

Evaluación de la región desigual mediante Análisis Clúster; Heterogeneidad en la Zona Metropolitana de Xalapa.

Uneven región evaluation through Cluster Analysis ; Xalapa Metropolitan Area Heterogeneity

Juan Andrés Sánchez García. Universidad Veracruzana. Estadística, Xalapa, Ver. juansanchez@uv.mx

Erika Viridiana Ríos Aburto. Universidad Veracruzana. Xalapa, Ver. eviridiana0102@gmail.com

Fecha de recepción: 16/11/2022

Fecha de aceptación: 07/12/2022

DOI: <https://doi.org/10.25009/e-rua.v15i03.196>

Resumen

La Zona Metropolitana de Xalapa se constituye por municipios que, en conjunto, deben interactuar en comunidad para apoyar el desarrollo económico. El conjunto de los municipios que integran la Zona Metropolitana también atañen a una cercanía y similitud que debe permear para constituir el concepto de región vinculado al espacio que pretende ser homogéneo. Ante esta situación, la complejidad de variables de análisis refiere a que la evaluación de similitudes debe tener un criterio validado para aseverar la heterogeneidad de una región o una clasificación de municipios. Ante una crisis en la medición y representación de fenómenos urbanos, el modelo geoestadístico ayuda a la conformación de estratos o grupos para determinar los municipios que tienen características similares bajo el principio de expansión territorial, área urbanizada y concentración de actividades económicas que están entrelazadas para detectar la composición de una región desigual.

Este trabajo tiene como objetivo construir, validar y representar los grupos que ayudan a entender las desigualdades de la Zona Metropolitana, mediante una metodología cuantitativa de análisis Clúster y considerar a la región variable como un elemento innato del territorio

latinoamericano.

Palabras Clave: Zona Metropolitana de Xalapa, Región Desigual, Análisis Clúster.

Abstract

The Xalapa Metropolitan Zone is made up of municipalities that, together, must interact as a community to support economic development. The set of municipalities that make up the Metropolitan Area also concern a closeness and similarity that must permeate to constitute the concept of region linked to the space that claims to be homogeneous. Faced with this situation, the complexity of the analysis variables refers to the fact that the evaluation of similarities must have a validated criterion to assert the heterogeneity of a region or a classification of municipalities

Faced with a crisis in the measurement and representation of urban phenomena, the geostatistical model helps the formation of strata or groups to determine the municipalities that have similar characteristics under the principle of territorial expansion, urbanized area and concentration of economic activities that are intertwined to detect the composition of an uneven region.

This work aims to build, validate

and represent the groups that help to understand the inequalities of the Metropolitan Area, through a quantitative methodology of Cluster analysis, and consider the variable region as an innate element of the Latin American territory.

Keywords: Xalapa Metropolitan Area, Unequal Region, Cluster Analysis

Introducción

La Zona Metropolitana de Xalapa es una de las 74 Zonas Metropolitanas que existen en México, constituidas y definidas según distancias, integración funcional y carácter urbano (SEDATU, CONAPO, & INEGI, 2015), y su estudio alberga una complejidad dada su escala territorial que implica una visión holística para su estudio. La preocupación de las diversas Zonas Metropolitanas no solo radica en la composición territorial sino en la funcionalidad que se tiene entre los distintos municipios y que debieran interactuar como elementos homogéneos.

Las Zona Metropolitana debiera funcionar como un conjunto de elementos que se benefician entre sí y cuya relación forjan conexiones como una simbiosis cuyo desarrollo económico impacta en lo regional, es decir que el individualismo de un municipio no se evalúa sino se toma el conjunto de ellos, lo que

lleva a cuestionar que el municipio central, como eje rector de una Zona Metropolitana, debiera impulsar el crecimiento de los municipios que se encuentran en alrededor de él y que funcionan como una recursividad de bienes, movilidad y migraciones interurbanas y que impactan en el desarrollo económico de la región.

Plantear una evaluación del desarrollo económico tiene distintas aristas y perspectivas; el enfoque principal es referido al Producto Interno Bruto que mide la riqueza media por persona, pero para los estudios y fenómenos urbanos se presenta la necesidad de vincular las actividades económicas emplazadas en el territorio, es decir bajo un enfoque espacial vinculado a la concentración de éstas en los municipios que se consolidan como región y que homogéneamente debieran equilibrar las dispersiones en el territorio, evaluado desde un enfoque espacial.

“Los conceptos de espacio y región son esenciales para la planeación del desarrollo urbano y de la ordenación geoeconómica del territorio” (Corona Rentería, 1974, pág. 65). Retomando a Boudeville (1966) que refiere tres dimensiones del espacio: el espacio geográfico con tres dimensiones longitud, latitud y altitud donde habitamos; el espacio matemático que es abstracto y un medio de expresión sin referencia de localización concreta; y un espacio económico como la aplicación de un espacio matemático sobre el espacio geográfico, la localización de las relaciones técnicas, financieras y sociológicas (Corona Rentería, 1974).

Ante esta definición, la evaluación del equilibrio de una Zona Metropolitana debiera verse en función de la homogeneidad de sus municipios miembros, entre mayor sea la homogeneidad, mayor

puede consolidarse como una región igualitaria y para este estudio se retoma la concentración de unidades económicas por cada municipio, es decir la evaluación del territorio en función de la homogeneidad espacial.

Espacio y Regiones Urbanas

Para la evaluación de la igualdad en la Zona Metropolitana de Xalapa, desde el punto de vista espacial para construir una región, se presentan tres puntos de vista: el descriptivo de la igualdad que permite definir una región o que el espacio es homogéneo; el funcional donde las relaciones permiten definir una región o el espacio polarizado y el de las decisiones de política que permite definir la región o el espacio-plan (Corona Rentería, 1974).

Dicho lo anterior, el espacio homogéneo es un conjunto cuyas partes constitutivas presentan características tan próximas entre sí como es posible, pero las diversas unidades de cada clase se encuentran dispersas en el territorio; el espacio es, entonces, homogéneo y discontinuo, y sus elementos localizados son susceptibles de agruparse estadísticamente. La noción de homogeneidad implica minimización de la dispersión. Región o espacio homogéneo es un concepto macroeconómico que no requiere interdependencia económica entre sus elementos. Las regiones homogéneas tienen como restricción la contigüidad. No debe haber ninguna brecha geográfica entre las diferentes unidades de una región. El problema entonces, minimizar la dispersión y la distancia estadística entre las características locales, dadas dos condiciones, contigüidad y el número de regiones. (Corona Rentería, 1974, págs. 67-68).

Los diferentes municipios que conforman la Zona Metropolitana de Xalapa, están en condiciones de

construir una región equitativa pero hay que reconocer que no tienen la misma extensión territorial o el mismo desarrollo económico medido en la concentración de actividades económicas que pueden beneficiar a los habitantes sino que, dadas sus debidas proporciones, deben respetar cierta similitud valorando la cohesión de urbanización respecto al territorio del municipio y la cantidad de unidades económicas presentadas en el mismo.

La Teoría Económica Espacial, derivada de la Teoría de la Localización, basada en los estudios que algunos economistas, han desarrollado desde su disciplina aspectos territoriales que ayudan a estudios urbanos; entre ellos se hace referencia al alemán August Lösch quien determinó al espacio como una variable fundamental para su estudio planteando el concepto de región económica que, según él, correspondía al resultado de una concentración espacial de actividades con base en las redes que se forman de una producción común, diferenciando el supuesto de reparto homogéneo con los factores productivos y de las poblaciones a lo largo del espacio con el que comenzó a realizar sus trabajos (Sánchez García, 2021).

En esta misma perspectiva, se enuncian los trabajos del Estadounidense Melvin Greenhut (1987), quien también busca el equilibrio en las estructuras espaciales, que carecen, al igual que las de Lösch, del criterio de transporte-coste que argumenta posteriormente Louis Lefebvre (1959) en su ley del desarrollo. No obstante, lo ideal es entender que las relaciones entre personas y economías van ligadas a factores de distancia (como se hizo referencia en la Teoría de la Localización) pero que pueden depender del lugar se colocan las actividades económicas y las zonas residenciales (Sánchez García, 2021).

Algunas perspectivas para evaluar la región económica, que debiera ser equilibrada, trascienden en postulados y teorías que fomentan la investigación hacia el territorio con la actividad económica; la Teoría Económica del Desarrollo (TED) cuyo objetivo “es desentrañar las causas, los mecanismos y las consecuencias del crecimiento económico de los países” (Bustelo, 1998, pág. 19), los trabajos de Thomas Malthus con los conceptos de distribución y de valor, planteado por el inglés David Ricardo (1772-1823) en Principios de economía política y tributación (1817) y, acompañados por personajes como Jean-Baptiste Say (1767-1832), James Mill (1773-1836), John Ramsay McCulloch (1789-1864), Nassau Senior (1790-1864), Tomas Cooke (1771-1858), Robert Torrens (1780-1864), entre otros, lo que ha vinculado al urbanismo para interactuar con los principios económicos para evaluar la igualdad en el territorio.

La perspectiva económica, presentada directamente al estudio territorial, comienza aparecer con los estudios espaciales y a validarse de forma numérica como si fuera una geografía cuantitativa para clasificar los procesos económicos que aparecen para el desarrollo territorial de las regiones, por ejemplo: Chauncy Dennison Harris en 1943 quien “a partir de la proporción de la población empleada en ciertas profesiones daba una interpretación cuantitativa” (Johnson, 1974, pág. 105) o L. Pownall en 1956 en *The Origins of Towns in New Zeland* quien reconoce al empleo como un factor importante para clasificar ciudades mediante la homogeneidad de las ciudades.

Dicho lo anterior, los conceptos de economía y región forman un vínculo importante de estudio, pero ante la necesidad de metodologías que puedan

evaluar los fenómenos territoriales se comienzan a trabajar con una disciplina que aboga por la significancia en la investigación del urbanismo; C. A. Moser y W. Scott (1961) realizaron un estudio de carácter estadístico acerca de 157 ciudades de Inglaterra y Gales donde se aplicó la técnica Componentes Principales para reducir de 57 variables a 4 componentes, con los cuales agruparon las áreas urbanas estadísticamente haciendo que los grupos tuvieran características muy parecidas dentro de la población, basado en criterios demográficos y socioeconómicos, con lo que pudo agrupar 155 de las 157 villas y ciudades en 14 grupos (Johnson, 1974). Con este ejemplo emerge la estadística como una disciplina que argumenta que el equilibrio puede ser medido de una manera numérica mediante un análisis de patrones y es reforzado por los estudios de Zárate Martín (2012, pág. 36) quien menciona que: “la mayoría de las funciones urbanas se hacen presentes en todas las aglomeraciones, pero su número y peso difiere una de otras”, por lo que dentro la misma ciudad o sistema funcional, la dotación y especialización

funcional puede variar creando sectores económicos por lo que la aplicación de índices o procedimientos cuantitativos forman parte de los análisis territoriales.

Ante la búsqueda de procedimientos que evalúen a la Zona Metropolitana de Xalapa, es conveniente mencionar “los métodos de análisis urbanos se desarrollaron antes de una teoría de conjuntos urbanos. (...) La Economía Urbana nació como una prolongación del análisis del espacio económico (...) se inspiró en los trabajos de la geografía urbana” (Corona Rentería, 1974, pág. 40) y de la cual aparecen teorías de localización, teorías del espacio, los análisis regionales, los análisis de jerarquía urbana o los análisis económicos espaciales como maneras de estudiar el territorio en función de los fenómenos presentados.

Para evaluar la complejidad de las zonas metropolitanas, desde una perspectiva de la estadística, se deben tomar algunas consideraciones importantes como su tamaño de población, su escala territorial, la concentración de actividades económicas, los límites



Ilustración 1 Zona Metropolitana de Xalapa.
Sánchez García & Ríos Aburto(2021)

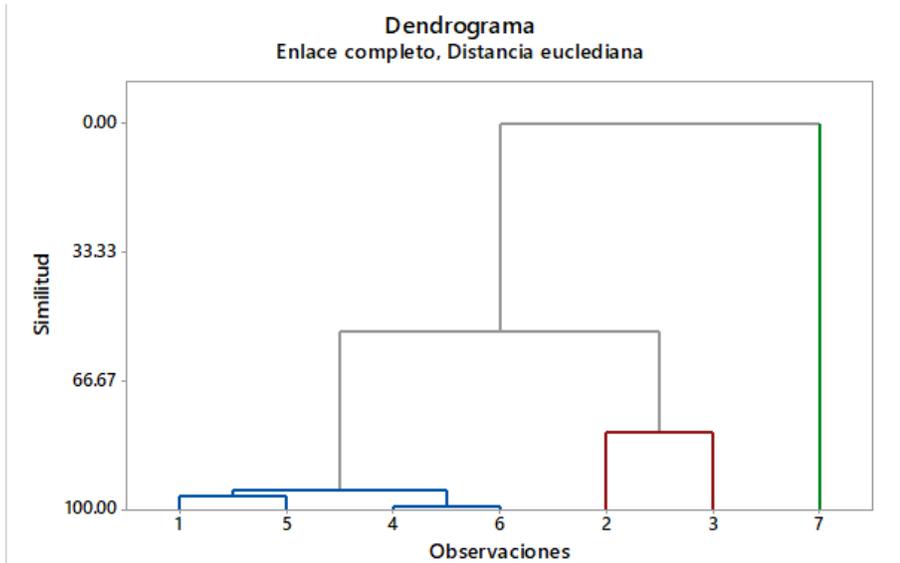


Gráfico 1 Dendrograma de Análisis Clúster por municipio.
Fuente: Sánchez García & Rios Aburto (2021)

Para visualizar la igualdad entre los municipios de la Zona Metropolitana de Xalapa se toman como base cuatro variables que han devenido del análisis económico espacial: la magnitud territorial de cada municipio medida en km², la cantidad de área urbana con respecto al municipio medida en km², la concentración de actividades económicas para cada municipio medida en porcentaje del total que existe en la ZMX y la cantidad de Áreas Geoestadísticas Básicas medidas en datos discretos como conteos, con lo que se procede a realizar un estudio denominado Análisis Clúster o de conglomerados, que es una "técnica estadística multivariante que busca agrupar elementos (o variables) tratando de lograr la máxima homogeneidad en cada grupo y la mayor diferencia entre los grupos" (De la Fuente Fernández, 2011, pág. 1), y que trata de "situar los casos (individuos) en grupos homogéneos, conglomerados o clúster, no conocidos de antemano pero sugeridos por la propia esencia

político-administrativos, entre otros, lo que lleva a presentar este tipo de estudios como una aportación desde la geoestadística o de la geografía cuantitativa.

Evaluación la igualdad de la Zona Metropolitana de Xalapa

Para este procedimiento se utiliza un método geoestadístico para evaluar simultáneamente algunas consideraciones que atienden a cada municipio de la Zona Metropolitana, utilizando sujetos estadísticos georreferenciados que explican estructuras urbanas, regionales y económicas. No obstante se reconoce que la geoestadística, como una rama de la Geografía matemática, es utilizada por las ciencias de la Tierra que se centra en los conjuntos de datos de la superficie terrestre, conocidos también como datos geográficos.

Aunque actualmente la Zona Metropolitana de Xalapa se compone por 9 municipios: Xalapa, Emiliano Zapata, Coatepec, Banderilla, Rafael Lucio, Tlalnelhuayocan, Jilotepec, Xico y Coacoatzintla, para este análisis se inhiben la participación de los municipios de Coacoatzintla y Xico, ya

que se anexaron de forma reciente y además se argumenta que Coacoatzintla solo colinda con Jilotepec, mientras que Xico solo con Coatepec, por lo que no existe una dependencia en primer grado del municipio central que es Xalapa y además sus concentraciones económicas y mancha urbanas son muy bajas y generaría un variabilidad significativa, lo que ampliaría el resultado heterogéneo.

CLASIFICACIÓN DE MUNICIPIOS POR SIMILITUD MEDIANTE ANÁLISIS CLÚSTER

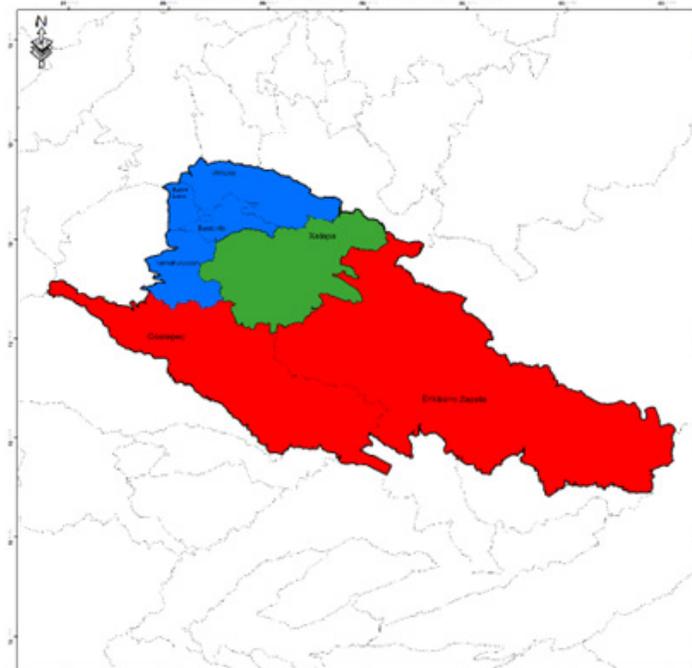


Ilustración 2 Clasificación de municipios por similitud mediante análisis clúster.
Fuente: Sánchez García (2021)

| | No. de Observaciones | Dentro de la suma de cuadrados del conglomerado | Distancia promedio desde el centroide | Distancia máxima del centroide |
|-----------------------------------|----------------------|---|---------------------------------------|--------------------------------|
| Conglomerado 1 | 4 | 27.211 | 2.509103 | 2.91540 |
| Conglomerado 2 | 2 | 197.208 | 9.92996 | 9.92996 |
| Conglomerado 3 | 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Centroides por grupo | | | | |
| Variable | Conglomerado 1 | Conglomerado 2 | Conglomerado 3 | Centroide principal |
| % de AGEB | 2.06186 | 14.0893 | 63.5739 | 14.2857 |
| % de EU | 1.40733 | 8.4957 | 77.1813 | 14.2857 |
| % de Extension territorial | 3.85409 | 35.6910 | 13.2016 | 14.2857 |

Tabla 1 Análisis de observaciones de conglomerado; % de AGEB, %UE, %Extensión Territorial
Fuente: Sánchez García (2021)

de los datos, de manera que individuos que puedan ser considerados similares sean asignados a un mismo clúster, mientras que individuos diferentes (disimilares) se localicen en clúster distintos” (De la Fuente Fernández, 2011, pág. 1) y para dicho estudio se realizan los 7 municipios antes mencionados con el fin de determinar si la ZMX es homogénea y, en dado caso de ser heterogénea, determinar los municipios que son iguales entre sí.

El proceso se estructura bajo el principio de que existe un conjunto de N individuos de los que se tiene la información con 4 variables; se determina la matriz de individuos, se determina el algoritmo de clasificación para agrupar a los municipios, en este caso bajo distancias euclidianas y finalmente se genera el diagrama de árbol o dendograma para estructurar los grupos.

El dendograma anterior evidencia, basado en distancias euclidianas, que el 90% de la homogeneidad se explica en tres grupos diferentes definidos; el primero es el que contiene a Banderilla, Rafael Lucio, Jilotepec y Tlalnahuayocan; el segundo grupo

por Coatepec y Emiliano Zapata y el tercero solo definido por Xalapa que dista mucho de los dos grupos anteriores. De esta manera también se evidencia que, al subir el porcentaje de varianza, el grupo 1 se subdivide en dos grupos, siendo el primer subconjunto el delimitado por Banderilla y Rafael Lucio y el segundo grupo representado por Jilotepec y Tlalnahuayocan.

Para validar los supuestos de conglomerados realizados, se presentan los residuos de distancias euclidianas cuyas distancias mínimas son las distancias entre grupos e individuos; si se llama a un grupo como i formado por individuos (municipios) (i1, i2, ...in) y j al individuo exterior se define entonces la distancia entre i y j como: $D(i, j) = \min$

$$S(I, J) = \cos \left[\frac{1}{N_i N_j} \sum \sum \cos^{-1}(S(i_v, j_j)) \right]$$

$D(i, j)$, misma aplicación para distancias máximas.

Así mismo el indicador de similaridad, el algoritmo que propone Lance y Williams hace referencia a la siguiente expresión: Con el proceso clasificatorio se valida la heterogeneidad de la ZMX en la cual el grupo uno está conformado por

Banderilla, Jilotepec, Tlalnahuayocan y Rafael Lucio; en el grupo dos se encuentra Coatepec y Emiliano Zapata y, en el grupo tres, se encuentra como municipio diferente a Xalapa como se muestra en el mapa anterior, lo que define claramente similitudes territoriales y también por cantidad de urbanización y de actividades económicas.

Conclusiones

Las conclusiones se pueden abordar desde tres puntos importantes para estudio de fenómenos urbanos: el primero es que evaluar el territorio, en este caso una zona metropolitana, a través de procesos y métodos estadísticos o ecuaciones, representan procedimientos de ensayo y error que explican la desigualdad pero que va articulado del conocimiento que el investigador tenga de forma empírica del territorio analizado ya que confirma o niega los supuestos hipotéticos del investigador urbano y con ello es más fácil interpretar la ecuación o modelo presentados.

Los procesos metodológicos que parten de disciplinas distintas a las que fue



formado el urbanista, representan una manera distinta de ver, analizar, evaluar y representar lo que acontece en el territorio y, para este caso, la evaluación de la heterogeneidad se convierte en significativa desde el punto de vista estadístico, lo que compromete al investigador a dialogar entre el fenómeno empírico y el analizado en programas geoestadísticos.

Como segundo punto, la Zona Metropolitana, con la aparición de grupos definidos en los dendogramas de forma muy separados, indica que se constituye por microcomportamientos en la actividad económica-territorial. Esto hace cuestionar si realmente la construcción de Zonas Metropolitanas por parte del INEGI o de la SEDATU detectan la definición a la cual se adscriben para la conformación de cada una de ellas, o si es necesario hablar de diferentes instrumentos para evaluar una clasificación de Zonas Metropolitanas que permite ver la diversidad de las mismas.

Finalmente, se debe cuestionar el concepto de región que, si bien ayuda a entender configuraciones, mediciones y tendencias, solo debe ser un ideal y aceptar que existe el concepto de región desigual como algo real y que, a partir de ello, se comprende que la heterogeneidad ayuda a la solución de problemas urbanos. No es malo plantear una región desigual ya que, al aceptarla, permite no encajar en un comportamiento totalitario de una región que no existe y con ello validar a la región diversa como un área de oportunidad de estudio para validar el desarrollo económico vinculado al territorio, lo que permite entrever formas de analizar y estudiar las Zonas Metropolitanas con miras a las propuestas de Planes de Desarrollo Urbano.

Boudeville, J. (1966). *Regional Economic Planning*. Edinburgh University Press.

Bustelo, P. (1998). *Teorías Contemporáneas del Desarrollo Económico*. Madrid: Síntesis.

Corona Rentería, A. (1974). *La Economía Urbana; Ciudades y Regiones Mexicanas*. México: Instituto Mexicano de Investigaciones Económicas .

De la Fuente Fernández, S. (2011). *Análisis de conglomerados*. Obtenido de https://estadistica.net/Master-Econometria/Analisis_Cluster.pdf

Johnson, J. (1974). *Geografía Urbana*. España: Oikos_tau.

Polése, M. (1998). *Economía Urbana y Regional. Introducción a la relación entre territorio y desarrollo*. Cartago, Costa Rica: Libro Universitario Regional.

Richardson, H. (. (1986). *Economía regional y urbana*. Madrid: Alianza Editorial.

Sánchez García, J. A. (octubre de 2021). *Modelo geoestadístico de reconfiguración territorial a través de la actividad económica regional de la Zona Metropolitana de Xalapa 2010-2020* . Obtenido de <https://cdigital.uv.mx/handle/1944/51970>

SEDATU, CONAPO, & INEGI. (2015). *Delimitación de las zonas metropolitanas de México 2015*. México.

Zárate Martín, M. A. (2012). *Geografía Urbana; Dinámicas locales, procesos globales*. Madrid: Centro de Estudios Ramón Areces.

Bibliografía