicar el valor obtenido ( $\bar{d}$ ) por el denominador de dicha escala.
- Superada esta etapa es posible calcular el valor de  $R_n$ , considerando que el número de asentamientos es 25 y la superficie correspondiente a la Provincia del Chaco es de 99.633 km<sup>2</sup>, en base a la siguiente fórmula:

$$R_n = 2 \cdot \bar{d} \sqrt{\frac{N}{S}}$$

<sup>3</sup> Recordar que la escala numérica a partir de la siguiente fórmula:  $D = \frac{L}{l}$  o sea, distancia real sobre la distancia en el papel.



Donde:

$\bar{d}$  es la distancia media entre cada núcleo y su vecino más próximo,

$N$  es el número de núcleos (cabeceras de Departamento)

$S$  la superficie del espacio en la que éstos se ubican (Provincia del Chaco)

### Los Centros de Gravedad

Otras medidas estadísticas posibles de utilizar en los estudios de distribución de los sistemas de asentamientos, son los denominados *centros de gravedad*, equivalentes en la estadística convencional al valor promedio en un conjunto de datos numéricos ó la media aritmética ( $\bar{x}$ ) en una distribución de frecuencias. Aplicada esta noción al espacio, su localización concreta por medio de coordenadas aporta un nuevo dato acerca de la distribución de los asentamientos sobre el territorio, es por lo tanto, un complementando los resultados obtenidos con del Índice  $R$ .

*El centro de gravedad de un sistema de asentamientos se determina a través del siguiente procedimiento:*

- Sobre el mapa con las cabeceras departamentales, situar un eje de coordenadas arbitrario<sup>4</sup>. Por convención se adopta como origen del mismo el extremo inferior izquierdo de la representación cartográfica.
- Definidos ambos ejes ortogonales, al de las ordenadas ( $Y$ ) se lo denomina «norte» y al de las abscisas ( $X$ ) se lo llama «este».
- Luego se obtienen las coordenadas para cada asentamiento, definidas por un determinado valor en el eje de la ordenada (*norte*) y otro valor sobre el de las abscisas (*este*).

<sup>4</sup> Para aplicar la mayor parte de los estadísticos espaciales, debe medirse la posición de los puntos en relación a algún sistema de coordenadas; sin embargo, tanto la orientación de la red de coordenadas como, el punto a partir del cual se miden las coordenadas -el origen de la misma-, son totalmente arbitrarios. Los únicos requisitos de un sistema coordenado a utilizar en los cálculos de la estadística espacial, son: que los ejes coordinados han de ser perpendiculares entre sí -ortogonales-, y que las mediciones sobre ambos ejes debe hacerse en las mismas unidades (Ebdon, 1982).



- Con los valores resultantes se completa una tabla como la que se ejemplifica a continuación:

Localidad	Coordenadas	
	X (este)	Y (norte)
Resistencia		
Juan José Castelli		
$\sum X$		$\sum Y$

- Luego se calcula la media aritmética con los valores de coordenadas que asumen los distintos asentamientos en uno y otro eje, es decir, el promedio de los nortes y de los estes como lo indican a continuación las fórmulas:

$$\bar{Y} = \frac{\sum Y}{N} \quad ; \quad \bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

Los valores anteriores definen un punto en el mapa que constituye el *centro de gravedad* -o punto de equilibrio- de la distribución de asentamientos urbanos en la Provincia; este caso representa una distribución donde todos los puntos poseen igual valor, y se lo denomina usualmente *centro de gravedad simple*.

Pero ello no siempre es factible en la realidad; por ejemplo, al momento de evaluar los resultados obtenidos, la importancia o peso de la ciudad de Resistencia en el conjunto de localidades no es la misma que San Bernardo, en razón de la fuerte atracción sobre la población y las actividades económicas que ejerce la capital de la Provincia.

*Si se profundiza el conocimiento de los asentamientos sobre el territorio, resulta claro que el dispar desarrollo de los centros urbanos determina un grado de influencia en la organización del espacio, acorde a su jerarquía. Ello hace necesario considerar la importancia que adquieren los diferentes asentamientos, de acuerdo a la ponderación de una variable cuantitativa y medible (número de habitantes, renta, producción, superficie construida, etc).*

Para mejorar la medición y poner énfasis sobre las diferencias existentes en la realidad, se propone calcular el *centro de gravedad ponderado*. Este índice contempla la distinta



importancia o «peso» asignado a cada asentamiento, en base a la ponderación de una variable capaz de ser conocida en una escala de medida. El procedimiento para su cálculo es el siguiente:

- En la tabla donde se obtuvieron anteriormente las coordenadas (*estes* y *nortes*) para las localidades, se agrega una columna con valores de una variable ponderable, por ejemplo: población (cantidad de habitantes).
- En una nueva columna se registran los resultados del producto entre los valores de coordenadas *x* e *y* para cada asentamiento, con los correspondientes a la variable población (*w*). De esta manera se obtienen las coordenadas ponderadas:  $X_w$  e  $Y_w$  de cada localidad

Localidad	Coordenadas X (este) Y (norte)		Población (w)	Coordenadas Ponderadas $X_w$ (este) $Y_w$ (norte)	
Resistencia	12.1	2.0	278.000	3.363.800	556.000
Juan José Castelli	8.0	6.7	45.000	360.000	301.500
	$\sum X$	$\sum Y$	$\sum w$	$\sum X_w$	$\sum Y_w$

- Luego se aplica la fórmula de la media aritmética ponderada, consistente en la división de la sumatoria de las coordenadas ponderadas ( $\sum X_w$  e  $\sum Y_w$ ) sobre la suma de los valores de la variable ponderada ( $\sum w$ ).

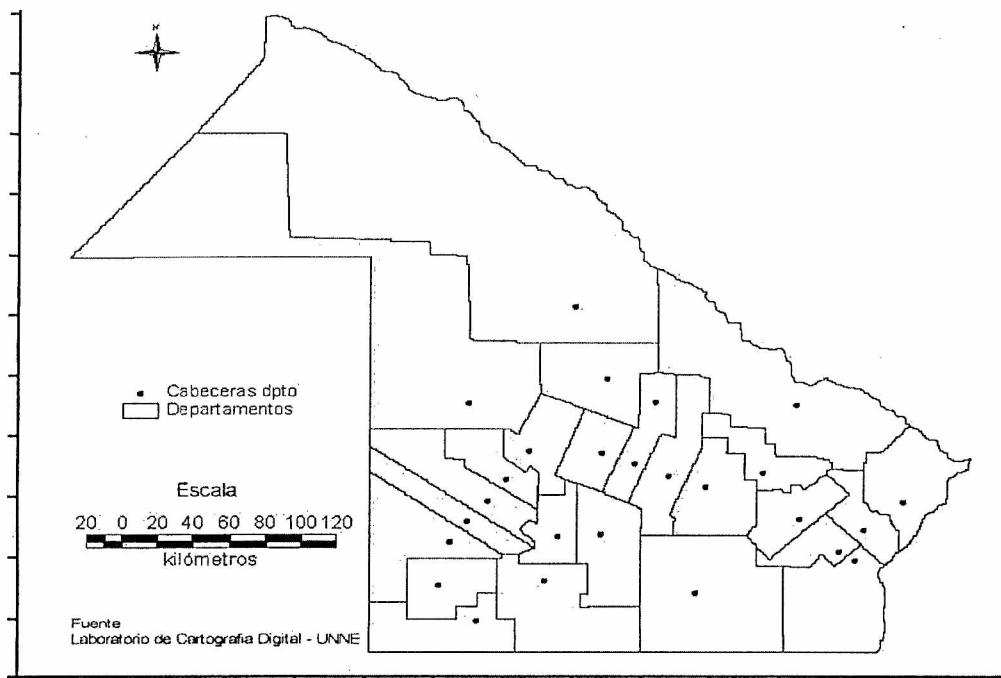
$$\bar{x}_w = \frac{\sum X_w}{\sum w} ; \quad \bar{y}_w = \frac{\sum Y_w}{\sum w}$$

De esta forma, la media de las coordenadas x ponderadas ( $\bar{x}_w$ ) y la media de las coordenadas y ponderadas ( $\bar{y}_w$ ), definen la posición del centro de gravedad ponderado.

Aplicados al territorio de la Provincia del Chaco, estos valores indican las coordenadas del centro de gravedad demográfico, considerando a los asentamientos urbanos que constituyen cabeceras departamentales, y luego es posible localizarlos sobre el mapa.



### Provincia del Chaco División Departamental y Ciudades Cabeceras





### *Consideraciones Finales*

Por su esencia misma, la Geografía ha mostrado una permanente preocupación por el estudio de las distribuciones sobre el espacio, siendo la población uno de los más ensayados. Para ello se ha valido tradicionalmente de la cartografía, aunque con la revolución cuantitativa y más, desde la aparición de los Sistemas de Información Geográfica a fines de los años '60, el empleo de medidas estadísticas resulta más frecuente.

En este marco, y con el ánimo de realizar un aporte al tratamiento del problema de la distribución de los asentamientos humanos, se ensaya el empleo simultáneo de medidas de concentración (*Índice R*) y medidas de tendencia central (*Centro de Gravedad Simple* y *Centro de Gravedad Ponderado*) aplicadas a un conjuntos de datos espaciales sobre la misma base territorial (Provincia del Chaco).

Cabe destacar que los análisis centrográficos ofrecen numerosas posibilidades de aplicación a distribuciones sobre el espacio: permiten calcular los centros de gravedad demográfico, económico, comercial, industrial, etc., comparando luego entre sí los resultados obtenidos. También es posible llevar a cabo estudios evolutivos para determinar el desplazamiento de los centros de gravedad a lo largo del tiempo, en función a la dinámica diferencial (crecimiento ó decrecimiento) de los distintos espacios geográficos.

En el plano de la investigación su aplicación es apropiada en tareas descriptivas, poniendo en evidencia relaciones y desequilibrios territoriales, aunque presenta limitaciones al momento de encontrar explicaciones. Sin embargo, a los fines didácticos -propósito fundamental de este trabajo- resulta atractivo por su desarrollo eminentemente práctico, sencillo y en forma manual.



## Bibliografía

- BOLSI, Alfredo; OSUNA, Lilia; MEICHTRY, Norma. (1981). *Distribución Espacial de la Población. Formas de Representación*. En: Guía para Ejercicios y Trabajos Prácticos en Geografía de la Población. Instituto de Investigaciones Geohistóricas-Facultad de Humanidades, Universidad Nacional del Nordeste (UNNE). Resistencia. Pp: 29-44.
- PUYOL, Rafael (1990). *La Distribución Espacial de la Población. Los Métodos de Análisis* (Cap. 2). En: Población y Espacio. Problemas Demográficos Mundiales. Editorial CINCEL. Madrid. Pp: 26-38.
- DOLLFUS, Oliver. (1978). *El Análisis Geográfico*. Colección ¿Qué Sé? Nueva Serie. Editorial OIKOS-TAU. Barcelona. 135 p.
- DEL CANTO FRESNO, Consuelo; CARRERA SÁNCHEZ, María del Carmen; GUTIÉRREZ PUEBLA, Javier; MÉNDEZ GUTIÉRREZ DEL VALLE, Ricardo; PÉREZ SIERRA, María del Carmen. (1993). *Trabajos Prácticos de Geografía Humana*. Editorial SÍNTESIS. Madrid. 440 p.
- EBDON, David. (1982). *Estadística Espacial* (Cap. 7). En: Estadística para Geógrafos. Editorial OIKOS-TAU. Barcelona. Pp: 213-255.