

# Dependencia espacial de la delincuencia en Monterrey, México

Spatial Dependence of Crime in Monterrey, Mexico

*Ernesto Aguayo Téllez\**

*Sandra Edith Medellín Mendoza\*\**

Recibido: 15/01/2014

Aprobado: 05/19/2014

---

\* Universidad Autónoma de Nuevo León, México. [ernestoaguayo@gmail.com]

\*\* Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, México.  
[smedellin565@gmail.com]

## Resumen

Utilizando datos agregados por vecindario para 2010 en el Área Metropolitana de Monterrey (AMM), México, este trabajo investiga el efecto de las características del entorno en la delincuencia. Se corrobora la existencia de autocorrelación espacial en los datos, es decir, se encuentra que vecindarios con altos índices de delincuencia inciden positivamente en los índices de delincuencia de los vecindarios cercanos. Después de controlar por el sesgo causado por la autocorrelación espacial y la censura de los datos, se encuentra evidencia de que la probabilidad de ser víctima de un delito y la probabilidad de que alguien se convierta en delincuente está positivamente relacionada con el desempleo, el porcentaje de jóvenes varones y la existencia de centros comerciales en el vecindario.

## Palabras clave

Delincuencia, autocorrelación espacial, efectos de vecindario.

## Abstract

This paper studies the impact that the characteristics of the environment have on crime using neighborhood aggregate data of the Monterrey Metropolitan Area for the year 2010. Data spatial autocorrelation is corroborated, i.e. neighborhoods with high crime rates have a positive impact on the crime rates of its surrounding neighborhoods. Once it was controlled through the bias caused by spatial autocorrelation and data censoring, it is evidenced that the likelihood of being a crime victim and the probability of becoming an offender is positively related to variables such as unemployment, the percentage of young men and the existence of shopping centers in the neighborhood.

## Key Words

Crime, spatial autocorrelation, the neighborhood effects.

**JEL Classifications:** C34, D01, D63

## Introducción

El tema de la seguridad y la violencia se ha convertido en uno de los más relevantes en México, debido a su crecimiento y a los altos costos que ha generado en los últimos años. A mediados de la década de 1990 varios autores estimaban en 12,3% del producto interno bruto (PIB) el costo económico de la violencia en el país (incluyendo, además de las pérdidas en salud y materiales, la productividad e inversión, trabajo y consumo, así como las transferencias de víctimas a delincuentes) (Londoño & Guerrero, 1999).

Según datos de la Oficina de las Naciones Unidas contra las Drogas y el Delito (UNODC por sus siglas en inglés, 2010), México fue el segundo país más violento en cuanto a tasas de homicidios, ya que pasó de 10,5 homicidios por cada 100.000 habitantes en 2005, a 21,5 en 2010.<sup>13</sup> Además, estos datos muestran que el incremento de la violencia en México tiene relación con el área geográfica, es decir, las ciudades más pobladas presentaron tasas más elevadas de homicidios que el resto del país (UNODC, 2011).

La economía del crimen revela que factores como pobreza, desigualdad, bajos niveles de educación y elevadas tasas de criminalidad hacen que los individuos sean propensos a participar en actividades delictivas (Becker, 1995). Ha sido ampliamente documentado que variables como pobreza, desempleo, educación, edad, desigualdad de ingresos, son factores importantes en la propensión de un individuo a ser delincuente (Case & Katz, 1991; Freeman, 1996, 1999). De esta manera, si en un vecindario específico predominan el analfabetismo, la pobreza, elevado porcentaje de mujeres cabeza de familia, desempleo y delincuencia, es probable que esto incida en la propensión del individuo a delinquir o a ser víctima de algún delito. Y si a su vez este vecindario está rodeado de otros vecindarios similares, existirá adicionalmente un efecto espacial en la conducta criminal que puede desarrollar un individuo.

El concepto de influencia entre vecindarios conduce al uso de modelos de dependencia espacial, en los que la idea de adyacencia es primordial, pues se piensa que las características de un vecindario afectan las características de los vecindarios adyacentes: áreas geográficas que comparten una frontera, o bien que están a cierta distancia (Elfers, 2003).

---

<sup>13</sup> United Nations Office on Drugs and Crime, *Homicide Statistics* (2011). Honduras reportó el primer lugar en el *ranking* de América, en la tasa de homicidio intencional por cada 100.000 habitantes.

La primera hipótesis que se plantea en este trabajo es la existencia de dependencia espacial de la criminalidad en el Área Metropolitana de Monterrey, AMM (Nuevo León, México), es decir, áreas con altos (bajos) niveles de delincuentes y de delincuencia incrementan (disminuyen) los niveles de delincuentes y de delincuencia en las áreas vecinas y viceversa.

La segunda hipótesis planteada es estimar cómo las características del entorno, o del vecindario, tales como el desempleo, la pobreza, el porcentaje de personas sin acceso a seguridad social o de familias con un solo padre, afectan la criminalidad. De corroborarse la primera hipótesis, sería necesario utilizar metodologías econométricas que permitan controlar la autocorrelación espacial para obtener estimadores insesgados de los efectos del entorno en la criminalidad.

Para estimar la criminalidad en un vecindario, este trabajo considera dos indicadores: 1) el número de habitantes de un vecindario que han sido capturados y se encuentran bajo el estatus de presuntos delincuentes,<sup>2</sup> divididos por tipo de delito (violento y no violento)<sup>3</sup> por cada 1.000 habitantes del vecindario, y 2) el número de vehículos de un vecindario que han sido robados por cada 1.000 vehículos del vecindario.

Después de controlar por la dependencia o autocorrelación espacial, en caso de que sea necesario, este trabajo busca responder específicamente las siguientes dos preguntas de investigación:

- 1) ¿Qué factores determinan que un vecindario presente un mayor porcentaje de presuntos delincuentes (violentos y no violentos) entre sus habitantes?
- 2) ¿Qué características de los vecindarios se relacionan con mayores tasas de robos de vehículos?

---

<sup>2</sup> Como presunto delincuente se identifica a la persona que al ser detenida se le inicia una *averiguación previa*, para dar inicio a un proceso penal que permita determinar si serán detenidos en prisión formal, quedar sujetos al mencionado proceso, o bien que se dictará extinguida la acción penal y se la dejará en libertad bajo las reservas de ley.

<sup>3</sup> Siguiendo la clasificación del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi) utilizada en Estadísticas sobre Seguridad Pública y Justicia 2010, Estadísticas Comparativas, se agrupan como delitos violentos aquellos cometidos contra las personas, como: homicidio, lesiones, violación, violencia familiar, privación ilegal de la libertad y otros delitos que atentan contra la integridad personal; y como delitos no violentos aquellos cometidos contra la propiedad, como: robo, fraude, extorsión, daño en propiedad ajena, despojo de inmueble y allanamiento de morada.

Con la primera pregunta, en cierta manera, se pretende entender cómo las características del entorno (o del vecindario) influyen en la probabilidad de que una persona se convierta en delincuente, mientras que la segunda analiza la relación entre las características del entorno y la probabilidad de que las personas sean víctimas de la delincuencia.

Se decidió dividir a los delincuentes en violentos y no violentos, debido a que se ha encontrado evidencia de que el comportamiento de los primeros es y se determina de manera diferente al comportamiento de los delincuentes segundos, por ejemplo, en los delitos relacionados con homicidios (violentos). La edad del delincuente es un factor importante, pues los más jóvenes son más propensos a cometer violencia, mientras que en delitos relacionados con daños en propiedad ajena (delitos no violentos) el factor de la pobreza parece estar más relacionado (Loureiro *et al.*, 2009; Levitt & Lochner, 2001; Valero & Calderón, 2012).

Se eligieron además datos sobre robos de vehículos, ya que esta clase de delitos tiene una mayor propensión a ser reportados a la autoridad. Por ejemplo, según datos de la Encuesta nacional de victimización y percepción de la seguridad pública (Envipe), del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi), en promedio, en 2011, el porcentaje del total de delitos no denunciados a la autoridad fue del 88%, mientras que el robo de vehículos reportó una tasa de no denuncia (o cifra negra) de 30%.<sup>4</sup>

La base de datos empleada en este estudio está integrada por tres fuentes de información. De la Procuraduría General de Justicia del Estado de Nuevo León (PGJNL) se obtuvo una base de datos que incluye el número de presuntos delincuentes (violentos y no violentos) por colonia y el número de vehículos robados, también por colonia, en el Área Metropolitana de Monterrey (AMM). Las características sociodemográficas de los vecindarios se obtuvieron del Censo de Población y Vivienda, del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi, 2010), mientras que del Sistema para la Consulta de Información Censal (Scince) del Inegi se obtuvo información sobre número de servicios públicos (escuelas, iglesias, mercados, plazas, etc.) que tiene el vecindario.

---

<sup>4</sup> Se define la cifra negra como el porcentaje de delitos no denunciados y denunciados sin averiguación previa, entre el total de delitos ocurridos.

Con el uso de la información anterior se puede relacionar información sobre cuántos delincuentes<sup>5</sup> y delitos ocurridos fueron reportados en cada vecindario, así como las características socioeconómicas y la infraestructura del vecindario en la que viven los presuntos delincuentes, y de los vecindarios cercanos.

Este trabajo está organizado de la siguiente manera: la primera sección describe los antecedentes de la situación de la criminalidad en Nuevo León; la segunda presenta una revisión de literatura pertinente; en la tercera se exponen los datos empleados; la cuarta describe el modelo teórico; la quinta plantea el modelo empírico y explica algunos conceptos del análisis espacial; en la sexta sección se reportan los resultados y en la última se presentan las conclusiones.

## 1. Antecedentes

Desde la segunda mitad de la década de 2000 Nuevo León ha tenido que lidiar con uno de los más graves problemas a nivel local, como lo es la falta de seguridad, reflejada en sus elevadas tasas de delincuencia. De acuerdo con la Encuesta Nacional sobre Inseguridad, (ENSI) del Instituto Ciudadano de Estudios sobre Inseguridad, en 2009 Nuevo León se encontraba entre los primeros diez estados de México con las tasas más altas de incidencia de delitos por cada 100.000 habitantes, siendo esta de 10.659 delitos, mientras que a nivel nacional el indicador fue de 10.935 delitos por cada 100.000 habitantes.<sup>6</sup>

En 2010 la Envipe reportó que la delincuencia en Nuevo León llegó a ser de 37.142 delitos por cada 100.000 personas, ubicándose por encima de la media nacional, que fue de 30.490 delitos por cada 100.000 personas, pasando a estar entre los primeros siete estados con mayor incidencia delictiva.

Esto es consistente con la información de la Secretaría de Seguridad Pública Nacional, en la cual los tres delitos que más han aumentado en su incidencia delictiva han sido: homicidio, secuestro y robo.

---

<sup>5</sup> La base de datos de presuntos delincuentes de la PGJNL contiene 43.320 observaciones de personas de 18 años o más que fueron arrestadas por la presunta comisión de uno o más delitos. Después de eliminar las observaciones con domicilios fuera del AMM (22%) o con información incompleta, quedó una base de datos de 17.493 presuntos delincuentes.

<sup>6</sup> La tasa incluye el total de delitos ocurridos en la entidad federativa, dividido por la población total residente en ella y multiplicada por 100.000.

**Tabla 1.**  
Hechos delictivos registrados en agencias del Ministerio  
Público del Fuero Común para Nuevo León

Delito	2004	2008	2009	2010	Tasa crec. periodo
Homicidio	510	732	704	1,269	148,8%
Secuestro	6	19	13	18	200,0%
Robo	24.212	36.279	33.227	38.838	60,4%

Fuente: <http://www.incidenciadelictiva.secretariadoejecutivo.gob.mx/>

En cuanto a las razones por las cuales se considera que existe esta elevada inseguridad en el AMM, la ENSI de 2009 indica que en el caso de Nuevo León existen factores que tienen que ver con la falta de vigilancia y factores que surgen dentro de la comunidad, como la existencia de pandillas, falta de alumbrado público y de espacios públicos, además de la situación al interior de las familias.

Sin embargo, la Envipe registra que entre las causas de inseguridad existente en la comunidad se encuentran, en primer lugar, los problemas relacionados con las drogas y el narcotráfico. Asimismo, en su última edición, la Envipe da mayor peso a factores económicos, como el desempleo y la pobreza. Otras razones que la población considera importantes son la falta de valores (lo cual tiene que ver con la cohesión social), la desintegración de las familias y la carencia de educación o falta de calidad de la misma. El resto de las causas que se señalan en la Envipe están relacionadas con un marco inadecuado de sanciones a nivel de ciudad: escasa calidad de policías, castigos poco severos, leyes blandas, así como sistemas judicial y penitenciario deficientes.

## 2. Determinantes de la delincuencia

Trabajos de investigación recientes han encontrado que la ausencia de oportunidades, sobre todo para los jóvenes, es uno de los principales factores de la delincuencia (Case & Katz, 1991; Huang, 2007; Freeman, 1996; Phillips et al., 2001).

Case y Katz (1991) encuentran que un mercado laboral con pocas oportunidades para los jóvenes, así como vivir en vecindarios de ingreso bajo, son características de los jóvenes propensos a delinquir. Freeman (1996) argumenta que los prospectos de ingresos legítimos bajos, así como el también bajo nivel calificado de los jóvenes, fue lo que contribuyó al incremento en la criminalidad en las décadas de los ochenta y noventa en Estados Unidos. Por su parte, Phillips *et al.* (2001) encuentran para la segunda mitad de la década de los sesenta que la disminución en la participación laboral aumentó la tasa de criminalidad juvenil en Estados Unidos.

De igual forma, dentro de las características individuales, se ha evidenciado que la falta del padre es el más importante determinante de la delincuencia (Comanor & Phillips, 2002; Kalb & Williams, 2003). Empleando datos de corte transversal para Estados Unidos, Comanor y Phillips (2003) aseguran que el impacto de los padres en la conducta de los hijos es el factor más importante para explicar la conducta delictiva de los jóvenes. Específicamente estos autores señalan que la ausencia del padre en el hogar es el factor más relevante para que un joven se convierta en delincuente. Obteniendo resultados similares, Kalb & Williams (2003), en un estudio por cohortes para Estados Unidos, indican que si no hay un padre presente en la infancia de los jóvenes es más probable que estos incurran en delitos.

Con respecto al entorno, existen estudios recientes que destacan la importancia de características como pobreza, desigualdad, propiedad de la vivienda, así como la presencia de lugares adecuados para fomentar un sano desarrollo de sus habitantes (áreas deportivas, escuelas, centros comerciales); o bien, lugares que son fuente de contaminación auditiva y visual (como bares o discotecas) son factores que contribuyen a determinar una conducta delictiva (Kelly, 2000; Levitt & Lochner, 2001; Glaeser *et al.*, 1996; Anselin *et al.*, 2000; Lagrange, 1999).

Con datos de condados urbanos en Estados Unidos, Kelly (2000) encuentra que la desigualdad (de ingresos o educación) no afecta delitos contra la propiedad, pero sí tiene un fuerte efecto en los delitos violentos como homicidios. En relación con las características de vecindario o de localización, Levitt y Lochner (2001), usando datos de homicidios en Chicago, explican que la pobreza, el porcentaje de adultos sin educación secundaria y la desigualdad del ingreso dentro del vecindario, son factores que incrementan la probabilidad de ser víctima del delito de homicidio, mientras que el porcentaje de familias

dueñas de su vivienda es un factor que disminuye la probabilidad de ser víctima de homicidio. Glaeser, Sacerdote y Sheinkman (1996) enfatizan el papel de las interacciones sociales (el que los criminales actúen juntos) a nivel de distrito en los diferentes tipos de delitos en Estados Unidos. Entre sus principales resultados encuentran que los delitos “leves” (como hurtos) cometidos por jóvenes tienen los más altos grados de interacción social; si las familias están menos integradas (mayor porcentaje de mujeres cabeza de hogar), se cometen en la localidad delitos más graves.

Finalmente, estudios que examinan la distribución espacial del crimen (Anselin *et al.*, 2000; Kakamu, Polasek & Wago, 2000) han demostrado que ciertos usos de suelo urbano y las características de la población están asociados a clústeres de criminalidad conocidos como “puntos calientes”, o *hot spots*. De acuerdo con Anselin *et al.* (2000), existe una relación positiva entre los niveles del crimen y el número de bares, sobre todo cuando estos lugares se ubican en lugares solitarios y de poca vigilancia. Lagrange (1999) analiza la tasa de delitos menores (como vandalismo) para 1992 en Canadá, donde, además de estudiar el efecto de las características del vecindario, trata de determinar el impacto que ocasiona la proximidad de centros comerciales y escuelas secundarias sobre este indicador de criminalidad. El autor encuentra que hay una marcada concentración de incidencia criminal en áreas cercanas a otras que tengan secundarias o centros comerciales, además de aquellas con altos niveles de desempleo.

### 3. Descripción de los datos y análisis exploratorio

La tabla 2 reporta las características socioeconómicas y del entorno de los 1.463 AGEB<sup>7</sup> que conforman el Área Metropolitana de Monterrey.<sup>8</sup>

En las primeras cuatro columnas se reportan los estadísticos descriptivos de la información utilizada. La tasa de presuntos delincuentes por AGEB indica el número de delincuentes con domicilio en un AGEB que fueron detenidos en el año 2010, por cada 1.000 habitantes, mientras que la tasa de robo de vehículos por AGEB indica el número

<sup>7</sup> Un AGEB, o área geoestadística básica, es el área geográfica más pequeña que define el Inegi y que corresponde a la subdivisión de los municipios. Un AGEB consta de alrededor de 10 manzanas o 2.000 habitantes con características socioeconómicas semejantes. El AGEB constituye la unidad básica del Marco Geoestadístico Nacional (MGN).

<sup>8</sup> El Censo de Población y Vivienda del INEGI reporta 1.525 AGEB para el AMM; no obstante, se eliminaron 62 observaciones debido a la ausencia de datos de población.

**Dependencia espacial de la delincuencia en Monterrey, México**

ERNESTO AGUAYO TÉLLEZ

SANDRA EDITH MEDELLÍN MENDOZA

de vehículos robados en un AGEB en dicho año, por cada 1.000 vehículos.<sup>9</sup>

En promedio, en 2010 se arrestaron 3,6 delincuentes con domicilio en cada AGEB, por cada 1.000 habitantes, y en promedio, 4 fueron acusados de cometer delitos violentos y 5,1 delitos no violentos; además se reportaron 12,2 vehículos robados en cada AGEB, por cada 1.000 vehículos.<sup>10</sup>

El desempleo promedio en un AGEB fue de 4% en 2010, sin embargo hay AGEB con tasas de desempleo del 25%. En promedio, el 18,6% de los hogares de un AGEB tenían a una mujer como cabeza de hogar y el 1,9% de los habitantes de un AGEB eran hombres de 18 a 24 años, determinándose AGEB donde casi el 40% de sus habitantes eran hombres en este rango de edad. También, en promedio, en cada AGEB vivían 8.788 habitantes por km<sup>2</sup> y el 15,6% de las viviendas estaban deshabitadas. De igual forma, en el año 2010 había en promedio 1,5 escuelas y 0,2 hospitales por AGEB.

**Tabla 2.**

Resumen de estadísticas descriptivas por AGEB (AMM, 2010).

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Variable	Media	Desv. est.	Mín.	Máx.	I Moran
Presuntos delincuentes/1.000 habs.	3.63	6.26	0	36	0.094***
Violentos	4.02	26.42	0	659	0.076***
No violentos	5.06	40.78	0	1000	0.088***
Vehículos robados/1.000 vehículos	12.23	170.72	0	4358	0.052***
Escolaridad (años)	10.474	2.368	0	17.67	0.635***
Densidad (habs./km <sup>2</sup> )	8,788	6,059	0.447	35,684	0.249***

<sup>9</sup> Es importante mencionar que la información de delincuencia se encuentra por colonia, mientras que el resto de la información se determina por AGEB. Para poder relacionar la colonia a la que pertenece cada presunto criminal o donde se realizó el robo de vehículo con los indicadores socioeconómicos censales que le corresponden por AGEB, se usó la lista de colonias-AGEB utilizada para el índice de rezago social del AMM (Martínez, Treviño & Gómez, 2009; Benita, 2012). El total de presuntos delincuentes se refiere a todos los delitos clasificados en el fuero común, incluso donde se comete más de un delito. Dada la clasificación en violentos y no violentos, algunos delitos no entraron en ninguna de las dos categorías, tales como abuso de autoridad y de confianza, revelación de secretos, etcétera.

<sup>10</sup> "También se utilizó la razón de vehículos robados por cada 1.000 habitantes, con resultados similares".

Tasa de desempleo	0.040	0.023	0	0.25	0.162***
Mujeres cabeza de hogar	0.186	0.085	0	0.619	0.503***
Jóvenes hombres, 18-24 años	0.019	0.021	0	0.394	0.271***
Viviendas deshabitadas	0.156	0.152	0	1	0.333***
Viviendas con lavadora	0.671	0.184	0	1	0.488***
Centros comerciales	0.054	0.260	0	3	0.072***
Hospitales	0.193	0.495	0	5	0.056***
Instalaciones deportivas	0.042	0.233	0	3	0.093***
Parques	0.260	0.877	0	11	0.139***

\*\*\* Significativo al 1%. Total de AGEB: 1.463.

Fuente: Elaboración propia con datos de la PGJNL y el Inegi.

En la última columna de la tabla 2 se reporta una medida de autocorrelación espacial que es ampliamente utilizada para conocer la concentración espacial de una determinada variable: el estadístico I-Moran (Cliff & Ord, 1973).

Aunque el dato del I-Moran no indica magnitud, se puede señalar que todas las variables de nuestra muestra presentan autocorrelación espacial global positiva y significativa, es decir, es posible encontrar aglomeraciones de AGEB con valores similares (altos con altos o bajos con bajos).

### 3.1 Autocorrelación espacial local

El estadístico I-Moran es un indicador global de autocorrelación espacial en el sentido de que indica si existe autocorrelación espacial entre todas las unidades geográficas de la muestra. Para analizar la contribución de cada unidad geográfica a la autocorrelación espacial global, el estadístico I-Moran se puede descomponer utilizando el estadístico LISA (Local Indicators of Spatial Autocorrelacion). Este indicador es útil para detectar agrupamientos de valores altos (o bajos) de la variable por localidad (Anselin, 1996).

Los mapas 1, 2 y 3 presentan el estadístico LISA para las variables “presuntos delincuentes violentos por cada 1.000 habitantes”, “presuntos delincuentes no violentos por cada 1.000 habitantes” y “vehículos robados por cada 1.000 vehículos” para cada AGEB del AMM. Como se puede observar, hay evidencia de agrupamientos elevados del

**Mapa 1**

Autocorrelación Espacial Local  
 Presuntos Delincuentes Violentos por cada mil habitantes, AMM



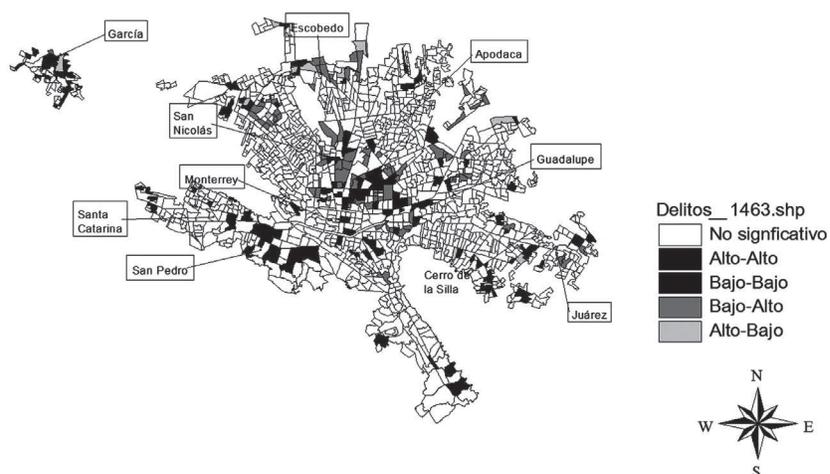
**Mapa 2**

Autocorrelación Espacial Local  
 Presuntos Delincuentes No Violentos por cada mil habitantes, AMM



### Mapa 3

#### Autocorrelación Espacial Local Vehículos robados por cada mil autos, AMM



porcentaje de delincuentes violentos y no violentos, así como de delincuencia por robos de vehículos.

Los vecindarios con mayores concentraciones de domicilios de presuntos delincuentes violentos se encuentran en el poniente de Monterrey y en el centro de Guadalupe, con algunos focos rojos en Santa Catarina. Los vecindarios con mayores concentraciones de domicilios de presuntos delincuentes no violentos se encuentran en Santa Catarina y en el centro de Guadalupe, con algunos focos rojos en el poniente de Monterrey. Los vecindarios con mayores concentraciones de robos de vehículos se encuentran principalmente en el centro del Área Metropolitana de Monterrey.

## 4. Marco teórico

Becker (1968) fue el primero en darle un enfoque de mercado al análisis de delitos, al indicar que los individuos tienen un comportamiento racional que les hace evaluar los costos y beneficios de cometer delitos. Con esta base de racionalidad se permite la existencia de un equilibrio de mercado compuesto por dos agentes: el delincuente

potencial, que representa el lado de la oferta, y la sociedad que impone el castigo y representa la intervención del Gobierno. Posteriormente Erlich (1973) desarrolló un modelo en el cual propone que los individuos se especializarán en actividades ilegales en razón de su preferencia al riesgo y de los ingresos relativos potenciales entre legales y no legales. Poco tiempo después el mismo autor (Ehrlich, 1981) propuso ampliar el marco teórico de delitos de Becker (1968), pues se pierde un aspecto importante en la realización de delitos: las víctimas potenciales demandan seguridad, generando una “demanda derivada” de delitos.

Así, dado un nivel determinado de intervención del Gobierno, el mercado de los delitos requiere una explícita consideración de las fuerzas privadas de oferta y demanda para determinar el volumen de ofensas de equilibrio. Bajo esta teoría, tanto los incentivos para cometer delitos, como las oportunidades de ingreso legal (que puede ser capturado por el desempleo, la pobreza o los bajos niveles de educación) deben ser considerados.

La teoría del comportamiento criminal de Cook (1986) señala que hay una oferta y una demanda de oportunidades criminales, donde el oferente de oportunidades es la víctima potencial y el demandante de oportunidades es el delincuente potencial. Dado que tanto la víctima potencial como el victimario son individuos racionales, estos siguen un proceso de optimización para la toma de decisiones. Los criminales tienden a ser selectivos al elegir víctimas que ofrezcan un alto beneficio esperado (que aparenten tener más) con un mínimo esfuerzo (poco nivel de protección por parte de la víctima) y que los delitos que cometan sean menos penados o que tengan mayores oportunidades de burlar la ley. De igual manera, las víctimas potenciales tratan de exponerse menos o de mandar señales de que es poco lo que los delincuentes podrían obtener de ellos.

Adicionalmente, otras teorías estipulan que las características del vecindario desempeñan un papel relevante en la determinación del crimen y la victimización. La teoría de la desorganización social apunta que el grado de apoyo o comunicación entre los habitantes de un vecindario está directamente relacionado con la prevención del delito, mientras que la teoría del desorden social relaciona el nivel de descuido de un vecindario y el número de delitos que en este sucedan.

Más recientemente, investigadores como Elffers (2003) añaden que los efectos espaciales tienen importancia al estudiar el fenómeno de la delincuencia, ya que la criminalidad

también depende en parte de las características de los vecindarios cercanos. Es decir, la probabilidad de ser un delincuente, no solo está determinada por las características familiares y del vecindario, sino también por la cercanía con otros vecindarios con altos niveles delictivos. Asimismo, la propensión a ser víctima de un delito está determinada también por las características tanto del vecindario propio, como del tipo de vecindarios cercanos que se tienen.<sup>11</sup>

## 5. Modelo empírico

De acuerdo con el modelo expresado por Elffers (2003) la propensión de un individuo a desarrollar una conducta criminal puede ser explicada por las características del entorno social y económico en que se desenvuelven las personas y por las características de las regiones vecinas. Por lo tanto, el índice de delincuentes en un vecindario dependerá de las características propias del vecindario y sus habitantes, así como la influencia de los vecindarios cercanos. De la misma manera, si medimos la delincuencia por el lado de las víctimas (en nuestro caso, de robo de vehículos), la tasa de delincuencia estará relacionada con las características socioeconómicas de las víctimas y de su vecindario, así como la influencia de los vecindarios cercanos.

Una característica particular de los datos de criminalidad a nivel de vecindario es que en una fracción importante de los vecindarios (AGEB) de la muestra no suceden (o se registran) robos de vehículos o domicilios de presuntos delincuentes. Del total de 1.463 AGEB del AMM, 678 no registraron robos de vehículos y 713 no fueron declarados como domicilios de presuntos delincuentes.

El registro de cero robos de vehículos o cero domicilios de presuntos delincuentes en una parte no trivial de la muestra puede generar sesgos importantes en la estimación de los coeficientes. Tomando en cuenta esta posibilidad, además del modelo convencional con dependencia espacial se utilizó un modelo Tobit con dependencia espacial, es decir, un modelo con dependencia espacial que además considerara la “censura de los datos” o la presencia de una fracción no trivial de ceros en la variable dependiente.<sup>12</sup>

<sup>11</sup> Aguayo y Chapa (2012) presentan una breve descripción de las teorías más comunes sobre la importancia de las características del vecindario en la probabilidad de que sucedan actos criminales.

<sup>12</sup> De acuerdo con Wooldridge (2004), con la presencia de censura en la variable dependiente (como es el caso de los datos de criminalidad) usar un modelo de regresión típico como MCO (mínimos cuadrados ordinarios) solamente para observaciones donde  $y^* > 0$ , no producirá coeficientes  $\beta$  consistentes e insesgados, debido a que hay variables omitidas correlacionadas con el vector  $X$  de variables explicativas.

Partiendo de un modelo Tobit convencional:<sup>13</sup>

$$y^* = X'\beta + \varepsilon \quad (1)$$

donde  $y = 0$  si  $y^* \leq 0$ ;  $y = y^*$  si  $y^* > 0$ ; donde  $y$  es la tasa de presuntos delincuentes (o de robo de vehículos) del vecindario, y  $X$  un vector de variables relacionadas a las características de vecindario como: grado promedio de escolaridad, porcentaje de jóvenes varones entre 18 y 24 años, tasa de desempleo, porcentaje de mujeres cabeza de hogar, porcentaje de población divorciada, porcentaje de viviendas deshabitadas, porcentaje de viviendas con lavadora, o número de servicios públicos disponibles (escuelas, hospitales, parques, mercados, iglesias, etc.) en el vecindario.

Para considerar la posible autocorrelación espacial o dependencia espacial de los datos, asumimos que el término de error de una observación,  $\varepsilon_i$ , está relacionado al término de error de otra observación,  $\varepsilon_j$ .<sup>14</sup>

El primer asunto que hay que determinar al aplicar econometría espacial es definir lo que se considera como “vecino”, porque este concepto nos permitirá construir la matriz de pesos espaciales ( $W$ ).<sup>15</sup> En este estudio consideramos que la relación de vecindad de cada elemento está en función de la distancia o ubicación existente entre las unidades geográficas  $i, j$ . Al respecto se usarán dos tipos de matrices: de contigüidad (*Queen*) y de distancia.

Una vez se define la matriz de pesos espaciales, el siguiente paso es verificar el grado de autocorrelación espacial de la variable dependiente con base en el I-Moran de los residuales del modelo dado por mínimos cuadrados ordinarios (MCO), para posteriormente elegir el modelo econométrico espacial que mejor explique el comportamiento de los datos, ya sea SAR (Spatial Autorregresive Model) o SEM (Spatial Error Model).

<sup>13</sup> Ver Greene (2003) para la especificación convencional de un modelo de respuesta censurada.

<sup>14</sup> El concepto de autocorrelación espacial (Anselin, 1999) se define formalmente como:  $Cov(y_i, y_j) = E(y_i y_j) - E(y_i) E(y_j) \neq 0$  para  $i \neq j$ , donde  $y_i$  y  $y_j$  son un par de observaciones de la variable aleatoria de interés, localizada en las regiones  $i$  y  $j$  en el espacio geográfico. De tal forma, dada la autocorrelación de los datos a través del espacio, se necesita el uso de técnicas de la econometría espacial.

<sup>15</sup> Para una descripción de la matriz de pesos espaciales ( $W$ ), ver Eiffers (2003).

El efecto espacial en el modelo Tobit puede ser introducido de manera similar como rezago espacial (SAR) o como error espacial (SEM). Un punto importante que hay que tomar en cuenta es que cualquiera de estas especificaciones del modelo espacial corresponde a un modelo de variable latente y no de datos observados (Anselin & Amaral, 2011).<sup>16</sup>

Algo de destacar es que el término error ya no es independiente ni sigue una distribución normal, por lo cual surgen problemas de heterocedasticidad y las estimaciones por máxima verosimilitud en un proceso autorregresivo espacial serán sesgadas (Anselin & Amaral, 2011). Debido a lo anterior, se usará en este estudio el método de Markov Chain Monte Carlo (MCMC), basado en modelos bayesianos, sugerido por LeSage y Pace (2009). El enfoque bayesiano utiliza una distribución condicional para la variable dependiente censurada, esto es, condicionada a las variables explicatorias del modelo. Una vez generada la nueva variable latente dependiente no censurada, estas estimaciones son usadas en lugar de las observaciones censuradas del modelo Tobit. De esta manera el enfoque bayesiano relaja el supuesto de la varianza constante del término del error del método de máxima verosimilitud.<sup>17</sup>

## 6. Estimación y resultados

Como se menciona anteriormente, el primer objetivo de esta investigación es corroborar la presencia de autocorrelación espacial de la delincuencia en al Área Metropolitana de Monterrey, mientras que el segundo objetivo es identificar qué características, socioeconómicas y del vecindario, afectan los niveles de delincuencia de este, corrigiendo por autocorrelación espacial en caso de que sea necesario. Se utilizan tres indicadores de delincuencia: número de presuntos delincuentes violentos y no violentos, que reportan vivir en un AGEB por cada 1.000 habitantes, y número de vehículos robados en un AGEB por cada 1.000 vehículos.

Para destacar el problema de los datos censurados y de la autocorrelación espacial, se especifican cuatro modelos: el modelo A es una regresión MCO convencional, que no

<sup>16</sup> Las especificaciones del modelo Tobit espacial son similares a las presentadas para SAR y SEM, por lo que ahora se denominan SART y SEMT, respectivamente.

<sup>17</sup> Para detalles de MCMC y los comandos espaciales de econometría (Econometrics Toolbox) para Matlab de LeSage y Pace (2009), ver <http://www.spatial-econometrics.com/> Para asegurar la convergencia de los parámetros de la distribución a priori del MCMC se usó el método de Raftery-Lewis.

toma en cuenta ni el problema de censura ni el de autocorrelación espacial; el modelo B es un modelo Tobit típico, el cual toma en cuenta el problema de la censura en los datos, pero ignora la autocorrelación espacial; el modelo C es un modelo conocido como Spatial Autorregresive (SAR) que toma en cuenta la autocorrelación espacial en los datos, pero ignora la censura de los mismos; finalmente el modelo D es un modelo de autocorrelación espacial conocido como Spatial Autorregresive Tobit (SART) que considera simultáneamente el efecto espacial y el problema de datos censurados.<sup>18</sup>

Las tablas 3, 4 y 5 presentan los coeficientes estimados de cada uno de estos cuatro modelos, así como las principales pruebas de autocorrelación espacial para la tasa de presuntos delincuentes violentos, la tasa de presuntos delincuentes no violentos y la tasa de robo de vehículos, respectivamente.

El estadístico I-Moran para los residuales del modelo A resultó estadísticamente significativo en los tres indicadores de delincuencia (presuntos delincuentes violentos y no violentos y robo de vehículos) indicando la presencia de autocorrelación espacial. Cabe destacar que la autocorrelación espacial sigue presente aun después de controlar por la censura de los datos (modelo B).

Las pruebas robustas de LM (Lagrange Multiplier) del error y los rezagos nos indican que, para los tres indicadores de delincuencia, el modelo espacial más adecuado o el mejor generador de datos con efectos espaciales es el de autocorrelación de rezagos o modelo SAR (Spatial Auto Regressive).<sup>19</sup> Adicionalmente se reporta el parámetro espacial ( $\lambda$ ) para los modelos SAR y SAR en su versión Tobit (SART), el cual resulta positivo y significativo para los tres indicadores de delincuencia, indicando la presencia de autocorrelación espacial de los rezagos. Estos resultados coinciden con otros estudios en los que se halla la existencia de un efecto positivo y significativo del coeficiente espacial en modelos de criminalidad (Messner *et al.*, 1999; Kakamu, Polasek & Wago, 2008). Finalmente, para hacer una comparación de modelos espaciales se reporta la prueba LRT (Loglikelihood Ratio), la cual confirma la significancia del parámetro espacial.<sup>20</sup>

<sup>18</sup> Se usa una matriz de contigüidad Queen de segundo orden. También se usó la matriz de k-Nearest Neighbors, que es un tipo de matriz basado en distancias, la cual reportó resultados similares.

<sup>19</sup> La hipótesis nula del test de LM es el modelo MCO, mientras que la alternativa es el modelo en cuestión, ya sea de rezagos o error. Este test se basa en los residuales y está distribuido como  $\chi^2$  con un grado de libertad (Anselin, 1999).

<sup>20</sup> LRT es una de las tres pruebas clásicas (las otras son Wald test y LM test) que compara la hipótesis nula (modelo MCO) contra la hipótesis alternativa que es el modelo espacial de rezagos o de error Anselin (2005).

Dada la presencia de censura en los datos de criminalidad y una vez probado que si hay autocorrelación espacial y que el modelo espacial más adecuado es el SAR, se procede a interpretar los coeficientes del modelo SAR en su versión Tobit (SART).<sup>21</sup>

## 6.1 Presuntos delincuentes violentos

La tabla 3 muestra los resultados de la tasa de presuntos delincuentes violentos en los cuatro modelos (A, B, C y D). Debido a la utilización de Tobits, para los modelos B y D se reportan los efectos marginales en lugar de los coeficientes estimados.

Para estimar los determinantes de la criminalidad violenta se usó como variable dependiente la tasa de presuntos delincuentes violentos por cada 1.000 habitantes y en el vector de variables independientes se utilizaron las variables: educación, densidad poblacional, hombres jóvenes de 18 a 24 años, tasa de desempleo, número de centros comerciales y número de parques en el AGEB.<sup>22</sup>

En términos generales, los parámetros estimados resultan muy similares entre los cuatro modelos, pero se encuentran diferencias importantes en la significancia de ellos. Por ejemplo, si no se considera la presencia de autocorrelación espacial y la censura de los datos, tanto el modelo A como los modelos B y C reportan, erróneamente, un efecto negativo de la escolaridad promedio de un vecindario y la tasa de presuntos delincuentes que incurrir en delitos violentos. Sin embargo, cuando se controla por la autocorrelación espacial y por la censura de los datos, este coeficiente ya no resulta estadísticamente significativo.

Sin corregir por autocorrelación espacial o por censura en los datos, Kelly (2000) y Valero-Gil y Calderón-Martínez (2012), con datos para Estados Unidos el primero y para México el segundo, encontraron que un mayor nivel de educación tiene un impacto negativo en delitos como homicidio: un resultado similar a los obtenidos con nuestros modelos A, B y C, lo que hace evidente la importancia de considerar el efecto espacial y la censura de los datos en este tipo de modelos.

<sup>21</sup> En términos generales, se encontraron indicios de heterocedasticidad, lo que era de esperarse debido a que los errores están afectados por la dependencia espacial, pero fue corregido. Además no hubo problemas de multicolinealidad, ya que el número de condición fue menor a 20 en los tres indicadores.

<sup>22</sup> Se usaron más variables como mujeres cabeza del hogar, porcentaje de viviendas con lavadora, porcentaje de viviendas deshabitadas, así como el número de instalaciones deportivas o centros comerciales del AGEB, pero debido a problemas de multicolinealidad se dejaron fuera del modelo.

**Dependencia espacial de la delincuencia en Monterrey, México**

ERNESTO AGUAYO TÉLLEZ

SANDRA EDITH MEDELLÍN MENDOZA

Los resultados del modelo D indican que el porcentaje de hombres jóvenes en el vecindario tiene un efecto positivo y significativo sobre la tasa de presuntos delincuentes violentos. Un incremento de un punto en el porcentaje de hombres jóvenes en un vecindario aumenta en 0,077 el número de presuntos delincuentes violentos en un vecindario, por cada 1.000 habitantes. Este efecto positivo de los jóvenes varones es congruente con estudios anteriores, en los que se señala a la falta de oportunidades como un factor que incentiva a los jóvenes a la delincuencia (Case & Katz, 1991; Huang, 2007; Freeman, 1996; Phillips *et al.*, 2001).

**Tabla 3.**

Presuntos delincuentes violentos por cada 1.000 habitantes

	<b>Modelo A MCO</b>	<b>Modelo B Tobit</b>	<b>Modelo C SAR</b>	<b>Modelo D SART</b>
	<b>Coefficiente</b>	<b>dy/dx</b>	<b>Coefficiente</b>	<b>dy/dx</b>
Constante	0.0024***		0.0020**	
Educación	-0.0002**	-0.0001*	-0.0001**	-0.0462
Densidad	0.0000	0.0000*	0.0000	0.0306
Hombres jóvenes (18-24 años)	0.0123*	0.0180***	0.0107*	0.0776**
Desempleo	0.0323***	0.0239***	0.0299***	0.0398
Centro comercial	0.0006	0.0006**	0.0005	0.0693**
Parque	0.0002*	0.0002***	0.0002	-0.0105
$\lambda$	-----	-----	0.2156***	0.4123***
Núm. condición para multicol.	19.02			
Log Likelihood	5871.95	1862.23	5881.47	
AIC	-11729.9		-11746.9	
BIC	-11692.9		-11704.6	
N	1463	1463	1463	1463
Diagnóstico para dependencia espacial (1)	Valor			
Moran's I (residuales)	4.1397***	0.0365***	-0.0026	-0.0029
Lagrange Multiplier (lag)	19.7494***			

Robust LM (lag)	5.8807**			
Lagrange Multiplier (error)	16.1278***			
Robust LM (error)	2.2591			
Likelihood Ratio test (LRT)			19.3564***	

\*\*\*Significativo al 1% \*\*Significativo al 5% \*Significativo al 10% .

Corregido por heterocedasticidad. (1) Se usó una matriz espacial de contigüidad de segundo orden.

Fuente: Elaboración propia con datos del Censo de Población y Vivienda (2010) del Inegi y PGJNL.

Con respecto a variables de características del vecindario se encuentra una relación positiva entre el número de centros comerciales del vecindario y la existencia de presuntos delincuentes violentos en el vecindario. Es posible que la concentración de personas en lugares públicos cercanos al domicilio vuelva a las personas más propensas a convertirse en presuntos delincuentes.

## 6.2 Presuntos delincuentes no violentos

La tabla 4 muestra los resultados de la tasa de presuntos delincuentes no violentos en los cuatro modelos (A, B, C y D). Al igual que en el caso anterior, se reportan los efectos marginales para los modelos B y D.

Las variables del entorno usadas para explicar la tasa de presuntos delincuentes de delitos no violentos son: educación, densidad poblacional, porcentaje de hombres jóvenes (de 18 a 24 años), tasa de desempleo y porcentaje de mujeres cabeza del hogar en el AGEB.<sup>23</sup>

De acuerdo con lo encontrado en el modelo D, la educación promedio del vecindario tampoco resulta importante para explicar la probabilidad de que una persona se convierta en presunto delincuente no violento. Cabe mencionar que aun sin controlar por autocorrelación espacial y por censura de los datos esta relación no resulta significativa, resultado similar al encontrado en los estudios de Kelly (2000) y Valero-Gil y Calderón-Martínez (2012).

<sup>23</sup> Debido a problemas de multicolinealidad se excluyeron variables relacionadas con los servicios públicos del AGEB (parques, escuelas, hospitales, etc.), así como el porcentaje de lavadoras y de viviendas deshabitadas.

Al igual que con el indicador de presuntos delincuentes violentos, el porcentaje de jóvenes hombres en el vecindario resulta ser una de las variables más importantes para explicar la tasa de presuntos delincuentes no violentos en el vecindario. Al aumentar en un punto el porcentaje de jóvenes hombres en el vecindario, el número de presuntos delincuentes que cometen delitos no violentos aumenta en 0,11 por cada 1.000 habitantes.

A diferencia del modelo de presuntos delincuentes violentos, la densidad de población resulta positiva y significativa. Una persona adicional por km<sup>2</sup> en el vecindario aumenta en 0,06 el número de presuntos delincuentes por cada 1.000 habitantes en el vecindario. Este resultado es similar al de Vilalta (2009), quien confirma la hipótesis de que hay más delitos de robos en zonas con mayor densidad poblacional en la zona metropolitana del valle de México. Vilalta (2009) argumenta que este resultado se debe a que en las zonas de alta densidad hay una mayor cantidad de interacciones sociales.

**Tabla 4.**

Presuntos delincuentes no violentos por cada 1.000 habitantes

	<b>Modelo A MCO</b>	<b>Modelo B Tobit</b>	<b>Modelo C SAR</b>	<b>Modelo D SART</b>
	Coeficiente	dy/dx	Coeficiente	dy/dx
Constante	0.0052		0.0051	
Educación	-0.0007	-0.0002	-0.0007	-0.0369
Densidad	0.0000***	-0.0000***	0.0000**	0.0625***
Hombres jóvenes (18-24 años)	-0.0786	0.0448**	-0.076	0.1162***
Desempleo	0.0205	0.0008***	0.0242	0.0179
Mujeres cabeza de hogar	0.0808***	0.0413**	0.0715***	0.1331***
$\lambda$	-----	-----	0.1568***	0.3150***
Núm. condición para multicol.	19.86			
Log Likelihood	2698.83	579.50	2703	
AIC	-5385.65		-5392.08	
BIC	-5353.92		-5355.06	
N	1463	1463	1463	1463

Diagnóstico para dependencia espacial	Valor			
Moran's I (residuales)	2.4426**	0.0866***	0.0007	-0.0035
Lagrange Multiplier (lag)	7.2565***			
Robust LM (lag)	5.3845**			
Lagrange Multiplier (error)	5.3221**			
Robust LM (error)	3.4502*			
Likelihood Ratio test (LRT)			8.4279***	

\*\*\*Significativo al 1% \*\*Significativo al 5% \*Significativo al 10%.

Corregido por heterocedasticidad. (1) Se usó una matriz espacial de contigüidad de segundo orden.

Fuente: Elaboración propia con datos del Censo de Población y Vivienda (2010) del Inegi y PGJNL

Una de las variables relacionadas con la estabilidad familiar, el porcentaje de mujeres cabeza de hogar en el vecindario, resulta ser de gran importancia para explicar la tasa de presuntos delincuentes no violentos. Un punto adicional en este indicador aumenta en 0,13 el número de delincuentes no violentos por cada 1.000 habitantes en el vecindario, resultado similar al de Vilalta (2009) y Gleaser *et al.* (1996), quienes encuentran que tener familias menos integradas en el vecindario (es decir, un mayor porcentaje de madres solteras o mujeres cabeza de hogar) está relacionado con la ocurrencia de los delitos graves.

### 6.3 Robo de vehículos

La tabla 5 reporta los coeficientes estimados para el indicador de robo de vehículos en los cuatro modelos (A, B, C y D). En esta ocasión se agregó como variable independiente la tasa de presuntos delincuentes (total) del vecindario. Esto, con el objetivo de investigar si la presencia de viviendas con presuntos delincuentes en un vecindario incrementa la tasa de robos de vehículos en dicho vecindario.

Para explicar el robo de vehículos, además de la tasa de arrestos de presuntos delincuentes por cada 1.000 habitantes, se usaron las variables: educación, tasa de des-

empleo, porcentaje de lavadoras (como indicador de nivel de ingresos), porcentaje de viviendas deshabitadas, centros comerciales, hospitales e instalaciones deportivas en el AGEB.<sup>24</sup>

Tabla 5.

Robo de vehículos por cada 1.000 vehículos

	<b>Modelo A MCO</b>	<b>Modelo B Tobit</b>	<b>Modelo C SAR</b>	<b>Modelo D SART</b>
	<b>Coefficiente</b>	<b>dy/dx</b>	<b>Coefficiente</b>	<b>dy/dx</b>
Constante	0.0389***		0.0341***	
Educación	-0.0023***	0.0003	-0.0022***	0.011
Densidad	0.0000***	0.0000***	0.0000***	0.0402
Presuntos delincuentes por cada 1.000 habitantes	2.1280***	1.3350***	2.1027***	0.5756***
Desempleo	-0.0001	0.1738***	-0.0002	-0.0014
Viviendas con lavadora	0.0240*	0.0384***	0.0224	0.0667
Centro comercial	0.0134**	0.0067**	0.0126**	0.0804***
Instalaciones deportivas	0.0023	0.0022	0.0011	-0.0179
Hospital	-0.0011	-0.0001	-0.0014	-0.0184
Viviendas deshabitadas	-0.0047	-0.0121	-0.0014	0.0148
$\lambda$	-----	-----	0.1885***	0.1723***
Núm. condición para multicol.	19.84			
Log Likelihood	2149.94	548.44	2156.15	
AIC	-4279.87		-4290.3	
BIC	-4226.99		-4232.13	
N	1463	1463	1463	1463

<sup>24</sup> Debido al problema de multicolinealidad se excluyeron variables como hombres jóvenes y mujeres cabeza de hogar en el AGEB.

Diagnóstico de dependencia espacial (1)	Valor			
Moran's I (residuales)	3.5907***	0.0959***	-0.0051	0.0031
Lagrange Multiplier (lag) test	14.4337***			
Robust LM (lag)	3.3718*			
Lagrange Multiplier (error) test	11.5574*			
Robust LM (error)	0.4955			
Likelihood Ratio test (LRT)			12.4152***	

\*\*\*Significativo al 1% \*\*Significativo al 5% \*Significativo al 10%. Corregido por heterocedasticidad

Fuente: Elaboración propia con datos del Censo de Población y Vivienda (2010) del Inegi y PGJNL (1) Se usó una matriz espacial de distancia de 1,5 km.

Se encuentra que una mayor tasa de presuntos delincuentes (violentos y no violentos) en el vecindario está relacionada con mayores tasas de robos de vehículos en el vecindario. Este resultado complementa los hallazgos de Ayala y Chapa (2012), quienes hallaron que en las áreas metropolitanas de León, Monterrey y Guadalajara el vivir cerca de una colonia conflictiva (dos o tres cuadras de cercanía) eleva los niveles de percepción de inseguridad o de miedo al crimen de la localidad.

VARIABLES relacionadas con lugares públicos del vecindario, como instalaciones deportivas y hospitales, no resultaron significativas. Solo el número de centros comerciales explica el nivel de victimización que hay en el vecindario en cuanto a robos de vehículos. La tasa de robos de autos del vecindario es afectada positivamente cuando existe un mayor número de centros comerciales.

## 7. Conclusiones

Utilizando información a nivel de vecindario para el Área Metropolitana de Monterrey (México), este trabajo estudia la relación entre delincuencia y características del vecindario, tomando en cuenta el efecto de la localización y la relación que existe entre los vecindarios cercanos. Para medir la delincuencia se utilizaron dos indicadores: el

número de presuntos delincuentes (que cometieron delitos contra las personas y contra la propiedad) que viven en un vecindario, por cada 1.000 habitantes, y el número de vehículos robados en un vecindario por cada 1.000 vehículos.

Existen trabajos en México que buscan determinar los factores socioeconómicos que intervienen en la propensión de un individuo a la delincuencia, empleando datos panel o de corte transversal en un análisis econométrico convencional. Sin embargo, la principal contribución del presente análisis es indicar que existe dependencia espacial entre los vecindarios donde se registran estos niveles de delincuencia local, y que si no se toma en cuenta este elemento espacial de los datos se pueden hacer inferencias erróneas.

Mediante el uso de un modelo Tobit espacial este trabajo investiga las características del vecindario que determinan la existencia de presuntos delincuentes involucrados en delitos violentos y no violentos, con domicilio en el vecindario, así como la existencia de vehículos robados en el vecindario, utilizando información por AGEb (vecindario) del Área Metropolitana de Monterrey, en el año 2010.

Se reporta evidencia de que existe autocorrelación espacial en los datos, es decir, que niveles de delincuencia altos (o bajos) en los vecindarios se relacionan positivamente con niveles de delincuencia altos (o bajos) en los vecindarios cercanos; delincuencia medida en términos de tasas de presuntos delincuentes, violentos y no violentos, en un vecindario, por cada 1.000 habitantes, así como en tasas de robos de vehículos en un vecindario por cada 1.000 vehículos.

Características del vecindario como la densidad de población, el porcentaje de mujeres jefes de familia, así como el porcentaje de hombres jóvenes, influyen positivamente en esta probabilidad tanto de delitos violentos como de no violentos en el vecindario. La educación desempeña un papel relevante en delitos violentos, pero cuando se controla por autocorrelación espacial y censura, este efecto desaparece.

Los factores de vecindario que influyen en la probabilidad de que un vecindario sea víctima de robos de vehículos son principalmente la tasa de presuntos delincuentes arrestados que viven en el mismo vecindario, así como el número de centros comerciales en el vecindario.

## Referencias

- Aguayo, E. y Chapa, J. (2012). El robo a casa-habitación en Monterrey, Nuevo León. ¿Un problema de localización? *Econoquantum*, 9, 1, 190-201.
- Anselin, L. (1988). *Spatial Econometrics: Methods and Models*. Dordrecht, the Netherlands Kluwer Academic Publishers.
- Anselin, L. (1996). The Moran Scatterplot as an ESDA Tool to Asses Local Inestability in Spatial Association. *Spatial Analytical Perspective on GIS in Enviromental and Socio-Economic Sciences*. London, UK, Taylor & Francis.
- Anselin, L. (1999). *Spatial Econometrics*. Dallas, Texas, Estados Unidos, Bruton Center School of Social Sciences, University of Texas. Disponible en [http://www.csiss.org/learning\\_resources/content/papers/baltchap.pdf](http://www.csiss.org/learning_resources/content/papers/baltchap.pdf)
- Anselin, L. (2002). Spatial Externalities, Spatial Multipliers and Spatial Econometrics. *International Regional Science Review*, 26, 2.
- Anselin, L. (2002). Under the Hood Issues in the Specification and Interpretation of Spatial Regression Models. *Agricultural Economics*, 27, 2.
- Anselin, L. (2003). *GeoDa™ 0.9 User's Guide*. Spatial Analysis Laboratory, Department of Agricultural and Consumer Economics, University of Illinois, Urbana-Champaign, Center for Spatially Integrated Social Science <http://www.csiss.org/>
- Anselin, L.; Cohen, J.; Cook, D.; Gorr, W. y Tita, G. (2000). Spatial Analyses of Crime. *Measurement and Analysis of Crime and Justice, Criminal Justice*, 4, 213-262.
- Anselin, L. y Amaral, P. V. (2011). Finite Sample Properties of Moran's I Test for Spatial Autocorrelation in Probit and Tobit Models- Empirical Evidence. *GeoDa Center for Geospatial Analysis and Computation. Arizona State University. Working Paper*, 7.
- Ayala, E. y Chapa, J. (2012). La inseguridad y la demanda por entretenimiento: evidencia para las áreas metropolitanas de Monterrey, Guadalajara y León. *Econoquantum*, 9, 1, 135-48.
- Becker, G. S. (1968). Crime and Punishment: An Economic Approach. *The Journal of Political Economy*, 76, 2.

- Becker, G. S. (1995). *Economics of Crime*. Chicago, EE. UU.: The Federal Reserve Bank of Richmond.
- Benita, F. (2012). *El rezago social en el Área Metropolitana de Monterrey: 2010*. Tesis de maestría. Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, Nuevo León.
- Case, A. y Katz, L. (1991). The Company You Keep: the Effects of Family and Neighborhood on Disadvantaged Youths. *NBER Working Paper*, No. 3705.
- Cliff, A. y Ord, J. (1973). *Spatial Autocorrelation*. Londres, Reino Unido: Pion.
- Commanor, W. S. y Phillips, L. (2002) The Impact of Income and Family Structure on Delinquency. *Journal of Applied Economics*, 5, 2.
- Cook, P. (1986). The Demand and Supply of Criminal Opportunities. *Crime and Justice*, 7.
- Chasco, C. (2003). *Econometría espacial aplicada a la predicción-extrapolación de datos microterritoriales*. Tesis de doctorado. Elffers, H. (2003). Analysing Neighbourhood Influence in Criminology. *Statistica Neerlandica*, 57, 3.
- Erlich, I. (1973). Participation in Illegitimate Activities: A Theoretical and Empirical Investigation. *The Journal of Political Economy*, 81, 3, 521-65.
- Erlich, I. (1981). *On the Usefulness of Controlling Individuals: An Economic Analysis of Rehabilitation, Incapacitation and Deterrence*. *American Economic Review*, 71, 307-22.
- Encuesta nacional de victimización y percepción de la inseguridad pública (Envipe). (2011). México: Inegi.
- Encuesta nacional sobre inseguridad. ENSI (2009). México: Instituto Ciudadano de Estudios sobre Inseguridad Social (Icesi).
- Freeman, R.B. (1996). Why do so many young American men commit crimes and what might we do about it? *Journal of Economic Perspectives*, 10, 1.
- Freeman, R.B. (1999). Economics of Crime. *Handbook of Labor Economics*, 3.
- Glaeser, E.; Sacerdote, B. y Sheinkman, J. (1996). Crimen and Social Interactions. *The Quarterly Journal of Economics*, 111, 2, 507-548

- Greene, W. H. (2003). *Econometric Analysis*, 5.<sup>a</sup> edición. N. J., EE. UU.: Prentice-Hall.
- Huang J. (2007). Labor force participation and juvenile delinquency in Taiwan: a time series analysis. *Journal Fam. Issues*, 28.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Inegi (2011). *Censo de Población y Vivienda 2010*.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Inegi (2011). *Sistema de Consulta de Información Censal (Scince)*.
- Kakamu, K.; Polasek, W. y Wago, H. (2008). *Spatial Interaction of Crime Incidents in Japan*. *Mathematics and Computers in Simulation*, 78, 276-82.
- Kalb, G. y Williams, J. (2003). Delinquency and Gender. *Applied Economics Letters*, 10.
- Kelly, M. (2000). Inequality and Crime. *The Review of Economics and Statistics*, 82, 4.
- Lagrange, T. C. (1999). The Impact of Neighborhoods, Schools and Malls on the Spatial Distribution of Property Damage. *Journal of Research in Crime and Delinquency*, 36, 4, 393-422.
- LeSage, J. P. y Pace, K. (2009). *Introduction to Spatial Econometrics*. United Kingdom. Chapman and Hall/CRC
- Levitt, S. y Lochner, L. (2001). *The Determinants of Crime Juvenile*. En Jonathan Gruber (ed.) *Risky Behavior among Youths: An Economic Analysis*. National Bureau of Economic Research. University of Chicago Press.
- Londoño, J. y Guerrero, R. (1999). Violencia en América Latina, epidemiología y costos. *Documento de Trabajo R-375*. Washington, D.C. Banco Interamericano de Desarrollo (BID).
- Loureiro, P.; Cardoso, M.; Silva, T. y Sachsida, A. (2009). Crime, Economic Conditions, Social Interactions and Family Heritage. *International Review of Law Economics*, 29, 202-09.
- Martínez I., Treviño, J. A. y Gómez, M. V. (2009). *Mapas de pobreza y rezago social. Área Metropolitana de Monterrey*. México: Consejo de Desarrollo Social del Gobierno del estado de Nuevo León.

**Dependencia espacial de la delincuencia en Monterrey, México**

ERNESTO AGUAYO TÉLLEZ

SANDRA EDITH MEDELLÍN MENDOZA

Messner, S. F.; Anselin, L.; Baller, R. D.; Hawkins, D. F.; Deane, G. y Tolney, S. E. (1999). The Spatial Patterning of County Homicide Rates: An Application of Exploratory Spatial Data Analysis. *Journal of Quantitative Criminology*, 15, 4.

Phillips, L.; Votey, H. L. y Maxwell (1972) Crime, Youth, and the Labor Market. *Journal of Political Economy*, 80, 3, 491-504.

Procuraduría General de Justicia de Nuevo León (PGJNL) (2005-2010).

United Nation Office on Drugs and Crime, UNODC (2011). *Homicide Statistics*. Recuperado de [www.unodc.org](http://www.unodc.org)

Valero, J. y Calderón, S. (2012). About The Relation of Inequality and Poverty with Crime in Mexico. *Journal of International Business and Economics*, 12, 1.

Vilalta, C. (2009). Un modelo descriptivo de la geografía del robo en la zona metropolitana del valle de México. *Journal of Latin American Geography*, 8(1).

Wooldridge, J.M., (2004), *Introductory Econometrics: A modern approach*, 2ª ed. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, London, England.