

Contexto sociodemográfico de los homicidios en México D.F.: un análisis espacial

César Fuentes Flores¹ y Omar Sánchez Salinas²

Forma de citar

Fuentes Flores C, Sánchez Salinas O. Contexto sociodemográfico de los homicidios en México, D.F.: un análisis espacial Rev Panam Salud Publica. 2015;38(6):450-6.

RESUMEN

Objetivo. Investigar el patrón de distribución espacial de la tasa de homicidios y su relación con las características sociodemográficas en las delegaciones de Benito Juárez, Coyoacán y Cuauhtémoc de la Ciudad de México en el año 2010.

Métodos. Estudio inferencial de corte transversal que usa métodos de análisis espacial para estudiar la asociación espacial de la tasa de homicidios y las características demográficas. La asociación espacial fue determinada a través del cociente de localización, análisis de regresión múltiple y el uso de la regresión geográficamente ponderada.

Resultados. Los homicidios muestran un patrón de localización heterogéneo con altas tasas en zonas con uso del suelo no residencial, con baja densidad de población y baja marginación.

Conclusiones. El uso de herramientas de análisis espacial son instrumentos poderosos para el diseño de políticas de seguridad pública preventiva y recreativa que busquen reducir la mortalidad por causas externas como homicidios.

Palabras clave

Homicidio; violencia; análisis espacial; análisis demográfico; México.

La mortalidad por causas externas es uno de los principales temas de salud pública tanto en países desarrollados como en países en desarrollo (1). Una de las razones más frecuentes de mortalidad por causas externas son los homicidios. La región de América Latina ha llamado la atención por el incremento en el número de homicidios (2). En dicha zona, la tasa de homicidios aumentó 11% entre el año 2000 y 2010, mientras que en otras regiones del mundo la tasa fue negativa (3). En este contexto, México se presenta como uno de los países que más abona a la crisis de violencia continental en los

últimos cinco años, al pasar de una tasa de 9,7 homicidios por cada 100 000 habitantes en el año 2005 a 23 homicidios por cada 100 000 habitantes en el año 2010 (4).

Un de los estados con mayor crecimiento de la tasa de homicidios es el Distrito Federal, el cual pasó de una tasa de 14,2 homicidios masculinos por cada 100 000 en el año 2005 a 16,2 homicidios masculinos en el año 2009 (5, 6). La explicación del incremento de la tasa de homicidios se asocia principalmente con tres factores: 1) el aumento de la delincuencia común, 2) las disputas entre los cárteles de la droga, 3) la ampliación de la desigualdad social (4, 7, 8).

En el año 2010 se cometieron 808 homicidios en el Distrito Federal, de los cuales más de 50% se registraron en cinco delegaciones: Iztapalapa, Gustavo A. Madero, Cuauhtémoc, Benito Juárez y Coyoacán (9). En los siguientes tres años,

el patrón delictivo se repitió, lo que parece mostrar una concentración geográfica muy marcada en la distribución espacial del delito.

La distribución espacial de los homicidios ha sido estudiada desde diversos enfoques teóricos. Entre los más importantes, se identifica a la teoría de la desorganización social, la cual busca incorporar los efectos espaciales en su análisis. En este sentido, los métodos de análisis espacial como el cociente de localización (CL), la regresión espacial y la regresión geográficamente ponderada (RGP) proveen un entendimiento de la relación espacial entre la tasa de homicidios y variables sociodemográficas. Además, son herramientas útiles para el diseño de una política de seguridad pública preventiva que busque identificar los lugares donde se concentran los homicidios y en los cuales se puedan implementar

¹ Departamento de Estudios Urbanos y Medio Ambiente, El Colegio de la Frontera Norte, Ciudad Juárez, Chihuahua, México. La correspondencia se debe dirigir a César Fuentes. Correo electrónico: cfuentes@colef.mx

² Secretaría de Seguridad Pública del Distrito Federal, Coyoacán, México D.F., México.

acciones como el modelo ecológico de la Organización Mundial de la Salud, que busca prevenir muertes violentas (10).

La literatura especializada aporta valiosos estudios sobre mortalidad por causas externas como los homicidios. Desde el punto de vista de la salud pública, estos estudios se centran en dos aspectos: analizar las características demográficas de las víctimas y los años potenciales de vida perdidos (5, 10, 11). Desde un punto de vista metodológico, algunos otros estudios aplican técnicas de análisis como los modelos de regresión simple y múltiple para estudiar la asociación entre homicidios e indicadores socioeconómicos con la violencia policial (11). Sin embargo, poca atención se ha prestado al contexto sociodemográfico del lugar o al espacio geográfico en donde se cometen los homicidios.

En México, existen pocos estudios que hayan incluido el contexto sociodemográfico del lugar para el análisis de los homicidios. Los existentes se centran en la identificación espacial de los homicidios mediante la georreferenciación de las tasas de homicidios (12, 13). Algunos otros estudios aplicaron métodos de análisis espacial como el análisis exploratorio de datos espaciales (AEDE) para estudiar la localización de otras causas de mortalidad como los accidentes de tránsito (14). Sin embargo, existen escasos estudios que hayan usado los métodos de análisis espacial que contribuyan a entender cómo ciertos procesos sociodemográficos ocurren de manera distinta en diversos lugares y hasta qué punto localidades geográficamente cercanas influyen unas con otras en la adopción de determinadas prácticas sociales (11). Este tipo de estudios implican retos metodológicos en la estimación de efectos espaciales como la autocorrelación y la heterogeneidad espacial.

En este contexto, el artículo tiene como objetivo identificar los patrones de distribución espacial de la tasa de homicidios y su relación con características sociodemográficas en las delegaciones Benito Juárez, Coyoacán y Cuauhtémoc del Distrito Federal, mediante la aplicación de técnicas de análisis espacial.

MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño

El estudio es inferencial de corte transversal basado en fuentes de información secundaria de las tres delegaciones centra-

les de la Ciudad de México; Benito Juárez, Coyoacán y Cuauhtémoc. Para medir las relaciones espaciales entre la tasa de homicidios y las características socioeconómicas de la población, la información será agregada en áreas geoestadísticas básicas (ageb). En México, la ageb es la unidad censal más pequeña que incluye entre 20 y 50 manzanas y no debe estar dividida por carreteras, aeropuertos, ríos o grandes áreas despobladas. El universo de agebs que conforman la región de estudio es de 411 distribuidas de la siguiente forma: 102 en la delegación Benito Juárez, 156 en la delegación Coyoacán y 153 en la delegación Cuauhtémoc.

Fuentes de información y definición de variables

Los modelos de regresión incluyen como variable dependiente los homicidios la que fue expresada en tasas³ para estandarizar los datos y luego convertida a logaritmo natural (de la tasa de homicidios). El estudio se centra en los homicidios dolosos.⁴

Los datos sobre homicidios provienen de la Procuraduría General de Justicia del Distrito Federal (PGJDF) y corresponden a la información oficial de las denuncias por posibles hechos delictivos registrados en las Agencias del Ministerio Público (MP) en el año 2010. Dicha información se geocodificó a partir de los sistemas de información geográfica (SIG) con el programa ArcView GIS 3.3[®] (ESRI, Redlands, California, EE.UU.) y, con posterioridad, se agregó a nivel ageb con el objetivo de igualar las unidades de análisis con la información sociodemográfica. Sobre la base de la teoría de la desorganización social (15) se

seleccionaron siete variables independientes tales como:

- índice de marginación urbana (IMU), que se construyó mediante el uso de la técnica de componentes principales e incluyó variables relacionadas con educación, salud e ingresos (16);
- densidad bruta de población (DPOB), elaborada al dividir la población total por la superficie del ageb (17);
- tasa de desempleo (TDES), que se construyó al dividir la población desocupada por la población ocupada multiplicada por 100 (17);
- grado de escolaridad (GESC), que se construyó al dividir la población de 18 años y más con educación posbásica entre la población total multiplicada por 100 (17);
- hogares con jefatura femenina (HJF), que se construyó al dividir el número de hogares con jefatura femenina entre el total de los hogares del ageb multiplicada por 100 (16);
- población joven (PJOV), que se construyó al dividir la población entre 18 y 24 años de edad entre la población total de la ageb multiplicada por 100 (17);
- uso del suelo no residencial (USUE), que se construyó mediante la suma de los empleos de comercio y servicios para finalmente obtener el porcentaje por ageb, la información para su elaboración se tomó del Censo Económico (18).

En el caso de la DPOB, la TDES, la GESC, la HJF y la PJOV, la información se obtuvo del Censo de Población y Vivienda.

Los teóricos de la desorganización social modelaron los efectos de un amplio rango de indicadores estructurales de los homicidios mediante el empleo de diferentes unidades territoriales (15). Por lo anterior, se decidió usar como método de análisis las técnicas de análisis espacial como el cociente de localización y la regresión geográficamente ponderada.

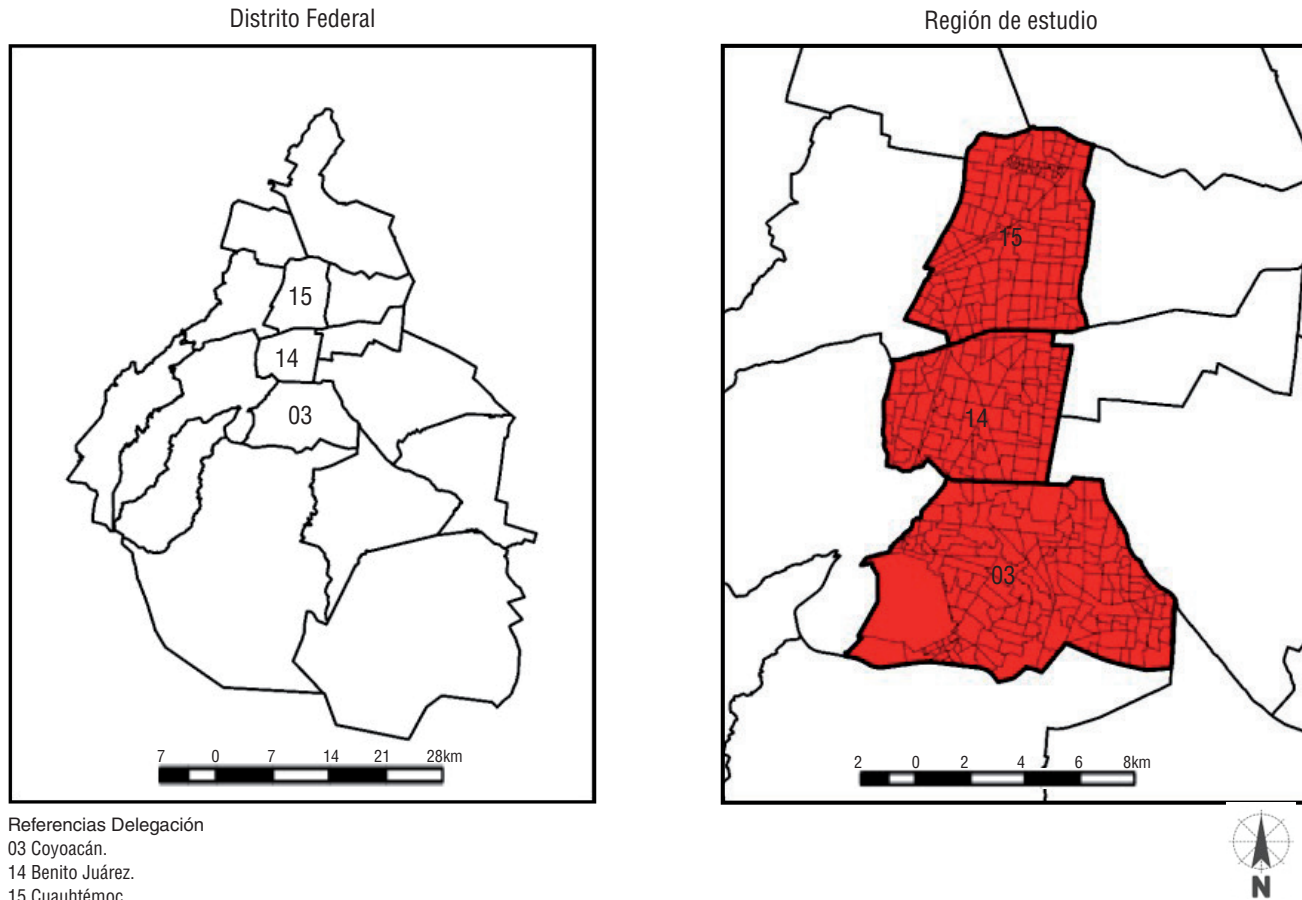
Análisis exploratorio

El cociente de localización (CL) es una medida exploratoria desarrollada en disciplinas como la economía regional y ordenación del territorio para observar la actividad económica local. Sin embargo, también se utiliza en el campo de la criminología para identificar la concen-

³ Regularmente la tasa de delitos es expresada en delitos por cada 100 000 habitantes. En México, se pueden encontrar diferentes escalas de tasas. Por ejemplo, el Sistema Nacional de Seguridad Pública maneja tasas por cada 100 000 habitantes al comparar los estados, la Procuraduría General de Justicia del Distrito Federal usa tasas por cada 10 000 habitantes para comparar las delegaciones. Por el tamaño de escala, nivel ageb, se decidió utilizar tasas por cada mil habitantes.

⁴ En México los homicidios dolosos son definidos como "el que priva de la vida a otro de manera intencional", según el artículo 302 del Código Penal Federal. Es importante señalar que, en países en desarrollo como México, las estadísticas sobre delitos suelen ser incompletas, con graves problemas de subreporte y sobrereporte, y donde solo 30% de los delitos son reportados al ministerio público. Sin embargo, esto no ocurre con los homicidios dolosos ya que, al existir un homicidio, el ministerio público tiene que dar fe del evento, por lo que queda registrado en las estadísticas oficiales.

FIGURA 1. Mapa de las tres delegaciones centrales del Distrito Federal



tración y localización espacial de los homicidios (19).

Modelos de análisis de regresión

Para determinar la relación entre la tasa de homicidios y las características sociodemográficas, se construyó un modelo de regresión lineal múltiple que se estimó mediante la técnica de mínimos cuadrados ordinarios (MCO). Para correr el modelo se utilizó el programa computacional Open GeoDa®, desarrollado por el Centro GeoDa de análisis y computación geoespacial de la Universidad Estatal de Arizona, Estados Unidos de América y de acceso gratuito. Es importante mencionar que la técnica de MCO estima parámetros globales y se asume que la relación entre las variables es constante. Este tipo de modelo estadístico puede mostrar problemas de especificación cuando no consideran la presencia de autocorrelación. En estos casos, se recomienda aplicar un modelo de RGP.

La RGP es un instrumento analítico que sirve para detectar la heterogeneidad espacial; en otras palabras, capta las variaciones espaciales de las variables intrarregión. Esta técnica permite explorar si la asociación entre la tasa de homicidios y sus variables explicativas es constante en toda la ciudad o si es posible identificar variaciones por zonas. Esto es posible debido a que la RGP permite la estimación de parámetros locales y no solo globales (20). Para la estimación del modelo se usará el programa de cómputo GWR® versión 4.0, desarrollado en el Departamento de Geografía de la Universidad Ritsumeikan en Kioto, Japón⁵ (21).

RESULTADOS

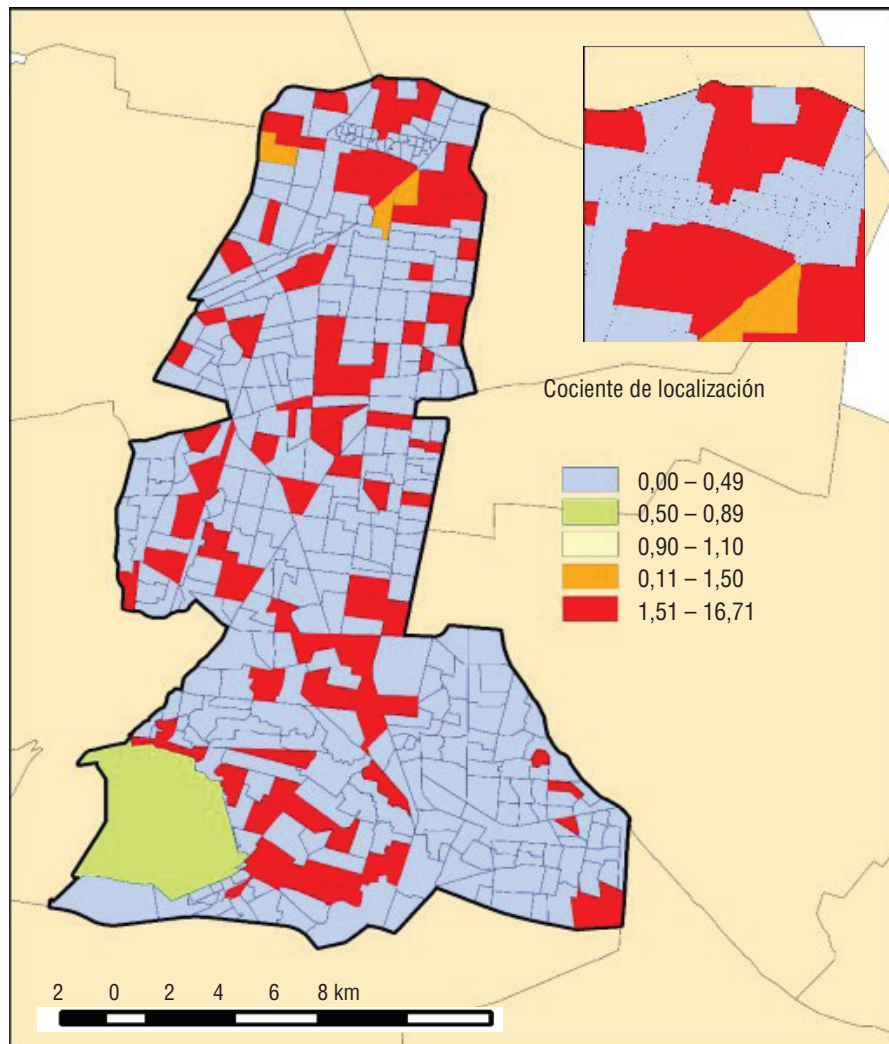
La zona de estudio está compuesta por las tres delegaciones centrales de la Ciudad de México: Cuauhtémoc, Benito

Juárez y Coyoacán en donde se registraron un total de 136 homicidios, de los cuales 44,85% se localizaron en Cuauhtémoc, 29,45% en Benito Juárez y 25,75% en Coyoacán (figura 1). Dicho patrón delictivo se repitió durante varios años, lo que parece mostrar una concentración geográfica muy marcada en la distribución espacial del homicidio.

Una primera aproximación para avanzar en la identificación espacial de los homicidios es mediante el uso del CL. En la figura 2 se puede observar que 77,85% de las agebs tienen valores por debajo del promedio de las delegaciones (valor menor o igual a 1). En general, se presentan zonas donde el índice tiene valores mayores que 1, lo que da lugar a agrupamientos de agebs que se ubican en la región centro-norte de la delegación Cuauhtémoc y en la región sur de la delegación Coyoacán. En la delegación Benito Juárez, se observa un patrón de gran dispersión, aunque existe un agrupamiento en el poniente que parece

⁵ Disponible en <http://www.st-andrews.ac.uk/geoinformatics/gwr/gwr-software>

FIGURA 2. Cociente de localización de homicidio por áreas geoestadísticas básicas (ageb) en tres delegaciones de la Ciudad de México, 2010



Fuente: elaboración propia con datos de la Procuraduría General de Justicia del Distrito Federal (PGJDF), 2010.

conformar un corredor a lo largo de una avenida principal.

En general, en las tres delegaciones se muestra que el homicidio presenta un patrón de localización heterogéneo, es decir que existe una distribución desigual de los homicidios, pero están espacialmente concentrados (22). De lo anterior se desprende que la criminalidad de un vecindario se puede contagiar por el crimen de un vecindario adyacente (23).

Para profundizar en el análisis de la tasa de homicidios y su relación con las características sociodemográficas, se procederá a construir de un modelo de regresión lineal múltiple (modelo global)⁶ que

⁶ El modelo es considerado global debido a que se estima un solo parámetro por cada variable incluida en el modelo.

se estimará mediante la técnica de mínimos cuadrados ordinarios (MCO).

Regresión lineal múltiple (modelo global)

Para determinar el mejor conjunto de variables independientes que se incluyeron en el modelo de regresión lineal múltiple, se utilizó el Criterio de Información Akaike (AIC, por sus siglas en inglés) (24, 25), que es un método para la selección del mejor modelo. De esta forma, las variables que integraron el modelo global fueron: DPOB, USUE, PJOC e IMU.

Para detectar posibles problemas de multicolinealidad en el modelo de regresión múltiple, se construyó la matriz de correlaciones bivariadas entre las

CUADRO 1. Matriz de correlaciones de Pearson entre la tasa de homicidios y las variables independientes en tres delegaciones de la Ciudad de México, 2010

Variables independientes	Tasa de homicidios	
	Coefficiente	Significancia
Índice de marginalidad urbana (IMU)	0,123	<i>P</i> < 0,05
Tasa de desempleo (TDES)	-0,171	<i>P</i> < 0,001
Hogares con jefatura femenina (HJF)	-0,276	<i>P</i> < 0,001
Infraestructura educativa (IEDU)	0,202	<i>P</i> < 0,001
Población joven (PJOV)	-0,067	NS
Densidad bruta de población (DPOB)	-0,173	<i>P</i> < 0,001
Uso del suelo no residencial (USUE)	0,417	<i>P</i> < 0,001
Grado de escolaridad (GESC)	-0,104	<i>P</i> < 0,05

Fuente: Elaboración propia con base en información de la Procuraduría General de Justicia del Distrito Federal (PGJDF), 2010; el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), 2010) y del Consejo Nacional de Población (CONAPO), 1990. NS, no significativa.

variables independientes (cuadro 1). Los resultados indican que ninguna de las cuatro variables incluidas en el modelo tienen un coeficiente mayor que el nivel de riesgo de 0,5 (26).

El modelo explica con solo cuatro variables un poco menos de la tercera parte de la variación del número de homicidios en la región. La variable USUE (0,00500; *P* < 0,001) presenta una asociación positiva y estadísticamente significativa (25, 26) (cuadro 2). Se interpreta, así, que las zonas que tienen un uso del suelo no residencial tienen una mayor probabilidad de concentrar homicidios. En contraste, el coeficiente de las variables DPOB (-0,00099; *P* < 0,001) e IMU (-0,52017; *P* < 0,001) son negativos y estadísticamente significativos. Esto indica que las áreas de la ciudad que tienen baja densidad de población y alto índice de marginación presentan una mayor probabilidad de presentar homicidios (27-29). La variable densidad de PJOV no fue estadísticamente significativa.

El valor del coeficiente (beta) permite identificar la fuerza de la asociación entre la tasa de homicidios y las variables sociodemográficas. En este caso, la variable USUE ($\beta = 8,80$; *P* < 0,001) presenta una mayor fuerza de asociación con los homicidios, seguida por el IMU

CUADRO 2. Resumen de coeficientes calculados con mínimos cuadrados ordinarios y la regresión geográficamente ponderada para la variable homicidios

Variable	Mínimos cuadrados ordinarios		Regresión geográficamente ponderada	
	Coefficiente	Media	Mínima	Máxima
Intercepto	-0,7474	-0,2648	-1,1464	1,3378
Índice de marginación urbana	-0,5196 ^a	-0,3406	-0,7764	0,3501
Densidad de población	-0,0009 ^a	-0,0012	-0,0028	-0,0007
Población joven	0,0077 (NS)	-0,0105	-0,0672	0,0283
Uso del suelo no residencial	0,0050 ^a	0,0020	-0,0837	0,0549
Coefficiente de determinación R ²	0,3261	0,50744		
Criterio de información Akaike	728,31	724,590		
Índice de Morán	0,056 ^b	0,50013		

Fuente: elaboración propia, calculado con los programas Geoda[®] (MCO) y GWR4[®] (RGP).

NS, no significativa.

^aGrado de significancia estadística $P < 0,001$.

^bGrado de significancia estadística $P < 0,05$.

($\beta = -4,66$; $P < 0,001$) y, por último, la DPOB ($\beta = -3,12$; $P < 0,001$).

Debido a que el modelo tiene una baja explicación de la varianza de la tasa de homicidios, se puede advertir que existen otros factores que no están incluidos en el modelo y que podrían ayudar a mejorar los resultados. Por otra parte, esto puede indicar que el modelo global no está bien especificado (30, 31). Una forma de comprobar la especificación incorrecta del modelo es través del uso del índice de Morán, que puede ser utilizado para verificar que los residuales del modelo global tienen una distribución aleatoria (31). El resultado estadísticamente significativo del valor del índice de Morán de 0,056 ($P = 0,01$) confirma la presencia de autocorrelación espacial entre los residuales de las observaciones. Esto viola el supuesto de independencia del modelo de regresión lineal estimado con la técnica de MCO y, por lo tanto, se recomienda utilizar otro tipo de modelos que pueda captar esta heterogeneidad espacial, como la RGP (31).

Regresión geográficamente ponderada (modelo local)

La relación entre la tasa de homicidios y las variables independientes fue también estimada mediante el uso de un modelo de regresión geográficamente ponderada (RGP). En el cuadro 2 se presenta el resumen y comparación de los resultados obtenidos tanto en el modelo global como en el modelo local.⁷ Esto

permite observar los cambios en los valores para cada una de las variables y tener una visión más clara de la distribución espacial de las mismas en la región de estudio.

Los resultados de la R² (coeficiente de determinación) sugieren que la RGP se desempeña mejor que el modelo de regresión lineal múltiple estimado usando la técnica de mínimos cuadrados ordinarios (MCO), lo que revela un mejoramiento de la estimación con relación con el modelo global al incrementar 20% el poder explicativo del modelo. De igual manera, el valor del AIC disminuyó al pasar de 728 en MCO a 724 en RGP. Por otra parte, el análisis muestra una reducción en los residuales de 138,65 a 125,24. Esta mejora estadística también se puede observar en el valor calculado del estadístico del índice de Morán, el cual pasó de tener autocorrelación espacial positiva estadísticamente significativa con un valor de P de 0,056 en el modelo de regresión lineal múltiple a uno donde el valor del índice de Morán (0,5001; $P = 0,34$) no fue estadísticamente significativo en el modelo de la regresión geográficamente ponderada, lo que sugiere que dicho modelo resolvió la autocorrelación espacial de manera exitosa.

Por otra parte, la distribución espacial de los ajustes locales producidos con la RGP permite conocer la variación espacial del poder explicativo del modelo. En la figura 3 se observa que el modelo tiene mejor capacidad predictiva en el extremo norte de la delegación Cuauhtémoc y se va reduciendo en las agebs que se extienden hacia el sur, hasta obtener valores mínimos en la delegación Benito Juárez. Sin embargo, al llegar a la delegación Coyoacán, el ajuste vuelve a aumentar y

con ello su capacidad predictiva hasta llegar a valores medios en el sur de la zona de estudio. Esta tendencia coincide con el hecho de que la delegación Cuauhtémoc presenta el mayor porcentaje de los homicidios de las tres delegaciones. Es importante señalar que la ageb con mayor tasa de homicidios se ubica justamente donde el modelo tiene la mayor capacidad predictiva.

DISCUSIÓN

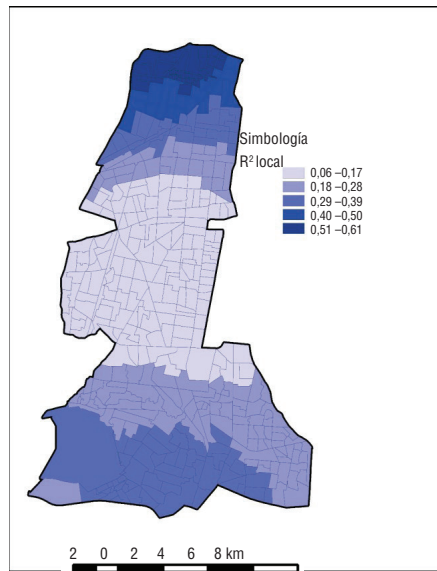
El uso de técnicas de estadísticas espaciales como la RGP como parte de los modelos de predicción directa supone claras ventajas sobre el empleo de métodos como el CL y la regresión lineal múltiple estimada con la técnica de MCO.

La aplicación del cociente de localización para identificar la concentración y localización espacial de los homicidios muestra una gran heterogeneidad a lo largo de la zona de estudio, lo cual dificulta la identificación de agrupamientos. Por su parte, la regresión lineal múltiple es un instrumento de análisis espacial en la que un solo parámetro es estimado para cada variable. Sin embargo, el uso de la RGP permite mejorar los ajustes, neutralizar la dependencia espacial en los residuos, conocer la distribución espacial tanto de las elasticidades como de las variables explicativas y la significancia local del modelo. Asimismo, la RGP brinda la posibilidad de realizar un análisis de la variabilidad espacial de los coeficientes locales (elasticidades) de las variables independientes. Por ejemplo, la elasticidad media de la variable USUE es de 0,002. Sin embargo, en el modelo local, los resultados llegan a cambiar de signo en algunas zonas en donde presentan valores en un rango más amplio (mín $-0,08 \leq t \leq$ máx. 0,05). En este sentido, las elasticidades más altas se localizan en la zona norte de la delegación Cuauhtémoc (estratos sociales bajos y uso del suelo comercial y de servicios).

En contraste, la media de los coeficientes de la variable densidad de población fue de -0,0012 pero con valores elevados al norte de la delegación Cuauhtémoc y al sur oriente de la delegación Coyoacán (mín. $-0,0028 \leq t \leq$ máx. $-0,07$). En ambos casos, es donde se ubican grandes unidades habitacionales de alta densidad de población y de estratos económicos medios y bajos. Lo anterior permite identificar las áreas en donde existe una relación espacial estadísticamente

⁷ El modelo se denomina local debido a que la regresión geográficamente ponderada estima los parámetros locales, es decir, para cada unidad en donde existe un dato.

FIGURA 3. La R^2 local para la variable homicidio por áreas geostatísticas básicas (ageb), región de estudio 2010



Fuente: elaboración propia con datos de la Procuraduría General de Justicia del Distrito Federal (PGJDF), 2010. R^2 , coeficiente de determinación.

significativa entre la tasa de homicidios y las variables sociodemográficas.

Conclusiones

El análisis espacial a partir de datos de homicidios y variables sociodemográficas por ageb permite identificar el contexto socioeconómico en el cual existen mayores tasas de mortalidad por causas externas como el homicidio.

El uso del cociente de localización permitió identificar algunas de las áreas en donde se concentran los homicidios en el norte de la delegación Cuauhtémoc, aunque es importante recordar que esta es una medida de localización y especialización de carácter exploratorio.

El modelo de regresión lineal múltiple identificó tres variables tales como el uso de suelo no residencial, el índice de marginación y la densidad de población. Todas ellas fueron estadísticamente significativas para explicar la presencia de homicidios. El indicador producido es global y no permite la identificación espacial de la relación.

El análisis espacial mediante el uso de la regresión geográficamente ponderada mejora la precisión de la inferencia estadística y, a la vez, reduce el sesgo de la estimación al considerar la proximidad espacial y la dependencia espacial. Las áreas de significancia estadística entre los homicidios y el uso del suelo no residencial se identifican en el norte de la delegación Cuauhtémoc. Por su parte, la variable densidad de población muestra significancia en el norte de la delegación Cuauhtémoc y al sur de la delegación Coyoacán. El índice de marginación y la tasa de homicidios muestra significancia estadística al sur de la delegación Cuauhtémoc y norte de la delegación Benito Juárez.

Lo expuesto podría permitir, a los responsables de las áreas encargadas de la seguridad pública y procuración de justicia del Distrito Federal, desarrollar es-

trategias preventivas focalizadas, tales como las propuestas por el modelo ecológico de la Organización Mundial de la Salud. De igual manera, la disponibilidad de programas como Geoda y GWR 4.0 son recursos que podrían ser aprovechados por las áreas de inteligencia de las secretarías de seguridad pública de la región para el diseño de acciones punitivas y preventivas del homicidio.

Las principales limitaciones del estudio tienen que ver con el hecho de que los métodos usados se abocan a modelar datos agregados (por área o polígono) y se corre el riesgo de inferir los comportamientos de los individuos a partir de las características del área en la que viven, lo que se ha denominado falacia ecológica. Los modelos solo tienen sentido para entender lo que sucede en el nivel agregado y tratar de inferir comportamientos colectivos. Una segunda limitación tiene que ver con el hecho de que al correlacionar los homicidios con datos socioeconómicos agregados a nivel de ageb se corre el riesgo de perder información puntual durante su georeferenciación.

Conflictos de intereses. Ninguno declarado por los autores.

Declaración de responsabilidad. Las opiniones expresadas en este manuscrito son responsabilidad de los autores y no reflejan necesariamente los criterios ni la política de la RPSP/PAJPH y/o de la OPS.

REFERENCIAS

- Cole JH, Gramajo AM. Homicide rates in a cross-section of countries evidence and interpretation. *Population and Development Review*. 2009;4:749-76.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Informe Regional de Desarrollo Humano 2013-2014 Seguridad Ciudadana con Rostro Humano: Diagnóstico y propuestas para América Latina. Nueva York: Organización de las Naciones Unidas; 2013.
- Sánchez O. Análisis espacial del delito: la relación entre el delito y las características sociodemográficas en las delegaciones Benito Juárez, Coyoacán y Cuauhtémoc del D.F. (2010). Tijuana: El Colegio de la Frontera Norte; 2014.
- Benítez R. La crisis de inseguridad en México. *Nueva Sociedad*. 2009;220:173-89.
- Valdivia M, Castro R. Gender bias in the convergence dynamics of the regional homicide rates in Mexico. *Applied Geography*. 2013;45:280-91.
- González-Pérez GJ, Vega-López MG, Cabrera-Pivaral CE. Impacto de la violencia homicida en la esperanza de vida masculina de México. *Rev Panam Salud Publica*. 2012;32(5):335-42.
- Rodríguez F. La pobreza como un fenómeno de violencia estructural. *Rev Cienc Soc*. 2004;10(1):42-50.
- Cardona M, García HI, Giraldo CA, López MV, Suárez CM, Cordio DC. Homicidios en Medellín, Colombia entre 1990 y 2000, actores, móviles y circunstancias. *Cad Saude Publica*. 2005;21(3):840-51.
- Procuraduría General de Justicia del Distrito Federal. Reporte de Averiguaciones Previas por tipo de delito. México D.F.: Gobierno del Distrito Federal; 2010.
- Zavala-Zegarra D, López-Charneco M, García-Rivera E, Concha-Eastman A, Rodríguez JF, Conte-Miller M. Geographic distribution of risk of death due to homicide in Puerto Rico, 2001-2010. *Rev Panam Salud Publica*. 2012;32(5):321-9.
- Tourinho MT, Cardia N, De Mesquita P, Dos Santos PC, Adorno S. Homicídios, desenvolvimento socioeconômico e violência policial no município de São Paulo, Brasil. *Rev. Panam Salud Publica*, 2008;23(4):268-76.
- Vilalta C, Muggah R. Violent Disorder in Ciudad Juarez: A Spatial Analysis of Homicide. *Humanitarian Action in Situations other than War (HASOW)*. Discussion Paper 1; 2012.
- Moreno C, Cendales R. Mortalidad y años potenciales de vida perdidos por homicidios en Colombia 1985-2006. *Rev. Panam Salud Publica*. 2011;30(4):342-53.
- Hernández V. Análisis exploratorio especial de los accidentes de tránsito en Ciudad Juárez, México. *Rev Panam Salud Publica*. 2010; 31(5):396-02.
- Shaw C, McKay H. *Juvenile Delinquency and Urban Areas*. Chicago: University of Chicago Press; 1942.

16. Consejo Nacional de Población. Metodología de estimación del índice de marginación urbana. México, D.F.: Secretaría de Gobernación; 2010.
17. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. XIII Censo Nacional de Población y Vivienda. Aguascalientes: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática; 2010.
18. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Censos Económicos. Aguascalientes: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática; 2010.
19. Brantingham Pat, Brantingham Paul. Mapping crime for analytic purposes: location quotients, counts and rates. En: Weisburd y Tom McEwen (ed). Crime Mapping and crime prevention, Crime prevention studies. Nueva York: Crime Justice Press; 1997.
20. Fotheringham AS, Charlton M, Bransdon C. Spatial variations in school performance: a local analysis using geographically weighted regression. *Geogr Environ Model*. 2001;5(1):43–66.
21. Fotheringham AS, Charlton ME, Brunsdon C. Geographically weighted regression: The analysis of spatially varying relationships. London: Wiley; 2012.
22. Andresen M. Crime measures and the spatial analysis of criminal activity. *BJC*. 2006;46:258–85.
23. Fuentes CM, Hernandez V. Housing finance in Mexico: the impact of housing vacancy on property crime. *International Journal of Housing Policy*. 2014;14 (4):368–88.
24. Akaike H. Likelihood of a model and information criteria. *J Econometrics*. 2006; 16:3–14.
25. Kikuchi G. Neighborhood structure and crime: a spatial analysis. Austin: LFB Scholarly Publishing, LLC; 2010.
26. Cohen J, Tita G. Diffusion in Homicide: Exploring A General Spatial Diffusion Processes. *J Quant Criminol*. 1999;15(4): 455–93.
27. Cahill M, Mulligan G. Using Geographically Weighted Regression to Explore Local Crime Patterns. *SSCR*. 2007;25(2):174–93.
28. Lockwood D. Mapping Crime in Savannah Social Disadvantage, and Use, and Violent Crimes Reported to the Police. *SSCR*. 2007;25(2):194–209.
29. Stucky Th, Ottensmann J. Land use and violent crime. *ASC*. 2009;47(4):1223–64.
30. Cardozo OD, García-Palomares JC, Gutiérrez J. Application of geographically weighted regression to the direct forecasting of transit ridership at station-level. *Appl Geogr*. 2012;34:548–58.
31. Malczewski J, Poetz A. Residential Burglaries and Neighborhood Socioeconomic Context in London. Ontario: Global and Local Regression Analysis. *The Professional Geographer*. 2005;57(4):516–29.

Manuscrito recibido el 13 de febrero de 2015.
Aceptado para publicación, tras revisión, el 31 de julio de 2015.

ABSTRACT

Sociodemographic context of homicide in Mexico City: a spatial analysis

Objective. Investigate the spatial distribution pattern of the homicide rate and its relation to sociodemographic features in the Benito Juárez, Coyoacán, and Cuauhtémoc districts of Mexico City in 2010.

Methods. Inferential cross-sectional study that uses spatial analysis methods to study the spatial association of the homicide rate and demographic features. Spatial association was determined through the location quotient, multiple regression analysis, and the use of geographically weighted regression.

Results. Homicides show a heterogeneous location pattern with high rates in areas with non-residential land use, low population density, and low marginalization.

Conclusions. Spatial analysis tools are powerful instruments for the design of prevention- and recreation-focused public safety policies that aim to reduce mortality from external causes such as homicides.

Key words

Homicide; violence; spatial analysis; demographic analysis; Mexico.